



Mondragon  
Unibertsitatea

**TESIS DOCTORAL**

**Desarrollo de herramientas para el  
diseño accesible. Caso de interfaces de  
electrodomésticos**

Amaia Beitia Amondarain

Director de Tesis:  
Daniel Justel

Tesis dirigida a la obtención del título de DOCTOR  
por MONDRAGON UNIBERTSITATEA

Departamento de Mecánica y Producción Industrial  
Mondragon Unibertsitatea  
Abril 2022

© Amaia Beitia Amondarain, 2022

La autora autoriza a la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea y/o a Mondragon Unibertsitatea con carácter gratuito y con fines exclusivamente de investigación y docencia, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de este documento siempre que se cite al autor/a, el uso que se haga de la obra no sea comercial y no se cree una obra derivada a partir del original.

## **Declaración de originalidad**

Yo, Amaia Beitia Amondarain, declaro que esta tesis es fruto de mi trabajo personal, y que no ha sido previamente presentada para obtener otro título o calificación profesional. Las ideas, formulaciones, imágenes, ilustraciones tomadas de fuentes ajenas han sido debidamente citadas y referenciadas.

## Agradecimientos

Agradezco a Mondragon Goi Eskola Politeknikoa y a Mondragon Componentes por los recursos dedicados a este proyecto de investigación gracias a los cuales ha sido posible su desarrollo. Del mismo modo, agradezco al Departamento de Promoción Económica, Turismo y Medio Rural de la Diputación Foral de Gipuzkoa por su apoyo al proyecto INKLUDIRE.

También quiero agradecer a mis compañeros y compañeras del Diseinu Berrikuntza Zentroa de Mondragon Unibertsitatea (DBZ-MU), en especial a mi director de tesis Dani Justel, y a las alumnas que han trabajado conmigo a lo largo de la tesis, en especial a Idoia Domínguez. Sin su apoyo este trabajo no hubiera visto su fin.

Finalmente, quiero acordarme de toda la gente que ha estado a mi alrededor durante este tiempo apoyándome y facilitando mi día a día. Eskerrik asko Aiara, Miguel, Ama, Elisa...

## Resumen

El envejecimiento de la población es una realidad. Junto a este envejecimiento aumenta también la prevalencia de la discapacidad y la diversidad en la población. La Organización Mundial de la Salud estima que en el mundo hay más de mil millones de personas con alguna discapacidad. La discapacidad resulta de la interacción de las personas con deficiencias y las barreras del entorno. Estas barreras pueden ser desde arquitectónicas, culturales, sociales hasta limitaciones que pueden surgir en el uso de artefactos. Nos encontramos pues ante una sociedad cada vez más diversa que, entre otras medidas, requiere de productos y servicios accesibles.

Ante esta realidad, el objetivo de esta tesis es desarrollar y validar las herramientas INKLUGI PRO e INKLU D I R E con el fin de apoyar a las personas diseñadoras en la obtención de productos/servicios más accesibles.

INKLUGI PRO combina herramientas propias del Diseño Centrado en Personas (observaciones y entrevistas) con el Análisis Jerárquico de Tareas y con las herramientas de cálculo de la exclusión a lo largo de tres fases de aplicación: (i) conocer el modo de interacción, (ii) analizar las capacidades demandadas y (iii) estimar el número de personas que tienen dificultades o no pueden usar un producto/servicio. Gracias a ello, INKLUGI PRO posibilita la comparación del nivel de accesibilidad de diferentes productos, identifica los puntos críticos de las interfaces señalando las características de diseño que limitan su uso y facilita la toma de decisiones en los procesos de Diseño Inclusivo.

Las directrices de diseño INKLU D I R E, se crean, por un lado, para ayudar a mejorar las carencias de accesibilidad identificadas en la evaluación realizada con INKLUGI PRO y, por otro lado, para ayudar a concretar las características o atributos de los productos para que sean accesibles. INKLU D I R E se basan en 1.482 directrices de accesibilidad que se clasifican en 6 grupos según la capacidad sobre la que inciden: visión, audición, cognición, movilidad, destreza y tacto.

La validación de ambas herramientas se realiza en el sector de los electrodomésticos ya que la presencia de este tipo de productos en los hogares españoles es superior al 80 % (en los grandes electrodomésticos). Para conocer las medidas de accesibilidad que promueve el sector se analizan 91 marcas de electrodomésticos concluyendo que ninguna de ellas trabaja de forma integral la accesibilidad. Una vez identificada esta carencia se aplican las herramientas INKLUGI PRO e INKLU D I R E en 5 casos de estudio de interfaces de electrodomésticos. La aplicación de dichas herramientas en el proceso

de diseño permite el desarrollo de interfaces accesibles como se demuestra en el rediseño de la placa de cocción para personas con deficiencia visual del Centro Stirling.

# Laburpena

Biztanleriaren zahartzea errealitate bat da. Zahartze horrekin batera, desgaitasunaren prebalentziak eta aniztasunak ere gora egiten du biztanlerian. Osasunaren Mundu Erakundearen arabera, munduan mila milioi pertsona baino gehiagok dute desgaitasunen bat. Urritasunak dituzten pertsonen eta inguruneko oztopoen arteko interakzioaren ondorio da desgaitasuna. Oztopo horiek arkitektonikoak, kulturalak eta sozialak izan daitezke, baita artefaktuen erabileran sor daitezkeen mugak ere. Beraz, gizartea gero eta anitzagoa da, eta, besteak beste, produktu eta zerbitzu irigarriak behar ditu.

Errealitate horren aurrean, tesi honen helburua diseinatzaileei produktu/zerbitzu irigarriagoak lortzen laguntzeko INKLUGI PRO eta INKLUDIRE tresnak garatu eta balioztatzea da.

INKLUGI PROk Pertsonetan Oinarritutako Diseinuaren berezko tresnak (behaketak eta elkarrizketak), Zereginen Analisi Hierarkikoa eta eskusioa kalkulatzeko tresnak konbinatzen ditu hiru aplikazio-fasetan zehar: (i) interakzio-modua ezagutzea, (ii) eskatutako gaitasunak aztertzea eta (iii) produktu/zerbitzu bat erabili ezin duten edo horretarako zailtasunak dituzten pertsonen kopurua kalkulatzeko. Prozesu honi esker, INKLUGI PROk hainbat produkturen irisgarritasun-maila aldatzea ahalbidetzen du, interfazeen puntu kritikoak identifikatzen ditu erabilera mugatzen duten diseinu-ezaugarriak adieraziz eta Diseinu Inklusiboko prozesuetan erabakiak hartzea errazten du.

Bestalde, INKLUDIRE diseinu-gidalerroak sortzen dira, batetik, INKLUGI PRO aplikazioarekin egindako ebaluazioan identifikatutako irisgarritasun-gabeziak hobetzen laguntzeko, eta, bestetik, produktuak irigarriak izan daitezkeen hauen ezaugarriak zehazten laguntzeko. INKLUDIRE, irisgarritasunari buruzko 1.482 gidalerrotan oinarritzen dira eta 6 taldetan sailkatzen dira zein gaitasunetan eragiten duten kontutan harturik: ikusmena, entzumena, kognizioa, mugikortasuna, trebetasuna eta ukimena.

Etxetresna elektriko handien presentzia Espainiako etxeetan % 80tik gorakoa izanik INKLUGI PRO eta INKLUDIRE tresnen balidazioa etxetresna elektrikoaren sektorean egiten da. Etxetresna elektrikoaren 91 marka aztertu dira sektoreak sustatzen dituen irisgarritasun-neurriak ezagutzeko. Marka hauen azterketatik ondorioztatu da horietako batek ere ez duela irisgarritasuna modu integralean lantzen. Gabezia hori identifikatu ondoren, INKLUGI PRO eta INKLUDIRE tresnak etxetresna elektrikoaren interfazeen 5 azterketa-kasutan aplikatzen dira. Tresna horiek diseinu-prozesuan aplikatzeak

interfaze irisgarriak garatzea ahalbidetzen du, Centro Stirlingeko ikusmen-urritasuna duten pertsonentzako egosketa-plakan frogatzen den bezala.

# Abstract

The ageing of the population is a reality. Along with this ageing, the prevalence of disability and diversity in the population is increasing. The World Health Organisation estimates that there are more than one billion people with disabilities in the world. Disability results from the interaction of people with impairments and environmental barriers. These barriers can range from architectural, cultural, and social barriers to limitations in the use of devices. We are therefore facing an increasingly diverse society that, among other measures, requires accessible products and services.

Given this reality, the aim of this thesis is to develop and validate the INKLUGI PRO and INKLUDIRE tools in order to support designers in obtaining more accessible products/services.

INKLUGI PRO combines People-Centred Design tools (observations and interviews) with Hierarchical Task Analysis and exclusion calculation tools in three application phases: (i) knowing the mode of interaction, (ii) analysing the skills demanded and (iii) estimating the number of people who have difficulties or cannot use a product/service. Thanks to this, INKLUGI PRO enables the comparison of the level of accessibility of different products, identifies the critical points of the interfaces pointing out the design features that limit their use and facilitates decision making in Inclusive Design processes.

The INKLUDIRE design guidelines are created, on the one hand, to help improve the accessibility gaps identified in the INKLUGI PRO evaluation and, on the other hand, to help specify the features or attributes of products to make them accessible. INKLUDIRE are based on 1,482 accessibility guidelines that are classified into 6 groups according to the capability they impact on: vision, hearing, cognition, mobility, dexterity, and touch.

The validation of both tools is carried out in the household appliances sector, as the presence of this type of products in Spanish households is over 80% (in large household appliances). In order to find out about the accessibility measures promoted by the sector, 91 brands of household appliances were analysed, concluding that none of them works accessibility comprehensively. Once this deficiency has been identified, the INKLUGI PRO and INKLUDIRE tools are applied in 5 case studies of household appliance interfaces. The application of these tools in the design process enables the development of accessible interfaces as demonstrated in the hob for visually impaired people at the Centro Stirling.

# Tabla de contenidos

1	INTRODUCCIÓN .....	20
1.1	Objeto de la tesis .....	20
1.2	Contexto de la tesis.....	21
1.3	El Diseño Inclusivo en el Diseinu Berrikuntza Zentroa de Mondragon Unibertsitatea .....	24
1.4	Hipótesis .....	27
1.5	Objetivos de la tesis .....	27
1.6	Metodología .....	28
1.7	Estructura de la tesis.....	30
2	CONCEPTOS GENERALES .....	33
2.1	Usabilidad vs. accesibilidad.....	33
2.1.1	Usabilidad.....	33
2.1.2	Accesibilidad.....	33
2.2	Corrientes de Diseño Inclusivo.....	34
2.2.1	Diseño Centrado en Personas .....	34
2.2.2	Diseño Inclusivo.....	36
2.3	La estimación de la exclusión como medida de accesibilidad .....	38
2.3.1	<i>Exclusion Calculator</i> .....	38
2.3.2	INKLUGI .....	41
3	CÓMO SE INTEGRA LA ACCESIBILIDAD EN LOS ELECTRODOMÉSTICOS ...	48
3.1	Revisión bibliográfica .....	48
3.1.1	Búsqueda bibliográfica.....	48
3.1.2	Análisis de la revisión bibliográfica.....	52
3.2	La accesibilidad en los electrodomésticos del mercado .....	58
3.2.1	Electrodomésticos y marcas analizadas .....	59
3.2.2	Procedimiento del análisis de las marcas de electrodomésticos .....	60
3.2.3	Resultados del análisis de las marcas de electrodomésticos .....	62
3.2.4	Eficacia de las medidas de accesibilidad .....	70
3.3	Patentes de soluciones de accesibilidad para los electrodomésticos .....	73
3.3.1	Búsqueda de patentes .....	74
3.3.2	Análisis de las patentes .....	74

3.4	Conclusiones del análisis de la accesibilidad de los electrodomésticos .....	76
3.4.1	La accesibilidad de los electrodomésticos a nivel bibliográfico .....	76
3.4.2	La accesibilidad en los electrodomésticos del mercado .....	78
3.4.3	Soluciones de accesibilidad patentadas para los electrodomésticos.....	80
4	ESTADO DEL ARTE DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE LAS INTERFACES.....	82
4.1	Revisión bibliográfica .....	82
4.1.1	Búsqueda bibliográfica.....	83
4.1.2	Herramientas usadas para evaluar la accesibilidad de las interfaces.....	85
4.2	Herramientas específicas de evaluación de la accesibilidad de interfaces .....	92
4.2.1	Métodos.....	95
4.2.2	Simuladores.....	109
4.2.3	Heurísticos y métricas.....	111
4.2.4	Criterios .....	115
4.2.5	Clasificación funcional .....	116
4.2.6	Directrices.....	118
4.2.7	Normas.....	121
4.3	Conclusiones del análisis de las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces.....	124
5	REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DE REFERENCIAS QUE RECOPILAN DIRECTRICES DE ACCESIBILIDAD.....	128
5.1	Búsqueda de referencias que recopilan directrices de accesibilidad .....	129
5.2	Análisis de las referencias que recopilan directrices de accesibilidad .....	133
5.2.1	Objetivos.....	134
5.2.2	Productos al que van dirigidas .....	135
5.2.3	Tipología de directrices.....	139
5.2.4	Clasificación .....	140
5.2.5	Capacidades en las que inciden .....	142
5.3	Conclusiones del análisis de las directrices de accesibilidad.....	144
6	DEFINICIÓN DE LAS HERRAMIENTAS INKLUGI PRO E INKLUDIRE .....	148
6.1	Herramienta de evaluación INKLUGI PRO.....	148
6.1.1	Fase 1: Conocer el modo de interacción.....	150
6.1.2	Fase 2: Análisis de capacidades demandadas .....	153
6.1.3	Fase 3: Estimación de la exclusión.....	156

6.2	Directrices de accesibilidad INKLUJIRE .....	158
6.2.1	Selección de referencias.....	159
6.2.2	Análisis y clasificación de las directrices de referencia .....	161
6.2.3	Las directrices de accesibilidad INKLUJIRE.....	164
6.3	Integración en la metodología del DBZ-MU.....	170
7	VALIDACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS INKLUJIR PRO E INKLUJIRE .....	174
7.1	Caso de estudio 3: Evaluación placa Bosch.....	178
7.1.1	Producto analizado .....	178
7.1.2	Metodología.....	179
7.1.3	Evaluación de la accesibilidad de la interfaz de la placa.....	180
7.2	Caso de estudio 5: Rediseño de la interfaz de la placa de cocción del CS.....	195
7.2.1	Producto para rediseñar .....	195
7.2.2	Metodología.....	196
7.2.3	Rediseño de la placa de cocción del CS.....	198
7.3	Conclusiones de los casos de estudio.....	258
8	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....	263
8.1	Conclusiones generales .....	263
8.2	Validación de las hipótesis .....	265
8.3	Aportaciones de la tesis .....	267
8.4	Limitaciones .....	269
8.5	Líneas futuras .....	269
9	BIBLIOGRAFÍA .....	272
	ANEXO A: MARCAS DE ELECTRODOMÉSTICOS Y PÁGINAS WEB .....	293
	ANEXO B: ELECTRODOMÉSTICOS QUE CUMPLEN ESTÁNDARES ADA .....	299
	ANEXO C: LISTADO DE HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE ACCESIBILIDAD .....	303
	ANEXO D: MATRICES TAREAS VS. CAPACIDADES CASO DE ESTUDIO 3 Y 5 ..	310

## Lista de figuras

<b>Figura 1.1:</b> Metodología de investigación planteada siguiendo el modelo DIR (Horváth, 2007).....	29
<b>Figura 2.1:</b> Metodología de diseño del DBZ-MU (DBZ-MU, 2014).....	35
<b>Figura 2.2:</b> Alcance del diseño inclusivo (traducido de Hosking et al., 2010) .....	37
<b>Figura 2.3:</b> Pantalla de evaluación de la exclusión del <i>Exclusion Calculator</i> .....	39
<b>Figura 2.4:</b> Pantalla de valoración de la exclusión debida a la movilidad del <i>Exclusion Calculator</i> .....	40
<b>Figura 2.5:</b> Pantalla de resultados del <i>Exclusion Calculator</i> .....	41
<b>Figura 2.6:</b> Pantalla de INKLUGI donde se señalan el producto a evaluar y las tareas a realizar para su uso.....	43
<b>Figura 2.7:</b> Pantalla de INKLUGI donde se valoran los ítems correspondientes a la demanda de visión. ....	44
<b>Figura 2.8:</b> Pantalla de INKLUGI donde se muestra el resultado general de la evaluación de una máquina expendedora.....	45
<b>Figura 2.9:</b> Pantalla de INKLUGI donde se muestra el resultado por tareas de la evaluación de una máquina expendedora.....	46
<b>Figura 2.10:</b> Pantalla de INKLUGI donde se muestra el resultado de la tasa de exclusión derivado de la demanda visual en el uso de una máquina expended ..	46
<b>Figura 3.1:</b> Esquema de la búsqueda bibliográfica de la accesibilidad de los electrodomésticos .....	49
<b>Figura 4.1:</b> Esquema de la búsqueda bibliográfica de herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces.....	83
<b>Figura 4.2:</b> Plantilla de recogida de datos de herramientas. Herramienta <i>Barrier Walkthrough</i> (a.1) .....	96
<b>Figura 5.1:</b> Esquema de la búsqueda de normas.....	131
<b>Figura 6.1:</b> Herramienta INKLUGI PRO .....	150
<b>Figura 6.2:</b> Esquema de la matriz tareas vs. capacidades .....	153
<b>Figura 6.3:</b> Esquema de la matriz tareas vs. nivel demandado de capacidades.....	157

<b>Figura 6.4:</b> Composición de las directrices INKLUDIRE .....	164
<b>Figura 6.5:</b> Integración de INKLUGI PRO e INKLUDIRE en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.....	170
<b>Figura 7.1:</b> Placa de cocción BOSCH. Modelo PKM875DP1D.....	179
<b>Figura 7.2:</b> Interfaz y listado de los elementos de la placa de cocción BOSCH.....	184
<b>Figura 7.3:</b> Placa de cocción del CS .....	196
<b>Figura 7.4:</b> Proceso de rediseño de la placa de cocción del CS.....	196
<b>Figura 7.5:</b> Interfaz de la placa de cocción del CS .....	202
<b>Figura 7.6:</b> Interfaz de la app de la placa de cocción del CS.....	203
<b>Figura 7.7:</b> Propuestas para la estructura de la placa .....	220
<b>Figura 7.8:</b> Propuestas para el icono de encendido/apagado.....	223
<b>Figura 7.9:</b> Concepto 1 .....	226
<b>Figura 7.10:</b> Concepto 2 .....	226
<b>Figura 7.11:</b> Concepto 3 .....	227
<b>Figura 7.12:</b> Concepto 4 .....	227
<b>Figura 7.13:</b> Concepto 5 .....	228
<b>Figura 7.14:</b> Concepto 6 .....	228
<b>Figura 7.15:</b> Concepto 7 .....	229
<b>Figura 7.16:</b> Concepto 8 .....	230
<b>Figura 7.17:</b> Concepto seleccionado.....	230
<b>Figura 7.18:</b> Elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada .....	246

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.1:</b> Electrodomésticos, presencia en los hogares y ABVD y AIVD en las que impactan .....	24
<b>Tabla 1.2:</b> Relación de los objetivos con las hipótesis a validar.....	28
<b>Tabla 3.1:</b> Referencias resultantes de la búsqueda bibliográfica accesibilidad en electrodomésticos .....	50
<b>Tabla 3.2:</b> Características de la solución de accesibilidad propuesta en la referencia	53
<b>Tabla 3.3:</b> Principales empresas y marcas de grandes electrodomésticos .....	61
<b>Tabla 3.4:</b> Marcas de electrodomésticos que mencionan la accesibilidad, grupo al que pertenecen y su origen.....	63
<b>Tabla 3.5:</b> Marcas de electrodomésticos que mencionan la accesibilidad por continente .....	63
<b>Tabla 3.6:</b> Tipologías de medidas de accesibilidad nombradas por las marcas de electrodomésticos .....	64
<b>Tabla 3.7:</b> Cantidad y tipología de electrodomésticos ofertados en total y que cumplen estándares ADA.....	66
<b>Tabla 3.8:</b> Características de accesibilidad por marca y electrodomésticos en los que se aplican.....	67
<b>Tabla 3.9:</b> Capacidades en las que inciden las medidas de accesibilidad adoptadas por las marcas de electrodomésticos .....	72
<b>Tabla 3.10:</b> Términos para las búsquedas de patentes .....	74
<b>Tabla 3.11:</b> Resultado de las búsquedas de patentes por marca y grupo empresarial	75
<b>Tabla 4.1:</b> Palabras clave usadas en la búsqueda bibliográfica.....	84
<b>Tabla 4.2:</b> Clasificación de herramientas identificadas en la revisión bibliográfica.....	85
<b>Tabla 4.3:</b> Herramientas específicas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces .....	93
<b>Tabla 4.4:</b> Características generales y de aplicación de los métodos.....	105
<b>Tabla 4.5:</b> Ámbito, objetivo, enfoque y criterios de los métodos .....	106
<b>Tabla 4.6:</b> Características generales y de aplicación de los simuladores .....	110

<b>Tabla 4.7:</b> Ámbito, objetivo y enfoque del simulador .....	111
<b>Tabla 4.8:</b> Características generales y de aplicación de los heurísticos y las métricas .....	114
<b>Tabla 4.9:</b> Ámbito, objetivos, enfoque y criterios de los heurísticos y métricas .....	115
<b>Tabla 4.10:</b> Características generales y de aplicación de las clasificaciones funcionales .....	117
<b>Tabla 4.11:</b> Ámbito, objetivos, enfoque y criterios de las clasificaciones funcionales	118
<b>Tabla 4.12:</b> Características generales y de aplicación de las directrices .....	121
<b>Tabla 4.13:</b> Ámbitos, objetivos, enfoques y criterios de las directrices .....	122
<b>Tabla 4.14:</b> Características generales y de aplicación de las normas .....	123
<b>Tabla 4.15:</b> Ámbito, objetivos, enfoque y criterios de las normas .....	124
<b>Tabla 5.1:</b> Marcas de electrodomésticos, leyes y otras referencias que recogen directrices de accesibilidad .....	129
<b>Tabla 5.2:</b> Normas que recogen directrices de accesibilidad .....	132
<b>Tabla 5.3:</b> Productos al que van dirigidas las referencias analizadas .....	135
<b>Tabla 5.4:</b> Capacidades en las que inciden las directrices recopiladas en cada referencia .....	142
<b>Tabla 6.1:</b> Cantidad de directrices extraídas por referencia seleccionada .....	160
<b>Tabla 6.2:</b> Cantidad de directrices por referencia y capacidad .....	162
<b>Tabla 6.3:</b> Directrices generales INKLU DIRE para minimizar la demanda de Audición .....	166
<b>Tabla 6.4:</b> Directrices específicas INKLU DIRE para minimizar la demanda de Audición .....	167
<b>Tabla 7.1:</b> Relación de hipótesis a validar y casos de estudio realizados .....	174
<b>Tabla 7.2:</b> Características de los casos de estudio 1, 2, 3 y 4 .....	176
<b>Tabla 7.3:</b> Características del caso de estudio 5 .....	177
<b>Tabla 7.4:</b> HTA del uso de la placa de cocción BOSCH .....	181
<b>Tabla 7.5:</b> Elementos de la interfaz BOSCH relacionados con las tareas .....	184

<b>Tabla 7.6:</b> Matriz tareas principales vs. capacidades de la interfaz de la placa de cocción BOSCH .....	188
<b>Tabla 7.7:</b> Personas excluidas por la interfaz BOSCH según las principales tareas de uso .....	191
<b>Tabla 7.8:</b> Personas excluidas por la interfaz BOSCH por grupo de edades y sexo .	191
<b>Tabla 7.9:</b> Total de personas excluidas por la interfaz BOSCH según grado de dificultad de uso .....	192
<b>Tabla 7.10:</b> Total de personas excluidas por la tarea “encender la zona de cocción” según grado de dificultad de uso.....	193
<b>Tabla 7.11:</b> HTA del uso de la placa de cocción del CS .....	199
<b>Tabla 7.12:</b> Elementos de la interfaz de la placa de cocción del CS.....	203
<b>Tabla 7.13:</b> Elementos de la interfaz de la app de la placa de cocción del CS .....	204
<b>Tabla 7.14:</b> Elementos de la interfaz de la placa de cocción del CS relacionados con las tareas .....	205
<b>Tabla 7.15:</b> Matriz tareas principales vs. capacidades de la interfaz de la placa de cocción del CS .....	209
<b>Tabla 7.16:</b> Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción del CS según las principales tareas de uso considerando la demanda de visión .....	213
<b>Tabla 7.17:</b> Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción del CS según las principales tareas de uso sin considerar la demanda de visión .....	214
<b>Tabla 7.18:</b> Personas excluidas por la placa de cocción del CS por capacidades considerando la demanda visual.....	214
<b>Tabla 7.19:</b> Grupos, subgrupos y directrices generales INKLUDIRE tenidas en cuenta para la ideación de la estructura de la placa de cocción.....	217
<b>Tabla 7.20:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la geometría y el tamaño de los fogones .....	219
<b>Tabla 7.21:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la posición de los fogones y el centro de mandos.....	220
<b>Tabla 7.22:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir los elementos de control.....	221

<b>Tabla 7.23:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir los iconos de los elementos de control .....	222
<b>Tabla 7.24:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la disposición de los elementos de control.....	223
<b>Tabla 7.25:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la disposición de puntos, barras y símbolos táctiles.....	224
<b>Tabla 7.26:</b> Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la disposición de luces indicadoras.....	224
<b>Tabla 7.27:</b> Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de las serigrafías.....	231
<b>Tabla 7.28:</b> Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de puntos y barras táctiles .....	232
<b>Tabla 7.29:</b> Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición del control táctil.....	233
<b>Tabla 7.30:</b> Grupo, subgrupo y directriz de referencia usada para la definición del control por voz .....	235
<b>Tabla 7.31:</b> Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de la retroalimentación visual.....	237
<b>Tabla 7.32:</b> Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de la retroalimentación auditiva.....	239
<b>Tabla 7.33:</b> HTA del uso de la placa de cocción rediseñada .....	242
<b>Tabla 7.34:</b> Elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada .....	247
<b>Tabla 7.35:</b> Elementos de la nueva interfaz relacionados con las tareas.....	248
<b>Tabla 7.36:</b> Matriz tareas principales vs. capacidades de la interfaz de la placa de cocción rediseñada .....	251
<b>Tabla 7.37:</b> Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción rediseñada según las principales tareas de uso considerando la demanda de visión.....	254
<b>Tabla 7.38:</b> Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción rediseñada según las principales tareas de uso sin considerar la demanda de visión .....	255
<b>Tabla 7.39:</b> Personas excluidas por la placa de cocción rediseñada por capacidades considerando la demanda visual.....	256

<b>Tabla 7.40:</b> Diferencia entre la tasa de exclusión de la placa de cocción del CS y la placa de cocción rediseñada .....	257
<b>Tabla 7.41:</b> Objetivos marcados y resultados obtenidos de los conceptos de accesibilidad del <i>brief</i> .....	257
<b>Tabla D.1:</b> Matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción BOSCH ...	311
<b>Tabla D.2:</b> Matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción del CS .....	315
<b>Tabla D.3:</b> Matriz tareas vs. capacidades de uso de la placa de cocción rediseñada	321

# Abreviaturas

**ABVD:** Actividades Básicas de la Vida Diaria

**ACM:** *Association for Computing Machinery*

**ADA:** *Americans with Disabilities Act*

**ADAAG:** *Americans with Disabilities Act Accessible Guidelines*

**AIVD:** Actividades Instrumentales de la Vida Diaria

**AODA:** *Accessibility for Ontarians with Disability Act*

**App:** Aplicación para dispositivos móviles

**ATAG:** *Authoring Tool Accessibility Guidelines*

**AUX:** *Accessible User Experience*

**CDPD:** Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad

**CEN:** Comité Europeo de Normalización

**CENELEC:** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica

**CLAAP:** *Comfort, Likeability, Autonomy, Agency, Pleasure*

**CS:** Centro Stirling

**DBZ-MU:** Diseinu Berrikuntza Zentroa de Mondragon Unibertsitatea

**DT:** *Double Tap*

**EN:** Norma Europea

**ETSI:** Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones

**EV:** *Engineering Village*

**GPII:** *Global Public Inclusive Infrastructure*

**GUI:** *Graphic User Interface* o Interfaz gráfica de persona usuaria

**HCD:** *Human Centred Design* o Diseño Centrado en Personas

**HCI:** *Human Computer Interaction*

**HMI:** *Human Machine Interaction*

**HTA:** *Hierarchical Task Analysis* o Análisis jerárquico de tareas

**IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional

**INE:** Instituto Nacional de Estadística

**IPO:** Interacción persona ordenador

**ISO:** *International Organization for Standardization*

**MACS:** *Manual Ability Classification System*

**MPT:** *Matching Person with Technology*

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**PUC:** *Pop Up Control*

**RAE:** Real Academia Española

**RIA:** *Rich Internet Applications*

**S:** *Swipe*

**SUS:** *System Usability Scale*

**TIC o ICT:** Tecnología de Información y Comunicación o *Information and Communication Technology*

**UD:** *Universal Design* o *Diseño Universal*

**UDL:** *Universal Design for Learning*

**UMC:** *User Model Checklist*

**UNE:** Asociación Española de Normalización

**UT:** *Usability Test*

**UX:** *User Experience* o experiencia de usuario

**VUM:** *Virtual User Model* o modelo virtual de usuario

**W3C:** *World Wide Web Consortium*

**WCAG:** *Web Content Accessibility Guidelines*

**WoS:** Web of Science

## Glosario de términos

**Accesibilidad:** grado en el que un producto puede ser usado por el mayor número de personas posibles independientemente a sus características.

**Actividades básicas de la vida diaria:** Actividades esenciales que una persona realiza para afrontar su día a día.

**Demanda de capacidades:** Capacidades requeridas para realizar una tarea o usar un producto o servicio.

**Dependencia:** cuando una persona no puede realizar por sí misma, actividades de autonomía personal como autocuidado, labores domésticas, movilidad, etc. Esta incapacidad es permanente y puede originarse por la edad, enfermedad o discapacidad (Física, mental, intelectual o sensorial).

**Directrices de accesibilidad:** conjunto de instrucciones, condiciones o características a seguir para que un producto sea accesible.

**Diseño Inclusivo o Diseño accesible:** enfoque de diseño que promueve el diseño de productos usables por el mayor número de personas posibles independientemente a sus características.

**Interfaz (de usuario):** conjunto de elementos de un producto a través de los cuales se da la interacción producto-persona usuaria.

**Tasa o nivel de exclusión:** Medida de accesibilidad que mide la cantidad de personas que no pueden realizar una tarea o usar un producto o servicio debido a las capacidades requeridas para ello.

**Usabilidad:** facilidad de uso de una producto o servicio.

**Zona *flexinducción* o inducción flexible:** zona de la placa de inducción que detectan el tamaño y la forma del recipiente que se va a usar y calienta exclusivamente esa parte de la zona de cocción.

Capítulo 1

## **INTRODUCCIÓN**

# 1 Introducción

El envejecimiento de la población impacta directamente en la prevalencia de la discapacidad, así como, en su diversidad. Estos hechos hacen necesario pensar en términos de inclusión o accesibilidad en el diseño de productos y servicios para promover la independencia de las personas. Especialmente, para aquellos productos que dan soporte a las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) entre los que se encuentran los grandes electrodomésticos (en adelante, electrodomésticos). Por ejemplo, para preparar la comida son necesarios productos como la placa de cocción o el horno y para lavar la ropa es necesaria la lavadora. Desde el diseño industrial es el Diseño Inclusivo la especialidad que aborda este reto y plantea recursos para el diseño de productos que puedan ser usados por el mayor número de personas posibles independientemente de sus características, es decir, para el diseño de productos accesibles. Sin embargo, ofrecer electrodomésticos accesibles es una asignatura pendiente entre las principales marcas del mercado.

En este contexto, a través de esta tesis se definen y validan herramientas que apoyan los procesos de Diseño Inclusivo aplicando las herramientas en el caso de las interfaces de electrodomésticos.

Este capítulo enmarca la tesis. Para ello, primero, se muestra el objeto de la misma y se profundiza en su contexto de manera que se concretan el qué y el porqué del trabajo de investigación. A continuación, se definen las hipótesis a validar en la tesis. Una vez definidas las hipótesis se marcan los objetivos para, después, dar paso a mostrar la metodología de investigación que se ha utilizado para el desarrollo de la tesis. Se cierra el capítulo explicando la estructura que sigue este documento para mostrar el trabajo de investigación realizado.

## 1.1 Objeto de la tesis

El objeto de la presente tesis es definir y validar herramientas para apoyar a los diseñadores en el proceso de diseño de productos accesibles. Estas herramientas son 2 y se han denominado INKLUGI PRO e INKLUDIRE.

INKLUGI PRO es una herramienta de evaluación de la accesibilidad cuyo objetivo es posibilitar la comparación, señalar los puntos críticos y facilitar la toma de decisiones en los procesos de Diseño Inclusivo al evaluar el grado de exclusión. Para ello, INKLUGI PRO se divide en 3 fases de aplicación y se basa en un marco teórico constituido por 5 herramientas. La primera fase se denomina “conocer el modo de interacción”. Así, con

el fin de obtener la información necesaria para conocer el modo de interacción se hace uso de las herramientas Observaciones (Martin & Hanington, 2012) y Entrevistas (Martin & Hanington, 2012). La fase dos corresponde al “análisis de las capacidades demandadas”. Para ello, se constituye una matriz de tareas vs. capacidades apoyándose en la herramienta *Hierarchical Task Analysis (HTA)* o análisis jerárquico de tareas (Hackos & Redish, 1998). En la tercera y última fase de aplicación se realiza la “estimación de la exclusión”. Son dos las herramientas propuestas para tal fin INKLUGI (DBZ-MU, 2018) y *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015). Con ello, INKLUGI PRO se vertebra en torno a las capacidades demandadas por un producto para su uso y combina tanto resultados cualitativos como cuantitativos.

INKLUDIRE es una recopilación de directrices para el diseño de productos accesibles. Se basa en 24 referencias -normas, leyes, artículos científicos y otros- que recopilan directrices de diseño de las que se han extraído 2.001 directrices y seleccionado 1.482 para su constitución. Las directrices INKLUDIRE se organizan por capacidades y apoyan la definición de las características de un producto teniendo en cuenta criterios de accesibilidad.

INKLUGI PRO e INKLUDIRE son herramientas independientes que, sin embargo, al estar organizadas ambas por capacidades, se complementan y son aplicables conjuntamente en los procesos de diseño para la obtención de productos accesibles. Así, proporcionan las pautas necesarias para que los equipos de diseño puedan integrar de forma ágil los aspectos de accesibilidad a lo largo del proceso de diseño.

## 1.2 Contexto de la tesis

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) en sus estimaciones basadas en la Encuesta Mundial de la Salud calcula que la prevalencia mundial de la discapacidad de la población mayor de 18 años es del 15,6%, unos 650 millones de personas. Para el caso de España sitúa la prevalencia de la discapacidad en el 9,5%, más de 4 millones de personas. Además, la OMS (2011) afirma que el envejecimiento de la población mundial ejerce una influencia muy importante en las tendencias de la discapacidad y que la relación entre el riesgo de discapacidad y la edad es directa. Sin embargo, el fenómeno de la discapacidad no viene definido solo por las condiciones de salud sino también por factores personales y ambientales (OMS, 2011). La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD) reconoce que “la discapacidad es un concepto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad” (Naciones Unidas, 2006). Así, la discapacidad no

depende solo de la persona y “se pueden lograr avances para mejorar la participación social abordando las barreras que impiden a las personas con discapacidad desenvolverse en su vida cotidiana” (OMS, 2011).

Estas barreras pueden ser desde arquitectónicas hasta sociales, pasando por las limitaciones que pueden suponer para el uso de un producto o servicio algunas de sus propias características. Además, dichas barreras pueden causar situaciones de dependencia.

La Ley 39/2006 de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las personas en situación de dependencia (Ley 39/2006 de Promoción de la autonomía personal y atención a las personas en situación de dependencia, 2006) define así la dependencia y la autonomía:

Dependencia: “El estado de carácter permanente en que se encuentran las personas que, por razones derivadas de la edad, la enfermedad o la discapacidad, y ligadas a la falta o a la pérdida de autonomía física, mental, intelectual o sensorial, precisan de la atención de otra u otras personas o ayudas importantes para realizar actividades básicas de la vida diaria o, en el caso de las personas con discapacidad intelectual o enfermedad mental, de otros apoyos para su autonomía personal.” (Ley 39/2006 de Promoción de la autonomía personal y atención a las personas en situación de dependencia, 2006)

Autonomía: “La capacidad de controlar, afrontar y tomar, por propia iniciativa, decisiones personales acerca de cómo vivir de acuerdo con las normas y preferencias propias, así como, de desarrollar las actividades básicas de la vida diaria.” (Ley 39/2006 de Promoción de la autonomía personal y atención a las personas en situación de dependencia, 2006)

Estas definiciones ponen como clave de ambos conceptos las actividades básicas de la vida diaria que la misma ley define como:

Actividades básicas de la vida diaria: “Las tareas más elementales de la persona, que le permiten desenvolverse con un mínimo de autonomía e independencia, tales como: el cuidado personal, las actividades domésticas básicas, la movilidad esencial, reconocer personas y objetos, orientarse, entender y ejecutar órdenes o tareas sencillas.” (Ley 39/2006 de Promoción de la autonomía personal y atención a las personas en situación de dependencia, 2006)

Tanto es así que estas actividades son usadas como base para medir el nivel de dependencia de las personas (Trigás-Ferrín & Ferreira-González, 2011). Las ABVD definidas por Mahoney y Barthel (1965) y las Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD) definidas por Lawton y Brody (1969) son dos de las referencias usadas para tal fin:

**ABVD** (Mahoney & Barthel, 1965):

- Comer
- Vestirse
- Arreglarse
- Deposición
- Micción
- Ir al retrete
- Traslado sillón-cama
- Deambulación
- Subir y bajar escaleras

**AIVD** (Lawton & Brody, 1969):

- Capacidad para usar el teléfono
- Hacer compras
- Preparación de la comida
- Cuidado de la casa
- Lavado de la ropa
- Uso de medios de transporte
- Responsabilidad respecto a medicación
- Manejo de sus asuntos económicos

Son numerosos los productos y servicios que se usan para el desarrollo de las ABVD y AIVD. Entre ellos están los electrodomésticos. Con un nivel de presencia en los hogares españoles en algunos casos superiores al 80% (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2008a), los electrodomésticos, se convierten en productos básicos e indispensables para el desarrollo de algunas de las ABVD y AIVD. Por ejemplo, la placa de cocción, el horno o la campana son electrodomésticos que apoyan a las AIVD de “preparar la comida” o la lavadora es necesaria para “lavar la ropa”, también AIVD. En la Tabla 1.1 se recoge la relación de los electrodomésticos según la ABVD o AIVD que apoyan, así como, su nivel de penetración en los hogares españoles partiendo de los datos proporcionados por la encuesta de hogares y medio ambiente realizada por el INE (2008a).

Los electrodomésticos se caracterizan por ser eléctricos (en general) y susceptibles al desarrollo tecnológico tal y como lo demuestra la evolución que han sufrido tanto los productos en general como sus interfaces en concreto (J. Dong et al., 2018). Productos que pasan de tener interfaces físicas con un reducido número de funcionalidades a interfaces digitales con más y mejores prestaciones. Tendencia que viene impulsada

también con movimientos cada vez más cercanos como las *SmartHome* o el *Internet of Things (IoT)* (Telefónica Empresas en EL PAÍS, 2019). La incorporación de nuevas tecnologías puede crear nuevas barreras a la hora de interactuar con los electrodomésticos que suponen nuevos retos a abordar desde el Diseño Inclusivo.

**Tabla 1.1:** Electrodomésticos, presencia en los hogares y ABVD y AIVD en las que impactan

<b>Electrodomésticos</b>	<b>Presencia en los hogares (INE, 2008a)</b>	<b>ABVD o AIVD</b>
Frigorífico	99,9 %	Hacer compras Preparación de la comida
Placa de cocción	99,9 %	Preparación de la comida
Lavadora	99,1 %	Lavado de la ropa
Horno	88,3 %	Preparación de la comida
Microondas	85,5	Preparación de la comida
Campana	81,9 %	Preparación de la comida
Lavavajillas	43,5 %	Cuidado de la casa Preparación de la comida
Congelador Independiente	25,4 %	Hacer compras Preparación de la comida
Secadora independiente	21,6 %	Lavado de la ropa

### 1.3 El Diseño Inclusivo en el Diseinu Berrikuntza Zentroa de Mondragon Unibertsitatea

La Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea (EPS-MU) cuenta con más de 20 años de experiencia en el ámbito del Diseño Industrial y actualmente centra su labor de investigación y transferencia en este ámbito en el Diseinu Berrikuntza Zentroa (DBZ). Ante la necesidad de entender la diversidad de la población y dar respuesta a sus necesidades, en el año 2010 surge la línea de investigación de Diseño Inclusivo con el principal objetivo de generar el conocimiento necesario en la temática y transferirlo al entorno empresarial y académico. Para ello, a lo largo de estos años se han trabajado 3 líneas de acción: (i) actividades lectivas, (ii) desarrollo de proyectos de diseño inclusivo y (iii) desarrollo de tesis doctorales.

- i. Actividades lectivas: Se han impartido clases tanto en formación reglada como en formación continua a empresas. Actualmente las actividades lectivas que se imparten en la temática son:
  - Asignatura de Diseño centrado en las personas en el Máster en Diseño Estratégico de Productos y Servicios.
  - Asignatura de Usabilidad en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.
  - Curso para profesionales de “Diseño inclusivo: evaluación del nivel de exclusión en el uso de productos y servicios”.
  - Máster en Emprendimiento Tecnológico para la *Silver Economy*.
- ii. Desarrollo de proyectos inclusivos: Se han desarrollado numerosos proyectos de diseño inclusivo tanto internos como en colaboración con empresas o agentes del territorio. Los proyectos más destacados son:
  - Desarrollo de una Metodología de Diseño para Todos considerando las Capacidades Cognitivas. En colaboración con ILUNION, Fundación ONCE y otras 11 entidades del mundo de la discapacidad cognitiva de España.
  - SIM-ACP. Diseño de un juego serio para ayudar a los centros gerontológicos a adoptar el Modelo de Atención Centrado en la Persona. En colaboración con MATIA, Ikasplay y financiado por el Gobierno Vasco.
  - KOMUNIB. Diseño de un baño portátil accesible. En colaboración con Kilometroak Elkartea y financiado por la Diputación de Gipuzkoa.
  - ERMUATIC. Aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) al servicio sociosanitario de Ermua. En colaboración con el Ayuntamiento de Ermua y Osakidetza. Financiado por la Fundación Izarra.
  - Diseño de un accesorio para garantizar la accesibilidad de las papeleras de Hernani para las personas con discapacidad Visual. En colaboración con Koxka Elkartea y financiado por el Ayuntamiento de Hernani.
  - Diseño de señalética inclusiva para el campus de Iturripe de Mondragon Unibertsitatea.
  - Diseño de productos inclusivos teniendo en cuenta la manipulación. Proyecto interno del Diseinu Berrikuntza Zentroa.

- INKLUGI. Herramienta para la evaluación de la exclusión que provocan los productos y servicios a lo largo del proceso de envejecimiento de las personas en Gipuzkoa. Financiado por la Diputación de Gipuzkoa.
  - ZAINZEKO. Innovación centrada en la experiencia de ser cuidado y atendido. Financiado por el Gobierno Vasco.
  - ONKOEXP. Proyecto para la mejora de la experiencia de paciente de cáncer. Aplicación de la herramienta Personas al ámbito oncológico. Financiado por el Gobierno Vasco.
  - KRON4ALL. Diseño de una herramienta de gestión de los cuidados no formales en la atención a domicilio de personas mayores. Financiado por el Gobierno Vasco.
- iii. Desarrollo de tesis doctorales: además de la tesis presentada en este documento se han desarrollado las siguientes tres tesis.
- Tesis doctoral “Metodología de Diseño de Experiencias basada en las capacidades de las personas” financiada por MGEP y Fundación ONCE (Retegi, 2015).
  - Tesis doctoral “Integración de aspectos de envejecimiento en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ” financiada por MGEP y Fundación ONCE (González de Heredia, 2022).
  - Tesis doctoral “Metodología de diseño centrado en las personas para la identificación de oportunidades de nuevos productos y servicios centrados en la experiencia de paciente en entornos de atención y cuidados” financiada por MGEP (García, en curso).

La línea de trabajo marcada ha posibilitado empezar a nutrir la Metodología de innovación centrada en las personas del Diseinu Berrikuntza Zentroa de Mondragon Unibertsitatea (DBZ-MU) con herramientas tales como Elderpersonas (Gonzalez-de-Heredia et al., 2017; González de Heredia, 2022) o INKLUGI (DBZ-MU, 2018). En el proceso de definición de estas herramientas también se identifican áreas de mejora de las mismas como, por ejemplo, integrar en un único informe la información correspondiente a todas las tareas a realizar en el uso de un producto o servicio en su evaluación con INKLUGI y no limitarlo a 4 (González de Heredia, 2022).

Así, estas herramientas son un inicio y marcan una dirección a seguir de cara a fomentar el Diseño Inclusivo desde el DBZ-MU. Sin embargo, sigue habiendo camino por recorrer y la presente tesis viene a reforzar esta la línea de investigación en Diseño Inclusivo en

su objetivo de situar al DBZ-MU entre los principales referentes a nivel académico de España en este ámbito.

## 1.4 Hipótesis

Las hipótesis definidas para la presente tesis doctoral son las siguientes:

Hipótesis 1: Las principales marcas de electrodomésticos no trabajan de forma integral la accesibilidad de sus productos.

Hipótesis 2: La evaluación de la accesibilidad con la herramienta INKLUGI PRO permite identificar para cada subtarea a realizar en el uso de los electrodomésticos las partes críticas de sus interfaces.

Hipótesis 3: El uso de INKLUDIRE ayuda en la definición de las características de accesibilidad en el diseño de las interfaces de electrodomésticos accesibles.

Hipótesis 4: El uso de INKLUGI PRO e INKLUDIRE conjuntamente permite el diseño de interfaces de electrodomésticos accesibles.

## 1.5 Objetivos de la tesis

A continuación, se recoge el objetivo principal definido para esta investigación:

Definir y validar herramientas para el diseño de productos accesibles que se integren en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU para el Diseño Inclusivo de productos.

Para ello, se estudiará en especial el caso de los electrodomésticos y se definen 4 objetivos específicos:

Objetivo 1: Identificar y valorar las medidas de accesibilidad aplicadas en los electrodomésticos.

Objetivo 2: Desarrollar y validar la herramienta de evaluación de la accesibilidad INKLUGI PRO para identificar las tareas y subtareas críticas, así como, los elementos críticos de las interfaces teniendo en cuenta las capacidades demandadas en el uso de un producto.

Objetivo 3: Desarrollar y validar las directrices INKLUDIRE para que guíen a las personas diseñadoras a la hora de idear y especificar los elementos de los productos para que puedan ser usados por el mayor número de personas posibles.

Objetivo 4: Integrar INKLUGI PRO e INKLUDIRE en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.

La Tabla 1.2 recoge la relación entre los objetivos definidos y las hipótesis planteadas.

**Tabla 1.2:** Relación de los objetivos con las hipótesis a validar

Hipótesis para validar	Objetivos que cumplir
Hipótesis 1: Las principales marcas de electrodomésticos no trabajan de forma integral la accesibilidad de sus productos.	Objetivo 1: Identificar y valorar las medidas de accesibilidad aplicadas en los electrodomésticos.
Hipótesis 2: La evaluación de la accesibilidad con la herramienta INKLUGI PRO permite identificar para cada subtarea a realizar en el uso de los electrodomésticos las partes críticas de sus interfaces.	Objetivo 2: Desarrollar y validar la herramienta de evaluación de la accesibilidad INKLUGI PRO para identificar las tareas y subtareas críticas, así como, los elementos críticos de las interfaces teniendo en cuenta las capacidades demandadas en el uso de un producto.
Hipótesis 3: El uso de INKLUDIRE ayuda en la definición de las características de accesibilidad en el diseño de las interfaces de electrodomésticos accesibles.	Objetivo 3: Desarrollar y validar las directrices INKLUDIRE para que guíen a las personas diseñadoras a la hora de idear y especificar los elementos de los productos para que puedan ser usados por el mayor número de personas posibles.
Hipótesis 4: El uso de INKLUGI PRO e INKLUDIRE conjuntamente permite el diseño de interfaces de electrodomésticos accesibles.	Objetivo 4: Integrar INKLUGI PRO e INKLUDIRE en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.

## 1.6 Metodología

La metodología seleccionada para el desarrollo de esta investigación es el *Design Inclusive Research* (DIR) de Horváth (2007). La metodología DIR tiene como objetivo aportar rigor científico a la investigación en diseño, puesto que incluir afirmaciones propias de diseño en la investigación científica permite crear nuevas oportunidades de desarrollo de conocimiento. Define 3 fases principales de investigación: (i) fase de las acciones de investigación exploratoria, (ii) fase de acciones creativas de diseño y (iii)

fase de acciones de investigación confirmativa. La primera fase, a su vez, se divide en la fase de exploración, inducción y deducción. La segunda fase se basa en la creación del modelo y la experimentación para su validación. La última fase trata de verificar, validar y consolidar.

La Figura 1.1 presenta la secuencia de acciones planteadas según la metodología DIR (Horváth, 2007) para la validación de las hipótesis 2, 3 y 4. Así, en la fase exploratoria se realiza el análisis del estado del arte a las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces y el análisis de las referencias que recogen directrices de accesibilidad. Tras el análisis del estado del arte, en la fase de deducción, se definen las herramientas INKLUGI PRO y las directrices INKLU D IRE. La definición de INKLUGI PRO se divide en dos partes. En la primera parte se contempla solo el uso del *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) como herramienta de estimación de la exclusión. Sin embargo, en el transcurso del trabajo se termina de definir la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018) y se incluye su posible uso en la segunda instancia de definición de la herramienta INKLUGI PRO. En la fase de deducción también se define la integración de ambas herramientas en la metodología de diseño del DBZ-MU. La fase de verificación se divide en 5 casos de estudio a través de los cuales se experimenta, en primer lugar, la herramienta INKLUGI PRO a través de 4 casos de estudio que dan pie a su verificación en la fase de validación. Tras la validación de la herramienta INKLUGI PRO se procede a la experimentación de las directrices INKLU D IRE junto a INKLUGI PRO aplicándolo en el quinto caso de estudio.

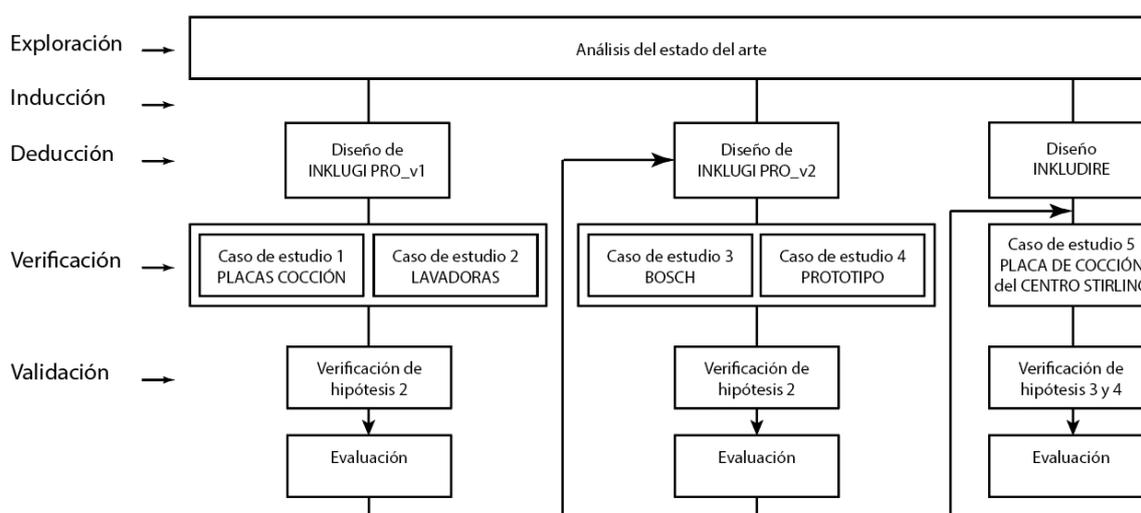


Figura 1.1: Metodología de investigación planteada siguiendo el modelo DIR (Horváth, 2007)

Por otro lado, para la validación de la hipótesis 1 se ha realizado el análisis de la accesibilidad de los electrodomésticos a nivel bibliográfico, a través de una revisión bibliográfica, y de las marcas de electrodomésticos, a través del análisis de sus páginas web y patentes.

## 1.7 Estructura de la tesis

La tesis doctoral que se recoge en este documento consta de 8 capítulos. A continuación, se resume el contenido de cada uno de los capítulos.

El primer capítulo es el capítulo de introducción. En él se explican el objeto de la tesis y su contexto. Partiendo de este contexto se muestran las hipótesis, los objetivos y la metodología definidos para la investigación. Se finaliza el capítulo de introducción explicando la estructura de la tesis.

El segundo capítulo es el de conceptos generales. En este capítulo dos se definen y exponen los principales conceptos y elementos en los que se basa la tesis. Así, por un lado, se define cómo se entienden en esta tesis los conceptos de accesibilidad, usabilidad, diseño centrado en las personas (*HCD*) y diseño inclusivo. Por otro lado, se explican las características del *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015), de la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018) y de la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU, elementos de especial relevancia en la definición y validación de las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE.

Tras contextualizar la tesis en los 2 primeros capítulos se da paso al enmarque científico tecnológico. Este enmarque se realiza en los capítulos 3, 4 y 5.

El capítulo 3 recoge el análisis realizado sobre la accesibilidad de los electrodomésticos. Este análisis se realiza abordándolo desde 3 enfoques diferentes: (i) a nivel bibliográfico, (ii) desde el punto de vista de los productos del mercado y (iii) a nivel de patentes. Así, para el análisis a nivel bibliográfico se realiza un análisis de la revisión bibliográfica; para el análisis de los electrodomésticos del mercado se analizan las páginas web de 91 marcas de electrodomésticos, se identifican las medidas aplicadas en sus productos y se analiza su eficacia; y para el análisis de las patentes se realiza una revisión de las patentes de las marcas que dicen trabajar la accesibilidad de sus electrodomésticos.

En el capítulo 4 se realiza el análisis del estado del arte de las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces. Para ello, se concretan los criterios de la revisión bibliográfica realizada a través de la cual se identifican las herramientas de evaluación que se analizan. Así, se realiza un análisis general de las herramientas

identificadas clasificándolas en 3 grupos: (i) herramientas que no tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, (ii) herramientas que sí tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, pero no son específicas para la evaluación de interfaces y (iii) herramientas específicas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. Posteriormente, se analizan en detalle las herramientas dirigidas específicamente a la evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

El capítulo 5 recoge el análisis del estado del arte de las referencias que recogen directrices de accesibilidad. Primero, se recoge la búsqueda realizada para la identificación de las referencias a analizar. Después, se analizan las 37 referencias identificadas señalando sus objetivos, productos a los que van dirigidos, tipología de directrices que recogen, clasificación que usan y capacidades en las que inciden.

Basándose en las conclusiones obtenidas en el enmarque científico-tecnológico realizado en los capítulos 3, 4 y 5 se da paso en los capítulos 6 y 7 a la definición y validación de las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE.

En el capítulo 6 se definen ambas herramientas y se concreta su integración en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU. Así, se detalla en primer lugar, las características de la herramienta de evaluación de la accesibilidad INKLUGI PRO especificando a detalle sus 3 fases de aplicación: (i) conocer modo de interacción, (ii) análisis de capacidades demandadas y (iii) estimación de exclusión. Después, se definen las directrices INKLUDIRE. Para ello, se explica el procedimiento seguido de análisis y clasificación de las 2.001 directrices analizadas para la definición de INKLUDIRE y se muestran características de las directrices INKLUDIRE. Se finaliza el capítulo señalando como se da la integración de ambas herramientas con la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.

El capítulo 7 recoge la validación de las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE. Para ello, se detallan las características generales de los 5 casos de estudio realizados y se explican en detalle los casos de estudio 3 y 5. En el caso de estudio 3 se muestra la evaluación realizada haciendo uso de INKLUGI PRO de la interfaz de la placa de cocción BOSCH (modelo PKM875DP1D). En el caso de estudio 5 se desarrolla el rediseño de la placa de cocción del Centro Stirling (CS) haciendo uso de las dos herramientas definidas.

Se finaliza la tesis con el capítulo 8 de conclusiones. En este capítulo se recogen las conclusiones obtenidas de la investigación realizada, la validación de las hipótesis, las principales limitaciones de esta, así como, las nuevas líneas de investigación abiertas a modo de líneas futuras.

Capítulo 2

## **CONCEPTOS GENERALES**

## 2 Conceptos generales

En este capítulo se contextualizan diferentes términos, corrientes y herramientas relacionados con el Diseño Inclusivo de cara a aclarar cómo han sido considerados para el desarrollo de la tesis doctoral recogida en este documento.

Así, en este capítulo, se especifica, en primer lugar, la terminología donde se concreta qué se entiende por usabilidad y qué por accesibilidad. Una vez concretada la diferencia entre ambos términos, en segundo lugar, se explica qué es el diseño inclusivo y su diferencia con respecto al *HCD*. En este punto se ahonda también en la metodología de diseño del DBZ-MU. En último lugar, se explica el concepto de estimación de la exclusión como medida de accesibilidad y se detallan las herramientas *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) e INKLUGI (DBZ-MU, 2018), usadas en INKLUGI PRO (capítulo 6) para realizar el cálculo de la estimación de la exclusión.

### 2.1 Usabilidad vs. accesibilidad

A continuación, se enmarcan los términos de usabilidad y accesibilidad con el objetivo de asentar las definiciones para la investigación.

#### 2.1.1 Usabilidad

Para poder definir el términos de usabilidad se ha consultado primeramente el diccionario general y jurídico de la Real Academia Española (RAE, 2019). Sin embargo, este diccionario no recoge dicho término, por lo que se debe consultar en entornos especializados o normas técnicas para encontrar las definiciones necesarias.

Se ha identificado la ISO 9241-11:2018 con el título de “Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad. Definiciones y conceptos” como una de las principales referencias del ámbito de la interacción para la definición del término usabilidad. Así, según esta norma la usabilidad es:

“Grado en el que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por personas usuarias específicas para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”. (AENOR, 2018)

#### 2.1.2 Accesibilidad

Se ha seguido el mismo proceso para definir el término de accesibilidad. En este caso el diccionario general de la RAE define la accesibilidad como

“La cualidad de accesible” (RAE, 2019)

A su vez define accesible con las siguientes acepciones:

“1. adj. Que tiene acceso. / 2. adj. De fácil acceso o trato. / 3. adj. De fácil comprensión, inteligible.” (RAE, 2019)

Sin embargo, estas definiciones quedan ambiguas para el proyecto. Así, se encuentra en el diccionario jurídico de la misma academia una acepción más adecuada donde se dice que la accesibilidad es:

“Condición que deben cumplir los entornos, productos y servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables por todos los ciudadanos, incluidas las personas con discapacidad.” (RAE, 2019)

En la misma línea, la ISO 9241-11:2018 define accesibilidad como:

“Grado en el que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la más amplia gama de necesidades, características y capacidades para lograr los objetivos identificados en contextos de uso identificados”. (AENOR, 2018)

## 2.2 Corrientes de Diseño Inclusivo

Son diversas las corrientes que promueven el Diseño Inclusivo. En este apartado se profundiza en ellas y se marca la diferencia entre el *HCD* y el Diseño Inclusivo.

### 2.2.1 Diseño Centrado en Personas

Las palabras de David Townson recogidas por el *Design Council* entorno al *HCD* resumen de forma clara su enfoque.

“Todo diseño debe estar centrado en las personas, es tan simple como eso. Y quiero decir centrado en las personas, no "centrado en la persona usuaria" o "fácil de usar", porque las personas usuarias, después de todo, son personas. Pero, lo más importante, porque estar centrado en las personas no se trata solo de la persona usuaria. El *HCD* tiene en cuenta a cada persona en la que impactan sus decisiones de diseño.

Este es un punto que a menudo pasan por alto los nuevos diseñadores, que se centran demasiado en una persona usuaria principal definida. Hay muchas otras personas que interactuarán con su producto: los trabajadores de la fábrica que lo fabrican, el servicio de mensajería que lo entrega, el técnico que lo instala, el mecánico que lo repara, incluso la persona que lo elimina al final de su vida útil. Todas ellas también pueden ser personas usuarias principales, pero muchas no lo serán.

Debes estar abierto al hecho de que puede haber muchas otras personas usuarias potenciales que aún no conoces...” (Design Council, 2020)

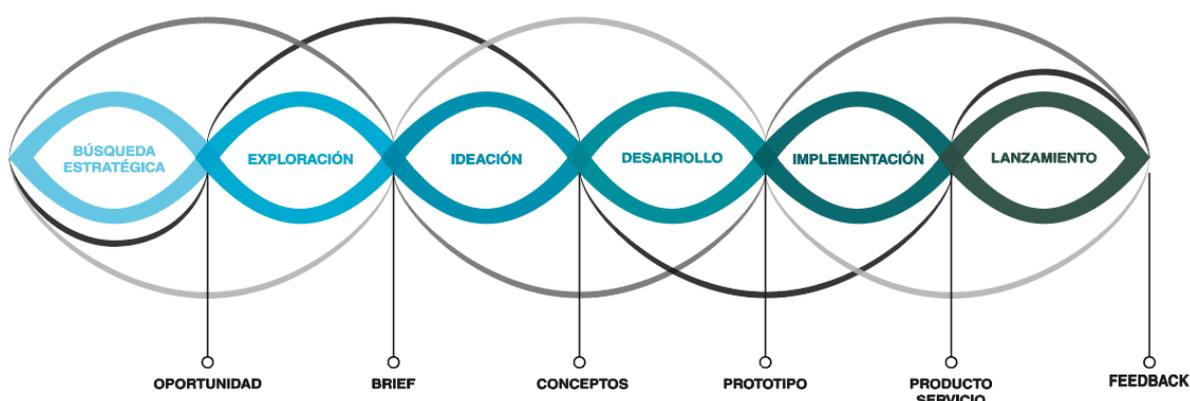
Así, la norma ISO 9241:210:2019 define el *HCD* como un enfoque que tiene como objetivo que los sistemas interactivos sean más usables aplicando técnicas de factores humanos, ergonomía y usabilidad. La misma norma señala que los enfoques de *HCD* deberían de seguir 6 principios:

- El diseño se basa en la comprensión de las personas usuarias, las tareas y los entornos
- Las personas usuarias participan en el proceso de diseño
- El diseño se rige por una evaluación centrada en las personas usuarias
- El proceso es iterativo
- El diseño aborda toda la experiencia de usuario
- El equipo de diseño es multidisciplinar

Así, una de las principales características del *HCD* es la involucración de las personas en los procesos de diseño. Teniendo en cuenta esta perspectiva el DBZ-MU ha definido su propia metodología de *HCD*. A continuación, se detalla esta metodología.

### 2.2.1.1 Metodología de innovación basada en personas del DBZ-MU

La Metodología de innovación basada en personas del DBZ-MU (Figura 2.1) (DBZ-MU, 2014) está basada en el *HCD*. Es una metodología que guía el diseño de productos y servicios apoyándose en los conocimientos de las personas usuarias. Para ello, promueve la participación de las personas usuarias en las 6 fases de la metodología: (i) búsqueda estratégica, (ii) exploración, (iii) ideación, (iv) desarrollo, (v) implementación y (vi) lanzamiento.



**Figura 2.1:** Metodología de diseño del DBZ-MU (DBZ-MU, 2014)

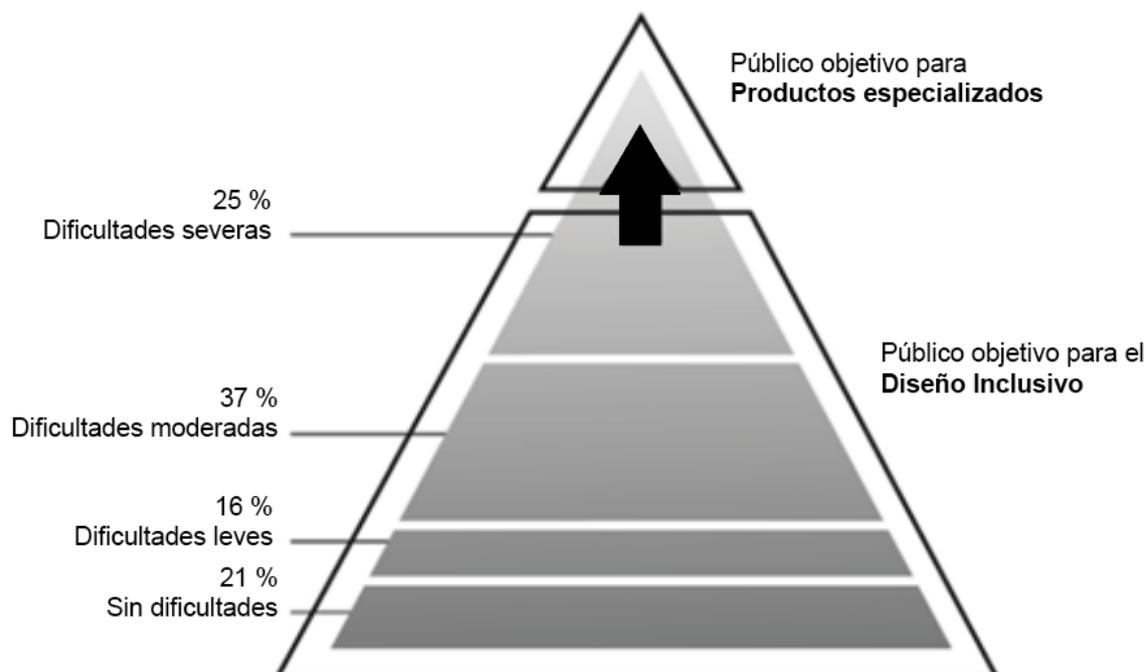
El objetivo de la primera fase, búsqueda estratégica, es detectar nuevas oportunidades para el desarrollo de productos y servicios innovadores. Estas oportunidades son el resultado de la fase de búsqueda estratégica. Partiendo de las oportunidades identificadas, la segunda fase, exploración, tiene como objetivo definir las

especificaciones que deberán de cumplir los productos y servicios resultantes del proceso de diseño. Se recogen estas especificaciones en un *brief* como resultado de la fase de exploración. La tercera fase, ideación, tiene como objetivo la generación de soluciones que cumplan el *brief* definido. Estas soluciones se proponen en forma de conceptos al finalizar la fase. La cuarta fase, desarrollo, corresponde al desarrollo de los conceptos resultantes de la fase de ideación. Durante el desarrollo se van definiendo en detalle los conceptos hasta llegar a un prototipo de la solución. En la quinta fase, implementación, se da el salto de prototipo a producto o servicio concretando todo lo necesario para su producción. El lanzamiento del mismo corresponde a la sexta y última fase. A lo largo del proceso se promueve la participación de las personas usuarias haciendo uso de herramientas como observaciones, encuestas, testeos, etc. para obtener como resultado un producto o servicio que sea de valor para las personas, tecnológicamente factible y viable desde un punto de vista empresarial.

### 2.2.2 Diseño Inclusivo

El Diseño Inclusivo (Waller et al., 2015) es junto al *Design for All* o Diseño para Todos (The EIDD Stockholm Declaration, 2004) y el Diseño Universal (Connell et al., 1997) una de las principales corrientes que persigue el objetivo de diseñar productos y servicios que puedan ser usados por el mayor número de personas independientemente de sus capacidades físicas, cognitivas o sensoriales (Bianchin & Heylighen, 2018). Asimismo, si definimos la accesibilidad como “el grado en el que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la más amplia gama de necesidades, características y capacidades para lograr los objetivos identificados en contextos de uso identificados” (AENOR, 2018) se puede llamar al diseño de los productos que cumplen con estas características también Diseño Accesible.

Hosking et al. (2010) muestran con la Figura 2.2 el potencial *target* del Diseño Inclusivo ya que incluye a las personas que no tiene dificultades, a las que tienen dificultades leves y a las que tienen dificultades medias. Así, el Diseño Inclusivo acepta sus limitaciones y promueve el diseño para el mayor número de personas posibles.



**Figura 2.2:** Alcance del diseño inclusivo (traducido de Hosking et al., 2010)

Por otro lado, son 7 principios del Diseño Universal (Connell et al., 1997):

1. Uso equitativo
2. Uso flexible
3. Uso simple e intuitivo
4. Información perceptible
5. Tolerancia al error
6. Mínimo esfuerzo físico
7. Adecuado tamaño de aproximación y uso

El Diseño para Todos, por su lado, “pretende que todas las personas tengan las mismas oportunidades de participar en todos los aspectos de la sociedad” (The EIDD Stockholm Declaration, 2004) para lo que considera necesario que los objetos cotidianos y servicios, entre otros, sean accesibles.

De este modo, estos enfoques dan un paso más con respecto al *HCD* y no solo contemplan el amplio rango de personas usuarias, sino que concretan la diversidad en los procesos de diseño.

En esta tesis, a la hora de referirse a este enfoque de diseño se usarán los términos de Diseño Inclusivo o Diseño Accesible indistintamente.

## 2.3 La estimación de la exclusión como medida de accesibilidad

La estimación de la exclusión es una de las medidas que se puede usar para evaluar la accesibilidad de los productos. Esta medida se refiere a la cantidad de personas que quedan excluidas debido a las capacidades demandadas por el producto para su uso. A continuación, se explican las características de dos de las herramientas usadas para estimar la exclusión (González de Heredia, 2022): *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) e INKLUGI (DBZ-MU, 2018).

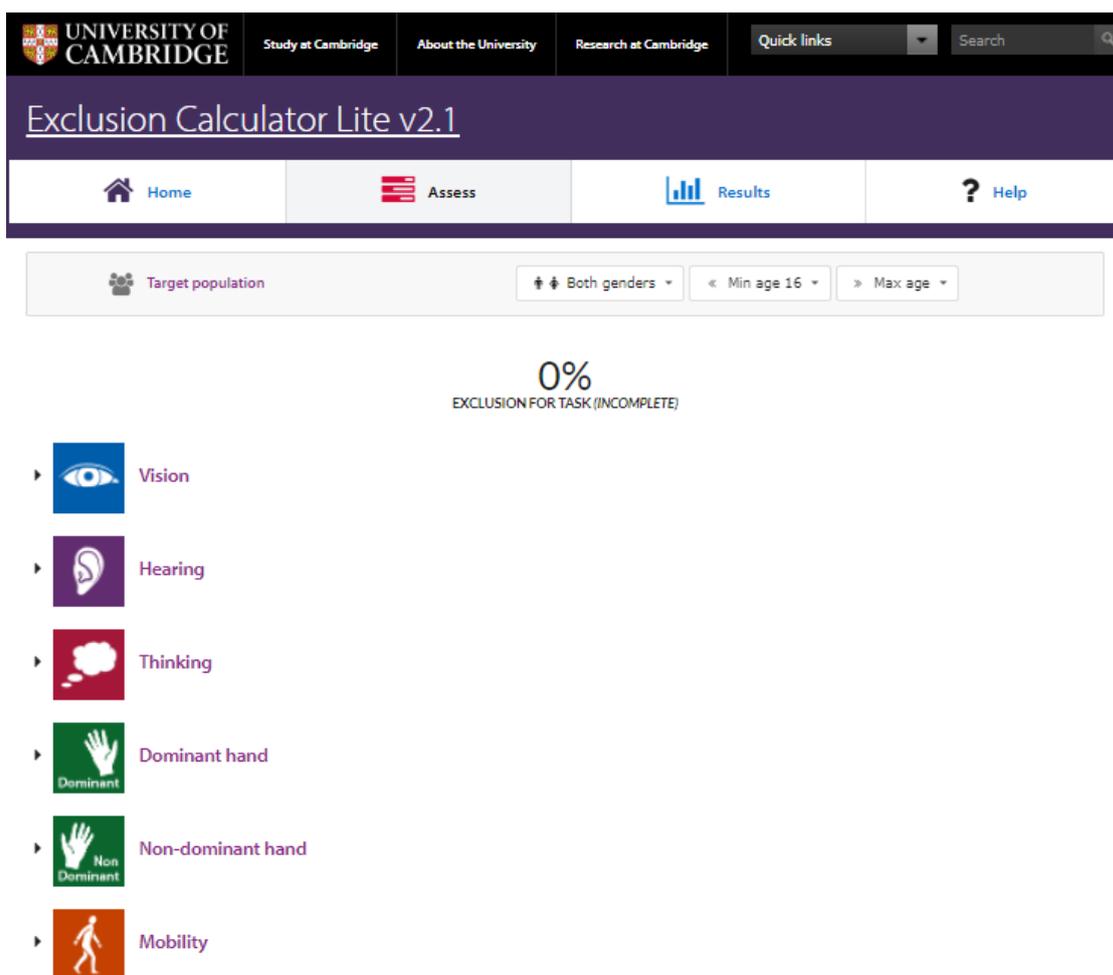
### 2.3.1 *Exclusion Calculator*

El *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015), desarrollado por el grupo de investigación de Diseño Inclusivo de la Universidad de Cambridge estima la cantidad de personas del Reino Unido que quedan excluidas en el uso de un producto. Tiene como base los datos de la encuesta *Disability Follow-Up to the 1996/97 Family Resources Survey* (2000) realizada en Reino Unido.

Para ello, partiendo del objetivo a alcanzar o la tarea a realizar con el uso de un producto, considera las capacidades demandadas por el producto en su uso según la siguiente clasificación de capacidades:

- **Visión**
- **Audición**
- **Cognición**, con 5 ítems: (i) concentración, (ii) memoria a largo plazo, (iii) alfabetización, (iv) comprensión oral y (v) habla.
- **Destreza de la mano dominante**, con 4 ítems: (i) fuerza para levantar las cosas, (ii) destreza, (iii) alcance frontal y superior y (iv) el alcance inferior.
- **Destreza de la mano no dominante**, con 4 ítems: (i) fuerza para levantar las cosas, (ii) destreza, (iii) alcance frontal y superior y (iv) el alcance inferior.
- **Movilidad** con 3 ítems: (i) caminar, (ii) subir escaleras y (iii) estar de pie y en equilibrio.

En la Figura 2.3 se ve la pantalla de evaluación del *Exclusion Calculator*. En la figura se aprecia cómo la herramienta ofrece la opción de determinar el *target* de la población que se quiere tener en cuenta según su sexo y edad para la evaluación, muestra el porcentaje total de exclusión (una vez se haya hecho la evaluación) y cuáles son las capacidades que se tienen en cuenta.



**Figura 2.3:** Pantalla de evaluación de la exclusión del *Exclusion Calculator*

Para realizar la evaluación se señala en una escala del 1 al 12 el nivel de cada ítem de la clasificación de capacidades, siendo el 1 el menor nivel de capacidad de demandada y el 12 el mayor. La propia herramienta proporciona referencias para guiar la concreción del nivel demandado de cada ítem en el uso de un producto. En la Figura 2.4 se muestra como ejemplo los ítems y las escalas para la evaluación de la capacidad de movilidad. Así, a la hora de valorar la demanda del ítem de caminar (*walking*) en el uso de un producto un “1” sería una demanda del ítem caminar que se pudiera comparar a no necesitar caminar sin ayuda (“*no need to walk without help*”), un “4” sería algo comparable a necesitar caminar 50 m sin ayuda y sin parar (“*walk 50m without help and without stopping, with aids if needed*”), un “8” a necesitar caminar 175 m sin ayuda y sin parar (“*walk 175m without help and without stopping, with aids if needed*”) y un “12” a necesitar caminar 350 m sin ayuda y sin parar (“*walk 350m without help and without stopping, with aids if needed*”).



**Figura 2.4:** Pantalla de valoración de la exclusión debida a la movilidad del *Exclusion Calculator*

Como resultado, el *Exclusion Calculator* proporciona por defecto el porcentaje de personas mayores de 16 años del Reino Unido excluidas para el desarrollo de una tarea en general y por capacidades. Además, da la opción de obtener el resultado por sexo y grupo de edades. En la Figura 2.5 se muestra la pantalla de resultados de una evaluación realizada con el *Exclusion Calculator*. En esta figura se aprecia la posibilidad de ajustar el rango de la población (*target population*) que considerará la evaluación, el porcentaje y el número total de personas excluidas en el uso del producto evaluado y la gráfica de exclusión por capacidades. En el ejemplo mostrado se ve cómo el uso del producto evaluado excluye a un 11,3 % de la población femenina del Reino Unido, 8.512.485 personas, de entre 40 y 64 años debido a las capacidades requeridas para su uso.

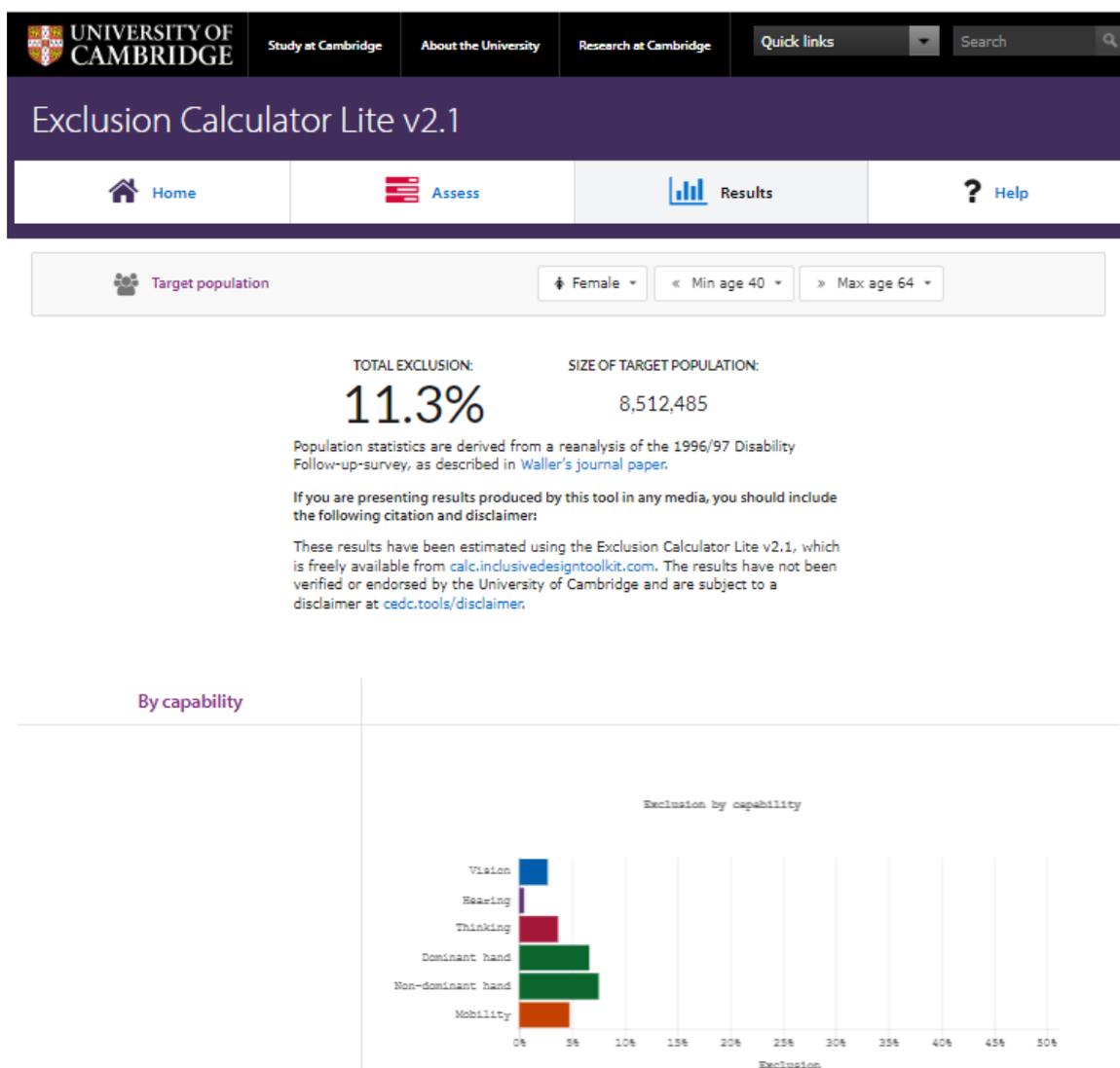


Figura 2.5: Pantalla de resultados del *Exclusion Calculator*

### 2.3.2 INKLUGI

Teniendo como referencia el *Exclusion Calculator*, en el DBZ-MU se ha desarrollado la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018). INKLUGI estima el grado de exclusión que se da en el uso de un producto o servicio con el fin de ayudar en la toma de decisiones desde un enfoque de Diseño Inclusivo. El cálculo del grado de la exclusión con INKLUGI se basa en los datos de la encuesta de discapacidad, autonomía personal y situaciones de dependencia (EDAD) del 2008.

Para ello, partiendo del producto o servicio a evaluar, considera las capacidades demandadas por el producto o servicio en su uso según la siguiente clasificación de capacidades (DBZ-MU, 2018):

- **VISIÓN**, con 2 ítems: (i) leer la letra pequeña de un periódico y (ii) ver la cara de una persona al otro lado de la calle.

- **AUDICIÓN**, con 2 ítems: (i) oír sonidos fuertes y (ii) oír una conversación con varias personas.
- **COGNICIÓN**, con 7 ítems: (i) habla de manera comprensible, (ii) comprender lo que dicen otras personas, (iii) comprender un texto escrito o expresarse mediante un texto, (iv) comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos, (v) mantener una conversación a través del lenguaje hablado, escrito u otro tipo, (vi) llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda y (vii) llevar a cabo tareas complejas sin ayuda.
- **MOVILIDAD**, con 4 ítems: (i) cambiar de postura sin ayuda y sin supervisión, (ii) mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión, (iii) andar o moverse dentro de la vivienda sin ayudas y sin supervisión y (iv) andar o moverse fuera de la vivienda sin ayudas y sin supervisión.
- **DESTREZA**, con 3 ítems: (i) levantar o transportar algo con las manos o brazos; (ii) manipular y mover objetos, utilizando las manos y los brazos sin ayuda y sin supervisión y (iii) manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión.

Para realizar la evaluación, INKLUGI (DBZ-MU, 2018), tiene en cuenta 4 tareas principales a realizar en el uso de un producto o servicio. Así, para la estimación de la exclusión haciendo uso de INKLUGI, en primer lugar, se deben identificar las tareas a realizar para el uso de un producto. En la Figura 2.6 se muestra la pantalla de INKLUGI en la que se especifica el nombre del producto o servicio a evaluar y las 4 tareas principales a realizar en su uso.

Una vez, definidas las tareas se introducen en la herramienta y se procede a determinar el nivel de capacidades demandadas para el desarrollo de las tareas definidas. Para ello, se responde a una serie de preguntas agrupadas por capacidades con un SI o un NO dependiendo si es necesario o no realizar una acción comparable a la indicada en la pregunta. Se responden estas preguntas para cada una de las tareas previamente definidas que son necesarias realizar en el uso de un producto. En la Figura 2.7 se muestra como ejemplo la pantalla donde se valoran los ítems correspondientes a la demanda visual en el uso de una máquina expendedora. En la figura se ven las dos preguntas correspondientes a los dos ítems relativos a la demanda visual y las opciones de respuesta para las 4 tareas definidas: (i) elegir un producto, (ii) introducir el dinero, (iii) coger le producto y (iv) coger los cambios.



**Figura 2.6:** Pantalla de INKLUGI donde se señalan el producto a evaluar y las tareas a realizar para su uso

Tras responder a las preguntas referentes a las capacidades de la clasificación, INKLUGI, calcula el nivel de exclusión que genera el uso del producto analizado. Como resultado de la aplicación de la herramienta INKLUGI se obtiene, por un lado, el porcentaje de personas españolas que quedan excluidas debido a las capacidades demandadas en el uso de un producto o servicio en general y, por otro lado, se desglosa por el nivel de dificultad que supone el uso del producto o servicio analizado, por sexo y edad y por tareas. Además, también proporciona los datos por capacidades. Con todo ello, facilita la toma de decisiones en los procesos de Diseño Inclusivo.

INKLUGI 
¿Que es Inklugi?
Colaboradores
Contacto
es | eu

# INKLUGI

Diseña productos y servicios más inclusivos

**Visual**

**Auditiva**

**Cognitiva**

**Movilidad**

**Destreza**

¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a...

**...leer la letra pequeña de un periódico?**

+ info

<b>1</b> Elegir el producto <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<b>2</b> Introducir el dinero <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<b>3</b> Coger el producto <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<b>4</b> Coger los cambios <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
---	---	--	--

**...ver la cara de una persona al otro lado de la calle?**

+ info

<b>1</b> Elegir el producto <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<b>2</b> Introducir el dinero <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<b>3</b> Coger el producto <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<b>4</b> Coger los cambios <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
---	---	--	--

Ver resultados

Siguiente

**Figura 2.7:** Pantalla de INKLUGI donde se valoran los ítems correspondientes a la demanda de visión.

Las Figura 2.8, Figura 2.9 y Figura 2.10 muestran los resultados de la evaluación con INKLUGI de la accesibilidad de una máquina de vending. La Figura 2.8 muestra los resultados generales. Así, se aprecia como un 5,87 % de la población española, 2.583.201 personas, quedarían excluidas para el uso de la máquina de vending evaluada. Asimismo, se muestran las tasas de exclusión correspondientes a la población que no podrían usar la máquina de vending (1,86 %, 818.774 personas), las que tendrían muchas dificultado (2,15 %, 946.990 personas) o las que tendrían algo de dificultad (1,86 %, 817.437 personas). También se ven los resultados segregados por grupos de edad y por sexo. La Figura 2.9 muestra los resultados de exclusión por tareas. La tarea “introducir dinero” es la que más personas excluye, un 4,75 % de la población, 2.089.395 personas. Finalmente, la Figura 2.10 muestra, como ejemplo, los resultados correspondientes a la demanda visual de la evaluación de la máquina expendedora. Es el 2,13 % de la población española, 938.130 personas, la que quedará excluida debido

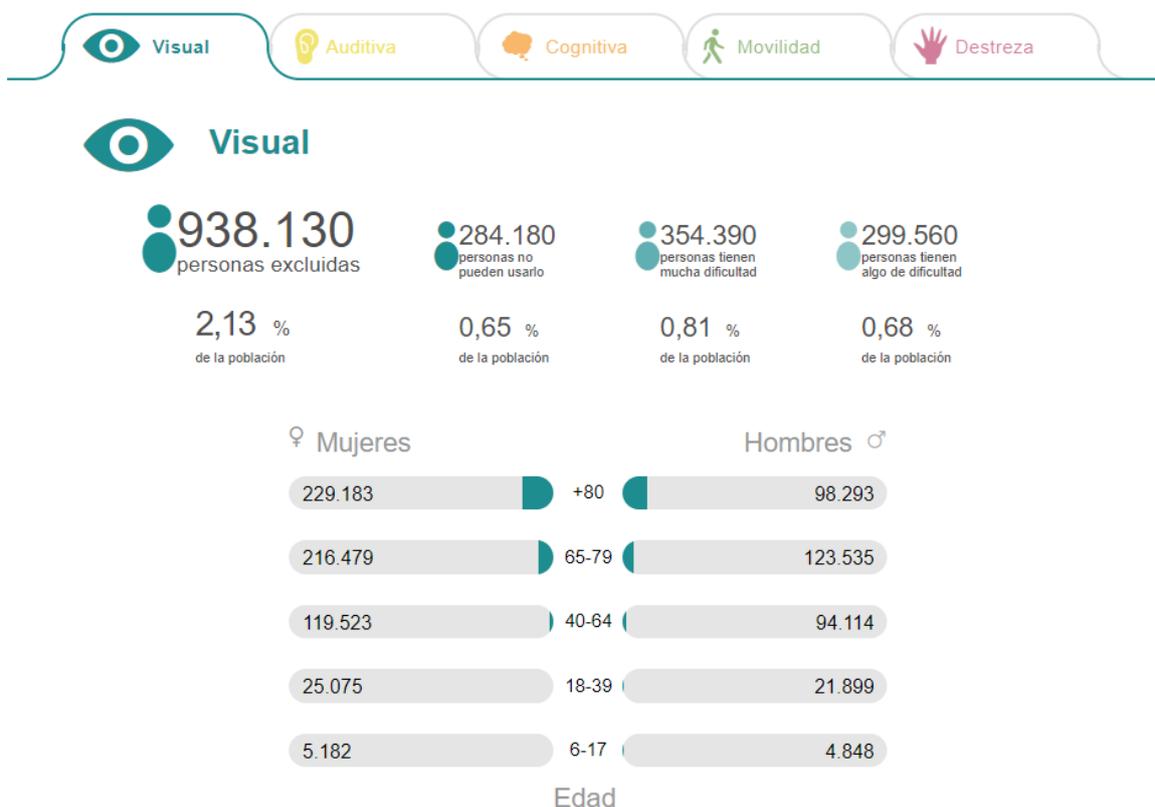
a la visión requerida para el uso de la máquina expendedora. Al igual que con el resultado general, se muestra la tasa de exclusión de las personas que no podrán usar la máquina de vending debido a la demanda visual, las que tendrán muchas dificultades y las que tendrán algo de dificultad. También se muestran los resultados derivados de la demanda visual segregados por grupos de edad y sexo. Estos resultados se obtienen para las cinco capacidades evaluadas: visión, audición, cognición, movilidad y destreza.



**Figura 2.8:** Pantalla de INKLUGI donde se muestra el resultado general de la evaluación de una máquina expendedora



**Figura 2.9:** Pantalla de INKLUKI donde se muestra el resultado por tareas de la evaluación de una máquina expendedora



Estos datos se han calculado considerando que la población de España es de 43 millones de personas y utilizando la información de la Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD 2008) del Instituto Nacional de Estadística (INE).

**Figura 2.10:** Pantalla de INKLUKI donde se muestra el resultado de la tasa de exclusión derivado de la demanda visual en el uso de una máquina expendedora

Capítulo 3

**CÓMO SE INTEGRA LA ACCESIBILIDAD  
EN LOS ELECTRODOMÉSTICOS**

## 3 Cómo se integra la accesibilidad en los electrodomésticos

El reto que supone dar respuesta a la amplitud de necesidades derivadas de una sociedad cada vez más diversa va más allá de proponer soluciones específicas o basadas en tecnologías de apoyo para que una persona pueda utilizar los productos necesarios en el día a día. Así, es necesario integrar aspectos de accesibilidad en los productos de consumo para que estos puedan ser usados por el mayor número de personas posibles independientemente a sus características.

En este capítulo se afronta el análisis de la integración de la accesibilidad en los electrodomésticos desde 3 enfoques diferentes:

1. Revisión bibliográfica: se realiza una revisión bibliográfica con el objetivo de identificar y analizar el trabajo que se está haciendo a nivel científico en la temática.
2. La accesibilidad en los electrodomésticos del mercado: se analizan las medidas de accesibilidad que aplican las marcas de electrodomésticos en sus productos y su eficacia.
3. Patentes: se realiza una búsqueda de patentes para identificar posibles nuevas soluciones de accesibilidad que las marcas de electrodomésticos pueden aplicar en sus productos.

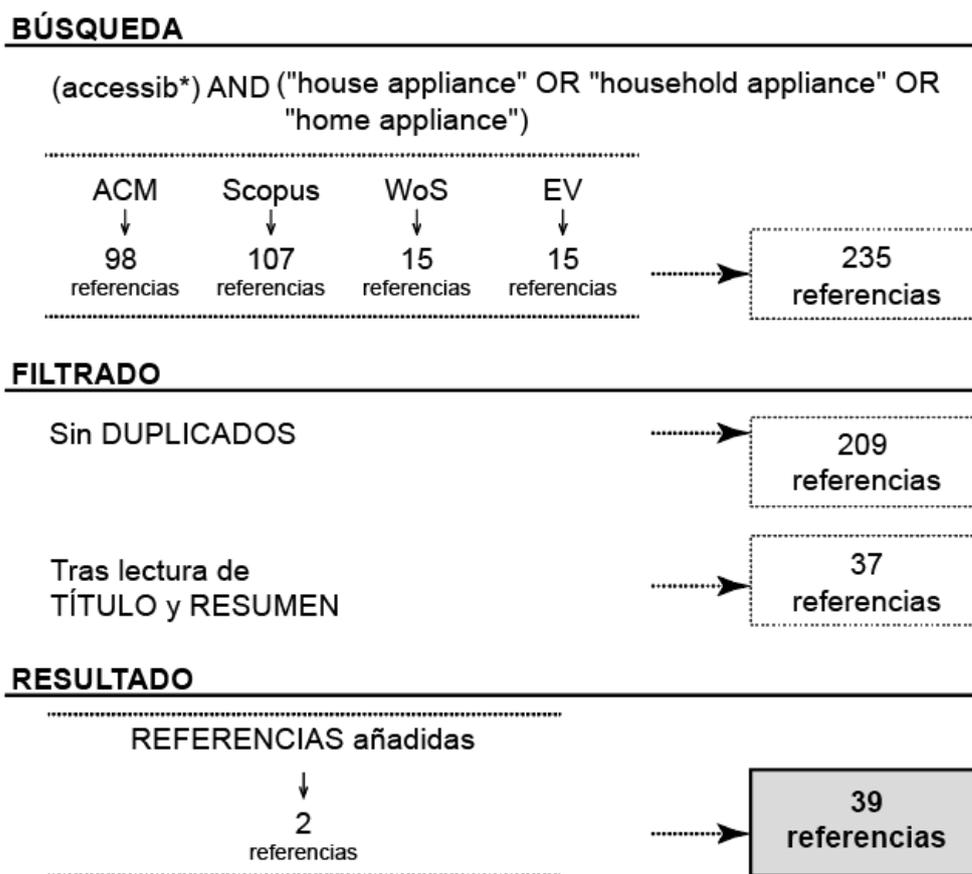
A continuación, se recogen dichos 3 análisis y las conclusiones del capítulo.

### 3.1 Revisión bibliográfica

Se ha realizado una revisión bibliográfica para identificar y analizar el trabajo que se está haciendo a nivel científico para integrar la accesibilidad en los electrodomésticos. Con este fin, por un lado, se muestra la búsqueda bibliográfica con la que se identifican los artículos científicos que muestran el trabajo de investigación realizado en torno a la accesibilidad de los electrodomésticos. Por otro lado, se recoge el análisis de los artículos identificados en la búsqueda con el objetivo de identificar a qué necesidades dan respuesta y en qué electrodomésticos se aplican las soluciones.

#### 3.1.1 Búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se ha basado en una revisión de la bibliografía que se ha realizado tal y como se muestra en la Figura 3.1.



**Figura 3.1:** Esquema de la búsqueda bibliográfica de la accesibilidad de los electrodomésticos

En primer lugar, se ha realizado una búsqueda combinando la palabra truncada “accessib\*” con un grupo de palabras que hacen referencia a los electrodomésticos ("house appliance" OR "household appliance" OR "home appliance"). Esta búsqueda se ha realizado en las bases de datos de la biblioteca digital de la *Association for Computing Machinery (ACM)*, *Scopus*, *Web of Science (WoS)* y *Engineering Village (EV)*. Así, se han obtenido un total de 235 referencias.

En segundo lugar, se han filtrado las referencias eliminando los duplicados obteniendo como resultado 209 referencias. Después, se ha leído el título y el resumen de las mismas. Tras dicha lectura se han seleccionado las publicaciones que están directamente relacionadas con la accesibilidad de los electrodomésticos. De este modo se obtienen 37 referencias.

Finalmente, tras la lectura de las 37 referencias seleccionadas se han añadido 2 referencias derivadas de la bibliografía. Así, en total se han considerado 39 referencias para su análisis (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1:** Referencias resultantes de la búsqueda bibliográfica accesibilidad en electrodomésticos

Referencia	Título
1 Adam & Okimoto (2021)	<i>Multimodal Technology: Improving Accessibility of the Design of Home Appliances</i>
2 Aguirre-Munizaga et al. (2017)	<i>A Development Model of an Embedded System for Improving the Mobility of People with Physical Disabilities</i>
3 Al-Atwan & Nitulescu (2020)	<i>Monitoring and Controlling Home Appliances by Different Network Technologies</i>
4 Balakrishnan et al. (2018)	<i>Smart Home Technologies: A Preliminary Review</i>
5 Blasco et al. (2014)	<i>A Smart Kitchen for Ambient Assisted Living</i>
6 Callejas & López-Cózar (2009)	<i>Designing Smart Home Interfaces for the Elderly</i>
7 Condado & Lobo (2015)	<i>A System for Controlling Assisted Living Environments Using Mobile Devices</i>
8 Coral et al. (2019)	<i>Home automation system for people with visual and motor disabilities in Colombia.</i>
9 Gentry (2009).	<i>Smart homes for people with neurological disability: State of the art</i>
10 Gullà et al. (2016).	<i>An adaptive smart system to foster disabled and elderly people in kitchen-related task</i>
11 Guo et al. (2015)	<i>ApplianceReader: A Wearable, Crowdsourced, Vision-Based System to Make Appliances Accessible</i>
12 Guo et al. (2016)	<i>Facade: Auto-Generating Tactile Interfaces to Appliances</i>
13 Gupta et al. (2012)	<i>EASY Alliance: A new standard to enable access to consumer electronics and home appliances (CEHA) for seniors and the disabled</i>
14 Haraikawa et al. (2006)	<i>A unique way of personalized and situational supports for universal access of home appliance network</i>
15 Jamil & Ahmad (2015)	<i>A pilot study: Development of home automation system via raspberry Pi</i>
16 Kane et al. (2013)	<i>Access Lens: A gesture-based screen reader for real-world documents</i>
17 H. Kim et al. (2019)	<i>Multi-Device Framework with Spatial Clustering (Industry Track)</i>

Referencia	Título
18 S. Kim et al. (2016)	<i>Applying Extending Hierarchical Task Analysis to Accessibility Assessment Methodology of Home Appliance</i>
19 T. Kim (2017)	<i>Perceived difficulties in using blenders by user groups and product features</i>
20 Kocsis et al. (2017)	<i>DSPACE: An inclusive repository for cost-efficient development of accessible control interfaces</i>
21 Kshirsagar et al. (2020)	<i>IoT Enabled Gesture-Controlled Home Automation for Disabled and Elderly</i>
22 Kumar et al. (2019)	<i>Application of natural language processing and IoTCloud in smart homes</i>
23 Kuusinen (2011)	<i>The evaluation of accessibility and usability in Home for All-project</i>
24 J. H. Lee et al. (2021)	<i>A persona-based approach for identifying accessibility issues in elderly and disabled users' interaction with home appliances</i>
25 S. Lee & Kim (2014)	<i>Accessible information structure with no visual feedback for electronic house appliance design</i>
26 Leporini & Buzzi (2018)	<i>Home Automation for an Independent Living: Investigating the Needs of Visually Impaired People</i>
27 Masina et al. (2020)	<i>Investigating the accessibility of voice assistants with impaired users: Mixed methods study</i>
28 Masina et al. (2021)	<i>VOICE Actuated Control Systems (VACS) for accessible and assistive smart homes. A preliminary investigation on accessibility and user experience with disabled users.</i>
29 Pan et al. (2010)	<i>GeeAir: A Universal Multimodal Remote Control Device for Home Appliances</i>
30 Raza et al. (2020)	<i>A Home Automation through Android Mobile App by Using Arduino UNO</i>
31 Reyes-Cruz et al. (2020)	<i>Reframing Disability as Competency: Unpacking Everyday Technology Practices of People with Visual Impairments</i>
32 Ruser et al. (2020)	<i>Making the Home Accessible - Experiments with an Infrared Handheld Gesture-Based Remote Control</i>

Referencia	Título
33 Sainz de Salces et al. (2005)	<i>Designing for All in the House</i>
34 Seklou et al. (2019)	<i>Monitoring and Management of Home Appliances with NETCONF and YANG</i>
35 K. T. Sun et al. (2020)	<i>Towards an Accessible Use of a Brain-Computer Interfaces-Based Home Care System through a Smartphone</i>
36 N. Sun (2020)	<i>CareHub: Smart Screen VUI and Home Appliances Control for Older Adults</i>
37 Vanderheiden & Vanderheiden (1992)	<i>Accessible Design of Consumer Products: Guidelines for the Design of Consumer Products to Increase Their Accessibility to People With Disabilities or Who Are Aging</i>
38 AENOR (2016)	<i>ISO 24504:2014. Ergonomics. Accessible design. Sound pressure levels of spoken announcements for products and public address systems</i>
39 Asociación Española de Normalización (UNE, 2021)	<i>IEC 63008:2020. Household and similar electrical appliances - Accessibility of control elements, doors, lids, drawers and handles</i>

Una vez identificadas las referencias se ha procedido a su análisis.

### 3.1.2 Análisis de la revisión bibliográfica

Se analizan las 39 referencias y en la Tabla 3.2 se muestra las características del estudio o la solución de accesibilidad propuesta en las 39 referencias identificadas. Así, se concreta el *target* o personas objeto y el producto sobre el que versa el estudio y se clasifica en base a las características del mismo en 3 grupos:

- a. **Control remoto y automatización:** reúne los estudios y soluciones de accesibilidad que están dirigidos a definir, proponer o mejorar soluciones para el control remoto o la automatización de los electrodomésticos. Se engloban en este grupo, por ejemplo, posibles aplicaciones para dispositivos móviles para el control remoto de los electrodomésticos, sistemas de monitorización de los hogares inteligentes o propuestas para la gestión y control de electrodomésticos inteligentes.
- b. **Tecnologías de apoyo:** reúne las propuestas de accesibilidad dirigidas a facilitar el control de los electrodomésticos a través de dispositivos intermediarios que no pertenezcan al anterior grupo.

- c. **Proceso de diseño, directrices y normas:** reúne las propuestas dirigidas a incidir en el proceso de diseño y guiar al diseñador o desarrollador de soluciones a la hora de definir productos y servicios accesibles. También se clasifican en este grupo las directrices de diseño y normas identificadas en la búsqueda.

**Tabla 3.2:** Características de la solución de accesibilidad propuesta en la referencia

	Referencia	Target	Producto	Clasificación		
				a	b	c
1	Adam & Okimoto (2021)	Personas con discapacidad visual	Interfaces de electrodomésticos			X
2	Aguirre-Munizaga et al. (2017)	Personas con discapacidad física	Electrodomésticos	X		
3	Al-Atwan & Nitulescu (2020)	Personas mayores y personas con discapacidad	Dispositivos y aparatos domésticos	X		
4	Balakrishnan et al. (2018)	Personas mayores	Hogar inteligente	X		
5	Blasco et al. (2014)	Personas mayores y personas con discapacidad	Entorno cocina	X		
6	Callejas & López-Cózar (2009)	Personas mayores	Hogar inteligente	X		
7	Condado & Lobo (2015)	Personas mayores y personas con parálisis cerebral	Electrodomésticos	X		
8	Coral et al. (2019)	Personas con discapacidad visual y motora	TV, ventilador, lámparas	X		
9	Gentry (2009).	Personas con discapacidad neurológica	Hogar inteligente	X		
10	Gullà et al. (2016).	Personas mayores y personas con discapacidad	Guiado en el cocinado y control de electrodomésticos	X		
11	Guo et al. (2015)	Personas con discapacidad visual	Electrodomésticos		X	
12	Guo et al. (2016)	Personas con discapacidad visual	Electrodomésticos		X	

Referencia	Target	Producto	Clasificación		
			a	b	c
13 Gupta et al. (2012)	Toda clase de personas consumidoras, incluidas personas con discapacidad	Productos electrónicos de consumo y electrodomésticos			X
14 Haraikawa et al. (2006)	Personas con discapacidad física y discapacidad visual	Red de electrodomésticos	X		
15 Jamil & Ahmad (2015)	Personas mayores y personas con discapacidad	Ventilador y luz	X		
16 Kane et al. (2013)	Personas con ceguera	Electrodomésticos		X	
17 H. Kim et al. (2019)	Personas usuarias en general	Electrodomésticos inteligentes	X		
18 S. Kim et al. (2016)	Personas con discapacidad	Electrodomésticos			X
19 T. Kim (2017)	Personas mayores	Licuada			X
20 Kocsis et al. (2017)	Personas con discapacidad	Aplicaciones y servicios software			X
21 Kshirsagar et al. (2020)	Personas mayores y personas con discapacidad motriz	Luz y ventilador		X	
22 Kumar et al. (2019)	Personas mayores y personas con discapacidad	Electrodomésticos inteligentes	X		
23 Kuusinen (2011)	Personas mayores. Accesibilidad intelectual	Electrodomésticos. Casa para todos/as			X
24 J. H. Lee et al. (2021)	Personas mayores y personas con discapacidad	Electrodomésticos			X
25 S. Lee & Kim (2014)	Personas con discapacidad visual y personas con discapacidad cognitiva	Interfaces complejas (p. ej.: lavadoras)			X

Referencia	Target	Producto	Clasificación		
			a	b	c
26 Leporini & Buzzi (2018)	Personas con ceguera	Tecnologías de automatización doméstica	X		
27 Masina et al. (2020)	Personas con discapacidad motriz, lingüística y cognitiva	Sistemas de control por voz		X	
28 Masina et al. (2021)	Personas con discapacidad motriz y déficit en la producción del habla	Sistemas de control por voz		X	
29 Pan et al. (2010)	Personas con discapacidad visual y personas con discapacidad física	Electrodomésticos	X		
30 Raza et al. (2020)	Personas con discapacidad	Electrodomésticos	X		
31 Reyes-Cruz et al. (2020)	Personas con discapacidad visual	-			X
32 Ruser et al. (2020)	Personas mayores y personas con falta de movilidad	Luces, calentador, persianas, puertas	X		
33 Sainz de Salces et al. (2005)	Personas mayores y personas con discapacidad	Luces, puertas, persianas, bañera			X
34 Seklou et al. (2019)	Personas usuarias en general	Electrodomésticos	X		
35 K. T. Sun et al. (2020)	Personas con discapacidad motriz	Electrodomésticos		X	
36 N. Sun (2020)	Personas mayores	TV, luces, microondas, aire acondicionado, frigorífico			X
37 Vanderheiden & Vanderheiden (1992)	Personas con discapacidad	Productos de consumo			X
38 AENOR (2016)	-	Productos de consumo y megafonía			X

Referencia	Target	Producto	Clasificación		
			a	b	c
39 UNE (2021)	-	Electrodomésticos			X
<b>Total</b>			18	7	14

a. Control remoto y automatización / b. Tecnologías de apoyo / c. Proceso de diseño, directrices y normas

El control remoto y la automatización de los electrodomésticos, con 18 referencias, es la principal vía explorada para fomentar la accesibilidad en electrodomésticos. Para ello, se proponen soluciones basadas en IoT (Kumar et al., 2019), en hogares inteligentes (Al-Atwan & Nitulescu, 2020; Gentry, 2009; Gullà et al., 2016; H. Kim et al., 2019; Leporini & Buzzi, 2018), en mandos para el control remoto (Pan et al., 2010; Ruser et al., 2020) o en el control a través de dispositivos móviles (Aguirre-Munizaga et al., 2017; Condado & Lobo, 2015a; Coral et al., 2019; Raza et al., 2020). Sin embargo, los electrodomésticos que se controlan a través de estos elementos son principalmente aparatos domésticos con una función binaria de *ON/OFF*, activado/desactivado o cerrado/abierto como pueden ser las luces, los ventiladores o las puertas (Coral et al., 2019; Jamil & Ahmad, 2015; Kshirsagar et al., 2020; Ruser et al., 2020). Al contrario, Blasco et al. (2014) plantean una solución de control remoto con una arquitectura modular que facilita agregar o quitar funcionalidades o electrodomésticos al dispositivo de control. Además, si bien la mayoría de las soluciones van dirigidas a facilitar la interacción y promover la autonomía de las personas mayores y con discapacidad en general (Agarwal et al., 2008; Gullà et al., 2016; Jamil & Ahmad, 2015; Kumar et al., 2019; Pan et al., 2010; Qin et al., 2016; Ruser et al., 2020), hay otras que están dirigidas a *targets* específicos como pueden ser aquellas personas que tengan una discapacidad visual (Leporini & Buzzi, 2018), motriz (Coral et al., 2019), personas con parálisis cerebral (Condado & Lobo, 2015a) o discapacidad neurológica (Gentry, 2009).

Recurrir a las tecnologías de apoyo es otra vía usada para mejorar la accesibilidad y posibilitar la interacción entre la persona usuaria y el producto. Son 7 las referencias clasificadas en este grupo. Guo et al. (2015, 2016) proponen las soluciones denominadas *ApplianceReader* y *Facade*. El *ApplianceReader* proporciona ayuda para el uso de nuevos electrodomésticos combinando la visión por ordenador y el *crowdsourcing* (Guo et al., 2015). *Facade* posibilita la fabricación por *crowdsourcing* de superposiciones táctiles impresas en 3D para aumentar las superficies físicas inaccesibles (Guo et al., 2016). Ambas soluciones tienen como fin posibilitar la interacción a través de las interfaces existentes en los productos. Por otro lado, están las propuestas que profundizan en nuevas formas de interacción a través de diferentes

dispositivos. Así, Kane et al. (2013) trabajan un nuevo método de interacción que utiliza el seguimiento gestual basado en la visión por ordenador para la lectura de documentos u otros objetos físicos; Kshirsagar et al. (2020) proponen un sistema de automatización del hogar basado en guantes que permite controlar con simples gestos los diferentes dispositivos del hogar gracias a un guante; Masina et al. (2020, 2021) profundizan en las posibilidades que ofrece la interacción por voz con dispositivos existentes en el mercado a las personas que tienen dificultades en la producción del habla; y K. Sun et al. (2020) proponen un sistema para la interacción mente-electrodoméstico. Estas formas de interactuar también se pueden entender como soluciones que posibilitan el control remoto de los electrodomésticos. De este modo, estas soluciones proponen alternativas dirigidas a personas ciegas o con deficiencia visual (Guo et al., 2015, 2016; Kane et al., 2013), personas con dificultades motrices (Kshirsagar et al., 2020; K. T. Sun et al., 2020) y personas con discapacidad motriz, cognitiva y dificultad de producción del habla (Masina et al., 2020, 2021).

Por último, en cuanto al grupo de proceso de diseño, directrices y normas son 3 las tipologías de soluciones identificadas para promover la accesibilidad de los electrodomésticos en las 14 referencias de este grupo. Se han encontrado propuestas que plantean nuevos procesos o enfoques de diseño (Callejas & López-Cózar, 2009; Gupta et al., 2012; T. Kim, 2017; Reyes-Cruz et al., 2020) y herramientas que apoyan los procesos de diseño inclusivo (S. Kim et al., 2016; Kocsis et al., 2017; J. H. Lee et al., 2021), directrices de diseño (Kuusinen, 2011; S. Lee & Kim, 2014; Sainz de Salces et al., 2005; N. Sun, 2020; Vanderheiden & Vanderheiden, 1992) y normas internacionales (AENOR, 2016; Asociación Española de Normalización [UNE], 2021b).

Entre las propuestas de nuevos procesos o enfoques de diseño Reyes-Cruz (2020) propone un diseño basado en competencias como alternativa al enfoque basado en la discapacidad. De esta forma propone enfatizar las habilidades específicas que desarrollan las personas con discapacidad y tenerlas en cuenta a la hora de plantear las soluciones dividiendo el enfoque en cuatro capas: sensorial, cognitivo, social e individual. Por otro lado, T. Kim (2017) evidencia las diferencias existentes en cuanto a las dificultades percibidas según el grupo de personas y señala la necesidad de integrar la diversidad en los procesos de diseño. Centrándose en el diseño de interfaces de casas inteligentes, Callejas y López-Cózar (2009) proponen un proceso de diseño que contempla 3 principales características: la gestión de la interacción, la persona usuaria y las interfaces multimodales. También se han identificado herramientas pensadas en dar soporte a los diseñadores y evaluadores en los procesos de diseño inclusivo. Así, Kocsis et al. (2017) proponen un repositorio unificado para desarrolladores que

proporciona bloques de construcción y recursos para la integración rápida y rentable de elementos de accesibilidad en aplicaciones y servicios. J. H. Lee et al. (2021), basándose en la herramienta Personas, han desarrollado 8 perfiles de personas de 4 grupos diferentes para ayudar al diseñador a empatizar con las personas usuarias mayores y con discapacidad. S. Kim et al. (2016) proponen una herramienta de evaluación cuantitativa de la accesibilidad de electrodomésticos que se basa en el *Hierarchical Task Analysis (HTA)*.

En cuanto a las directrices, la mayoría son derivadas de estudios de evaluación de la accesibilidad de entornos domésticos y de uso de electrodomésticos. Estos estudios señalan la importancia de la definición de interfaces multimodales (Kuusinen, 2011; Sainz de Salces et al., 2005), basadas en la experiencia de las personas usuarias (Kuusinen, 2011) y respetando la canonicidad en la estructura de la información (S. Lee & Kim, 2014). Así mismo, N. Sun (2020) apunta la mayor eficacia de las interfaces de voz cuando están mejoradas con información visual. Además de estas directrices concretas, Vanderheiden & Vanderheiden (1992) proponen directrices de diseño accesibles generales para los productos de consumo.

Finalmente, se han identificado dos normas internacionales que dan pautas para tener en cuenta la accesibilidad a la hora de definir productos y servicios. La norma ISO 24504:2014 (AENOR, 2016) está dirigida a la definición de la presión del sonido de los anuncios de voz en productos y sistemas públicos. La norma IEC 63008:2020 (UNE, 2021b) está dirigida a la definición de los elementos de control de los electrodomésticos.

La mayoría de estas propuestas del grupo de proceso de diseño, directrices y normas están dirigidas a tener en cuenta a las personas mayores y a las personas con discapacidad en general, sin embargo, existen propuestas específicas para las personas con discapacidad visual (Adam & Okimoto, 2021; Reyes-Cruz et al., 2020) y cognitiva (S. Lee & Kim, 2014).

## **3.2 La accesibilidad en los electrodomésticos del mercado**

Los electrodomésticos son productos necesarios en el día a día de las personas. Así, más allá del trabajo de investigación que se realiza a nivel científico para fomentar la accesibilidad de los electrodomésticos y facilitar la interacción con estos productos para el mayor número de personas posibles, es importante que se implementen mejoras de accesibilidad en los electrodomésticos del mercado.

A continuación, se muestra el análisis realizado con el objetivo de identificar cómo da respuesta el mercado de los electrodomésticos a las necesidades de accesibilidad de las personas usuarias. Para ello, primero se enmarca el análisis seleccionando los electrodomésticos y marcas de electrodomésticos a analizar. Después, se explica el procedimiento seguido para el análisis de las marcas. Se continúa mostrando los resultados del análisis de las marcas de electrodomésticos del mercado a través del cual se identifican las marcas que integran medidas de accesibilidad en sus productos y se analizan las medidas que implementan. Se concluye el análisis con la valoración de la eficacia de las medidas de accesibilidad implementadas en los electrodomésticos del mercado. De este modo, se identifica hasta qué punto dichas medidas dan respuesta a las necesidades de las personas usuarias.

### 3.2.1 Electrodomésticos y marcas analizadas

Son numerosas la tipología de electrodomésticos del mercado y las marcas que los comercializan. Con el objetivo de enmarcar el análisis se ha hecho una selección de tipologías y marcas de electrodomésticos a analizar en los términos que se muestran a continuación.

El grado de penetración de electrodomésticos como el frigorífico, la placa de cocción o la lavadora en los hogares españoles es superior al 99% (INE, 2008a). Todos ellos pertenecen al denominado grupo de grandes electrodomésticos. Con este dato como punto de partida, se ha hecho una selección de los grandes electrodomésticos que dan respuesta a las ABVD recogidas en el Índice de Barthel (Mahoney & Barthel, 1965) y a las AIVD definidas por Lawton y Brody (Lawton & Brody, 1969). Así, el análisis de la accesibilidad de los electrodomésticos del mercado se ha centrado en las siguientes tipologías:

- Hornos, microondas
- Placas de cocción
- Campanas extractoras
- Frigoríficos, congeladores
- Lavadoras, secadoras

Por otro lado, con el fin de seleccionar las principales marcas mundiales de electrodomésticos se ha analizado la asociación europea de productores de electrodomésticos APPLIA (APPLiA, 2021) y la asociación americana de productores de electrodomésticos AHAM (Association of Home Appliance Manufacturers, 2021). Para ello, se han tenido en cuenta los miembros directos de APPLIA y los miembros de la división de grandes electrodomésticos de AHAM. En total se han identificado 39 grupos

empresariales que comercializan sus productos bajo 214 marcas. Se han descartado los grupos empresariales y las marcas que no comercializan los electrodomésticos objeto de estudio y quedan un total de 23 grupos empresariales y 112 marcas (Tabla 3.3) para ser analizados.

A continuación, se detalla el procedimiento metodológico seguido para el análisis de las marcas de electrodomésticos.

### **3.2.2 Procedimiento del análisis de las marcas de electrodomésticos**

El análisis de las marcas se ha basado en sus páginas web. En aquellas marcas que tienen una web general o internacional se ha recurrido a esta. En los casos en los que no se han encontrado páginas web generales o internacionales se ha acudido a la página web española y, en su defecto, a la estadounidense o a la correspondiente al mercado principal de la marca. En el Anexo A se recoge el listado de las 112 marcas y las páginas web consultadas. Para realizar el análisis de las páginas web que no están ni en inglés, ni en español se ha hecho uso de las herramientas de traducción del navegador *Chrome*, así como, del traductor *Google traductor*. No obstante, no se han podido analizar 21 de las marcas (señaladas en la Tabla 3.3 con un \*) porque no se han encontrado sus páginas web o no se han podido traducir. Así, en total son 91 marcas de 23 grupos empresariales diferentes, incluidas las referentes a nivel mundial, las analizadas.

Para identificar las medidas de accesibilidad aplicadas por las 91 marcas de electrodomésticos (Tabla 3.3) se han usado los motores de búsqueda de las páginas web de las marcas. En ellas, se han hecho búsquedas con los términos accesibilidad (*accessibility*) y accesible (*accessible*) a fecha de mayo del 2021. Entre los resultados obtenidos se ha seleccionado el contenido relacionado directamente con la accesibilidad de los electrodomésticos. Así, se ha descartado la información referente a la accesibilidad web, a los electrodomésticos inteligentes (*smart*) sin referencias a la accesibilidad y a la conectividad de los electrodomésticos (*connected*) sin referencias a la accesibilidad. Como resultado se identifican 13 marcas que señalan la accesibilidad de sus productos y las medidas que aplican.

**Tabla 3.3:** Principales empresas y marcas de grandes electrodomésticos

	<b>GRUPO EMPRESARIAL</b>	<b>MARCAS</b>
1	Arçelik A.S.	Altus, Arçelik, Arctic, Beko, Blomberg, Dawlance, Defy, ElektraBregenz, Flavel, Grundig, Leisure, Voltas-Beko
2	Brown Stove Works, Inc.	Browne Stove
3	BSH Home Appliances Corporation	Balay, Bosch, Coldex, Constructa, Gaggenau, Junker, Neff, Pitsos, Profilo, Siemens, Thermador
4	Candy	Baumatic, Candy, Gasfire*, Hoover, Hoover-Otsein, Iberna, Jinling, Rosières, Süsler, Vyatka*, Zerowatt
5	Danby Products, Ltd.	Danby, MicroFridge
6	AB Electrolux of Sweden	AEG, Electrolux, Eureka, Frigidaire, Kelvinator, Tappan*, White-Westinghouse, Zanussi
7	Faber Spa	Faber
8	Foxconn Technology Group	Sharp
9	Gorenje	Asko, Atag, Etna, Gorenje, Körting*, Mora, Pelgrim, UPO
10	Gree Electric Appliances Inc.	Gree
11	Haier Smart Home Co., Ltd.	Aqua, Candy, Casarte, Fisher & Paykel, GE Appliances, Haier, Leader*
12	Hisense International Co. Ltd.	Hisense
13	LG Electronics	LG
14	Liebherr Export AG	Liebherr
15	Midea Group	COLMO, Comfee, Little Swan, Midea, Toshiba
16	Miele, Inc.	Miele
17	Perlick Corporation	Perlick
18	Samsung Electronics America, Inc.	Samsung
19	Smeg S.p.A	Smeg
20	Sub-Zero Group Inc.	Cove, Sub-zero, Wolf
21	The Middleby Corporation	AGA, La Cornue, Marvel, Rangemaster, U-line, Viking
22	Vestel	Agora*, Atlantic*, Clayton*, Digihome*, Dikom*, Electra*, Finlux, Icecool, Laurus*, Linetech*, Luxor*, Regal*, Schöntech*, Vestfrost*, Wellington*, Westwood*, Windsor*
23	Whirlpool Corporation	Acros, Amana, Bauknecht, Brastemp, Consul, Diqua*, Hotpoint, Indesit, Jennair, KitchenAid, Maytag, Whirlpool

### 3.2.3 Resultados del análisis de las marcas de electrodomésticos

A continuación, se recogen los resultados del análisis de la accesibilidad de las 91 marcas de electrodomésticos del mercado (Tabla 3.3) dividido en: marcas de electrodomésticos que señalan la accesibilidad de sus productos y medidas de accesibilidad aplicadas por las marcas.

#### 3.2.3.1 Marcas de electrodomésticos que señalan la accesibilidad de sus productos

Las 13 marcas que señalan la accesibilidad de sus productos en sus páginas web son (Tabla 3.4): Arçelik (Arcelik, 2019), Bosch (BSH Home Appliances Corporation, s. f.), Danby (Danby, 2021), Frigidaire (Frigidaire, s. f.), GE Appliances (GE Appliances, 2020a), Haier (GE Appliances, 2020b), LG (LG Electronics, 2019), MicroFridge (Intirion Corporation, 2021), Miele (Miele & Cie. KG, s. f.), Perlick (Perlick Corporation, 2021), Samsung (Samsung, 2020a, 2020b), Viking (Viking Range, 2020) y Whirlpool (PR Newseire, 2007; Whirlpool, 2020).

En la Tabla 3.4 se muestra el listado de las 13 marcas que señalan la accesibilidad de sus productos, el grupo empresarial al que pertenece, el país de origen de la marca y el país de origen del grupo empresarial. El grupo Haier Smart Home Co., con las marcas GE appliances y Haier, y el grupo Danby Products, con las marcas Danby y MicroFridge, son los dos únicos grupos con más de una marca que mencionan la accesibilidad (Tabla 3.4).

Por otro lado, en la Tabla 3.5 se muestra el número de marcas analizadas por región, el número de marcas que mencionan la accesibilidad por continente y el % que suponen con respecto a las marcas analizadas por región.

Las 13 marcas que mencionan la accesibilidad suponen un 14 % de las 91 marcas analizadas (Tabla 3.5) y pertenecen a 11 de los 23 grupos empresariales. Además, de las 91 marcas analizadas, 25 son americanas, 7 mencionan la accesibilidad; de las 19 asiáticas, 4 mencionan la accesibilidad; de las 41 europeas, 2 mencionan la accesibilidad; y la única africana no menciona la accesibilidad. No se ha podido identificar el origen de 5 marcas de las cuales ninguna menciona la accesibilidad. Así, el 28% de las marcas americanas mencionan la accesibilidad frente al 21% de las marcas asiáticas y 5% de marcas europeas. (Tabla 3.5)

**Tabla 3.4:** Marcas de electrodomésticos que mencionan la accesibilidad, grupo al que pertenecen y su origen

<b>Marca</b>	<b>Grupo al que pertenece</b>	<b>País de origen de la marca</b>	<b>País de origen del grupo</b>
1 Arçelik	Arçelik	Turquía	Turquía
2 Bosch	BSH	Alemania	Alemania
3 Danby	Danby Products	Canadá	Canadá
4 Frigidaire	AB Electrolux	Estados Unidos	Suecia
5 GE Appliances	Haier Smart Home Co.	Estados Unidos	China
6 Haier	Haier Smart Home Co.	China	China
7 LG	LG Electronics	Corea del Sur	Corea del Sur
8 MicroFridge	Danby Products	Canadá	Canadá
9 Miele	Miele	Alemania	Alemania
10 Perlick	Perlick Corporation	Estados Unidos	Estados Unidos
11 Samsung	Samsung	Corea del Sur	Corea del Sur
12 Viking	The Middleby Corporation	Estados Unidos	Estados Unidos
13 Whirlpool	Whirlpool	Estados Unidos	Estados Unidos

**Tabla 3.5:** Marcas de electrodomésticos que mencionan la accesibilidad por continente

<b>Continente</b>	<b>Marcas analizadas</b>	<b>Marcas que mencionan la accesibilidad</b>	<b>% de marcas que mencionan la accesibilidad</b>
América	25	7	28%
Asia	19	4	21%
Europa	41	2	5%
África	1	0	0%
Oceanía	0	0	0%
Origen no identificado	5	0	0%
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>13</b>	<b>14%</b>

### 3.2.3.2 Medidas de accesibilidad aplicadas por las marcas

En la Tabla 3.6 se recogen las 3 medidas de accesibilidad mencionadas por las 13 marcas de electrodomésticos:

1. Los estándares ADA (del inglés *American with Disabilities Act*),
2. Las corrientes de diseño como el Diseño Universal o Diseño Accesible y
3. Las intervenciones directas en las características de los productos.

**Tabla 3.6:** Tipologías de medidas de accesibilidad nombradas por las marcas de electrodomésticos

Medida accesibilidad	Marca	Total marcas
1. Estándares ADA	Bosch, Danby, Frigidaire, GE Appliances, Haier, MicroFridge, Perlick, Whirlpool	8
2. Corriente de diseño	Miele, Samsung	2
3. Características del producto	Arçelik, LG, MicroFridge, Miele, Samsung, Viking, Whirlpool	7

Así, 8 de las marcas hacen referencia a la conformidad de los estándares ADA, 2 a corrientes de diseño y 7 a intervenciones en las características de sus productos. Son 4 las marcas que combinan diferentes estrategias: MicroFridge y Whirlpool (estándares ADA y características de producto); Miele y Samsung (corrientes de diseño y características de producto). El resto de las marcas solo menciona una tipología de medidas.

A continuación, se analizan las 3 medidas de accesibilidad.

#### Marcas que señalan los estándares ADA

Los Estándares de Diseño Accesible de ADA (United States Department of Justice, 2010) son estándares estadounidenses que establecen los requisitos mínimos para los nuevos diseños y construcciones o alteraciones de las instalaciones del gobierno estatal y local, los alojamientos públicos y las instalaciones comerciales para que sean fácilmente accesibles y utilizables por las personas con discapacidad. En ellos, en cuanto a electrodomésticos se refiere, se proporcionan directrices para el diseño accesible de: lavadoras, secadoras, lavavajillas, placas de cocción, hornos y frigoríficos.

Las directrices que recogen los estándares ADA (United States Department of Justice, 2010) indican, para los electrodomésticos mencionados y sus partes operables, los valores a respetar de:

- Alcance frontal y lateral
- Espacio libre en el suelo
- Altura
- Espacio libre para los pies y para las rodillas

Además, para las partes operables, señalan el tipo de agarre que deben requerir y la fuerza máxima necesaria para activarlas.

Para identificar cuáles son los electrodomésticos que cumplen con los estándares ADA se ha recurrido al catálogo de productos de las páginas web de las 8 marcas (Tabla 3.6) y se han cuantificado tanto el número de productos ofertados por tipología (placas de cocción, encimeras de cocción, cocina, hornos, microondas, campanas, frigoríficos, congeladores, lavavajillas, lavadoras, secadoras y productos combinados) como el número de productos ofertados que cumplen con los estándares ADA. En la Tabla 3.7 se recoge la cantidad total de electrodomésticos ofertados, la cantidad de electrodomésticos que cumplen con los estándares ADA y el porcentaje que suponen, la cantidad de tipologías de electrodomésticos ofertados y la cantidad de tipologías de electrodomésticos que cumplen con los estándares ADA en total y por marca. En el anexo b se pueden ver los datos detallados por marca y tipología de electrodomésticos. Así, de un total de 1.831 electrodomésticos, 487 cumplen con los estándares ADA, es decir, un 27% de productos que cubren 9 de las 12 tipologías de electrodomésticos ofertados. Las encimeras de cocción, las campanas y los congeladores son las tipologías que no tienen productos que cumplan con los estándares ADA. Por marcas, General Electric y Whirlpool son las 2 marcas que ofrecen 7 o más tipologías de electrodomésticos que cumplen con los estándares ADA. Así, General Electric ofrece productos que cumplen con los estándares ADA para 8 de las 12 tipologías de electrodomésticos, el 33% de los productos de su catálogo. Whirlpool abarca 7 de las 12 tipologías con un 27% de sus productos. Ninguna de las marcas ofrece productos que cumplen con los estándares ADA para las 12 tipologías de electrodomésticos.

La marca que ofrece mayor porcentaje de electrodomésticos que cumplen con los estándares ADA es *MicroFridge* con un 73%. Esta marca, ofrece solo una tipología de producto muy específica dirigida al ámbito residencial. Sus electrodomésticos son productos combinados (frigorífico, congelador y microondas en uno) para personas usuarias mayores.

En números absolutos General Electric es la principal marca, con 288 electrodomésticos, que cumplen con los estándares ADA seguido de Whirlpool con 88.

**Tabla 3.7:** Cantidad y tipología de electrodomésticos ofertados en total y que cumplen estándares ADA

	TOTAL	Marcas							
		Bosch	Danby	Frigidaire	General Electric	Haier	Micro-Fridge	Perlick	Whirlpool
<b>Total de electrodomésticos</b>	1.831	227	185	139	866	38	22	33	321
<b>Electrodomésticos ADA</b>	487	39	6	42	288	4	16	4	88
<b>% electrodomésticos ADA</b>	27%	17%	3%	30%	33%	11%	73%	12%	27%
<b>Tipologías de electrodomésticos</b>	12	10	7	10	10	9	1	2	10
<b>Tipologías de electrodomésticos ADA</b>	9	5	1	5	8	3	1	1	7

En cuanto a tipología de electrodomésticos, las placas de cocción, con un 78%, y los fogones, con un 50%, son los que ofrecen la mayor proporción de productos que cumplen con los estándares ADA (anexo b). En números absolutos son los 122 fogones, los 121 frigoríficos y las 104 placas de cocción los que ofrecen la mayor cantidad de productos que cumplen con los estándares ADA (anexo b). Sin embargo, 3 de las 12 tipologías no tienen productos que cumplan con los estándares ADA (encimeras de los fogones, campanas extractoras y congeladores).

### **Marcas que señalan corrientes de diseño**

Samsung (2020a) y Miele (Miele & Cie. KG, s. f.) son las 2 marcas que hacen una apuesta por trabajar la accesibilidad en sus productos a través del Diseño Universal y el Diseño Accesible (Tabla 3.6).

Samsung (2020a) crea “sus productos, servicios y contenidos en base a una filosofía centrada en las personas, que reconoce la diversidad y abraza la diferencia” (Innovación con corazón, párrafo 1). Para ello, sigue 4 principios de diseño accesible (Samsung, 2020a):

1. Consideración, persigue el objetivo de simplificar la interfaz de sus productos según las necesidades de las personas usuarias.

2. Globalidad, propone directrices específicas de diseño que recogen pautas de experiencia de usuario para el deterioro visual, auditivo, físico y cognitivo con el objetivo de acabar con las tendencias discriminatorias en el sector tecnológico.
3. Coherencia, sus productos ofrecen funciones opcionales para personas con movimientos limitados ofreciendo el mismo nivel de funcionalidad a todas las personas usuarias.
4. Creación conjunta, su equipo especializado de profesionales propio trabaja conjuntamente con las personas empleadas que tiene discapacidad, institutos de investigación y comunidades expertas.

Miele (Miele & Cie. KG, s. f.), bajo el paraguas del confort plantea los conceptos de: (1) Diseño Universal, (2) uso para todos libre de barreras, (3) redes de trabajo para una mayor comodidad, seguridad y eficiencia y (4) seguridad integral. Relaciona los primeros tres conceptos con el diseño universal o la vida independiente. Así, Miele (Miele & Cie. KG, s. f.) se refiere al Diseño Universal como la herramienta para “asegurar que los electrodomésticos sean fáciles de usar independientemente de la edad o de las capacidades físicas de la persona usuaria” (Universal design for convenient operation, párrafo 1). Plantea el uso para todos libre de barreras como la vía para asegurarse de que sus productos sean accesibles para todas las personas usuarias.

### Marcas que mencionan características específicas de sus productos

En este grupo se encuentran las actuaciones puntuales que las 7 marcas realizan en sus productos para mejorar su accesibilidad (Tabla 3.6): Arçelik (2019), LG (LG Electronics, 2019), MicroFridge (Intirion Corporation, 2021), Miele (Miele & Cie. KG, s. f.), Samsung (2020), Viking (Viking Range, 2020) y Whirlpool (PR Newseire, 2007).

En la Tabla 3.8 se muestran las características que se han identificado en el análisis de las páginas web según la marca:

**Tabla 3.8:** Características de accesibilidad por marca y electrodomésticos en los que se aplican

Característica	Electrodomésticos en los que se aplican
<b>Arçelik</b>	
Manuales de usuario audibles	Cocinas, hornos, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, secadoras
Soluciones de incrustación en relieve en braille	Cocinas, hornos, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, secadoras

<b>Característica</b>	<b>Electrodomésticos en los que se aplican</b>
Botón de ajuste de la temperatura en relieve y con advertencia audible en frigoríficos	Cocinas, hornos, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, secadoras
Aplicación <i>HomeWhiz</i> compatible con voz	Cocinas, hornos, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, secadoras
Un micrositio web para personas con discapacidades	Cocinas, hornos, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, secadoras
<b>LG</b>	
Aplicación <i>ThinQ™</i>	Electrodomésticos LG habilitados con Wi-Fi
<b>MicroFridge</b>	
Controles fáciles de usar	Productos combinados (frigorífico, congelador y microondas)
<b>Miele</b>	
Programas y funciones mostrados en texto grande	Sin especificar
Símbolos fácilmente reconocibles	Sin especificar
Hojas de braille autoadhesivas	Sin especificar
Aplicación <i>Miele@mobile</i>	Sin especificar
<b>Samsung</b>	
Pantalla accesible, tirador fácil y alarma visual de puerta abierta	Frigoríficos
<i>Add Wash</i>	Lavadoras
Puerta dual	Hornos
<i>Virtual Flame Technology™, FlexZone</i> y dial magnético	Placas de inducción
Interfaz de sonido accesible y aplicación <i>SmartThings</i>	En general
<b>Viking</b>	
Puerta francesa	Hornos
<b>Whirlpool</b>	
Soluciones para productos de lavandería	Lavadoras, secadoras, lavavajillas

- Arçelik (2019), para dar respuesta a los problemas que tienen las personas con visión limitada en el uso de los electrodomésticos, dota a sus cocinas, hornos, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas y secadoras con manuales de usuario audibles, incrustaciones braille en relieve o con botones de ajustes en relieve y con advertencia sonora. Además, la aplicación para dispositivos móviles (app) *HomeWhiz* es compatible con el *Voice-over* y dispone de un micrositio web de productos Arçelik para personas con discapacidad.
- LG (LG Electronics, 2019) propone la aplicación *ThinQ™* como solución accesible. Una app que apuesta por la accesibilidad de todas las personas y que está dirigida en especial a personas con movilidad reducida. A través de la aplicación la persona usuaria puede hacer uso de sus electrodomésticos LG habilitados con *Wi-Fi* con su voz y sin necesidad de tener que realizar esfuerzos o movimientos bruscos.
- MicroFridge (Intirion Corporation, 2021) integra en sus productos dirigidos a personas mayores controles fáciles de usar. Un concepto muy general que no se especifica más en su web.
- Miele (Miele & Cie. KG, s. f.), no especifica el tipo de electrodomésticos al que se le aplican las medidas. Como soluciones dirigidas a personas con deficiencia visual señala el uso de programas y funciones mostrados en texto grande y las hojas de braille autoadhesivas. Por otro lado, menciona hacer uso de símbolos fácilmente reconocibles directamente relacionados con la demanda cognitiva. Complementa estas medidas con la aplicación *Miele@mobile*, una aplicación para dispositivos móviles que permite el control remoto de los electrodomésticos minimizando, así, los problemas de alcance y movilidad.
- Samsung (Samsung, 2020b), destaca, para los frigoríficos, la pantalla accesible, el tirador fácil y la alarma visual de puerta abierta; para las lavadoras, la opción de *Add Wash*; para los hornos, la puerta dual; para las placas de inducción, el *Virtual Flame Technology™*, la *FlexZone* y el dial magnético; y, para todos los electrodomésticos, la interfaz de sonido accesible. Con esta serie de medidas propone soluciones para (Samsung, 2020b): (1) problemas de alcance, aumentando el tamaño de las pantallas o integrando un menú que se puede repositonar; (2) problemas de visión, incluyendo subtítulos para el contenido de la pantalla o a través de una interfaz con una escala de sonidos diferenciable; (3) problemas de audición, con la alarma visual que hace parpadear la luz complementando la alarma sonora; (4) fuerza necesaria, con tiradores que minimizan la demanda de fuerza para la apertura de las puertas de los frigoríficos; y (5) la demanda cognitiva, implementando nuevas tecnologías que

hacen más intuitivo y fácil el uso de las placas de inducción simulando la llama del fuego o haciendo que la superficie identifique automáticamente qué parte se debe activar. Además, Samsung complementa estas medidas con la aplicación *SmartThings* para dispositivos móviles para el control remoto de los electrodomésticos minimizando los problemas de alcance y movilidad.

- Viking (Viking Range, 2020), propone una puerta francesa para sus hornos que se puede abrir con una sola mano haciendo que la puerta secundaria se abra junto a la principal. De este modo, minimiza la destreza necesaria para la apertura de la puerta.
- Por último, Whirlpool (PR Newswire, 2007) incorpora sonidos en las lavadoras y secadoras para guiar a la persona usuaria, cajones en las torres de lavado para mantener a mano los suministros necesarios minimizando posibles desplazamientos o botones en las puertas de los lavavajillas para poder localizarlos a través del tacto. Así, facilita el uso de algunos de sus productos de lavandería a personas con limitación visual.

### 3.2.4 Eficacia de las medidas de accesibilidad

Una vez analizadas las 3 medidas aplicadas por las marcas de electrodomésticos (estándares ADA; corrientes de diseño y características específicas de producto), a continuación, se valora su eficacia analizando si trabajan un enfoque integral de la accesibilidad.

En este estudio se ha considerado que una medida de accesibilidad es eficaz si trabaja un enfoque integral de la accesibilidad y, en consecuencia, incide sobre las principales capacidades usadas para interactuar con los electrodomésticos minimizando su demanda. Así, para valorar si las medidas de accesibilidad aplicadas por las marcas de electrodomésticos abordan la accesibilidad de un modo integral se han comparado las medidas teniendo en cuenta las capacidades de las personas en las que inciden y cuya demanda reducen.

Waller et al. (2013) señalan la visión, la audición, la cognición, la destreza, el alcance y la movilidad como principales capacidades usadas a la hora de interactuar con un producto. Además, tal y como se ha visto en la introducción, herramientas como el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) o INKLUGI (DBZ-MU, 2018) se basan en las capacidades demandadas a la persona para evaluar la accesibilidad estimando el número de personas que quedan excluidas para el uso de un producto debido a dicha demanda de capacidades. Ambas herramientas tienen en cuenta la visión, la audición, la cognición, la destreza y la movilidad como capacidades principales

para la evaluación, si bien, cada una de ellas introduce sus propios matices en la clasificación de capacidades. Por la claridad de su clasificación, se ha seleccionado la clasificación de capacidades usada por el *Exclusion Calculator* (capítulo 2, apartado 2.3.1) para realizar la comparación entre las medidas de accesibilidad aplicadas por las marcas de electrodomésticos y valorar así su eficacia.

En la Tabla 3.9 se puede ver sobre qué capacidades impactan las diferentes medidas de accesibilidad identificadas. Así, se listan en horizontal las medidas de accesibilidad detallando las marcas que las aplican y en vertical las capacidades principales evaluadas con el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) - visión, audición, cognición, destreza de la mano dominante, destreza de la mano no dominante y movilidad - con sus ítems. En este cruce se señalan con una X las capacidades o los ítems en los que las medidas impactan de manera positiva minimizando su demanda. Además, a la clasificación de capacidades se añade la opción de “otros” para reflejar el impacto de las medidas sobre capacidades que quedan fuera de la clasificación usada. Se señalan como sin especificar los casos en los que la marca no hace referencia alguna que de pie a identificar en qué capacidades impactan sus medidas.

Como se puede observar en la Tabla 3.9 ninguna de las 3 medidas de accesibilidad (Tabla 3.6) analizadas impacta sobre todas las capacidades e ítems de la clasificación. Es decir, no se ha identificado ninguna medida que aborde la accesibilidad de forma integral. Las características específicas de los productos es la medida que más capacidades considera.

Los estándares ADA están limitados a regular parámetros de destreza y movilidad, incluyendo el alcance lateral, para el caso de los electrodomésticos. Así, resulta una limitación que no ofrezcan criterios para minimizar la demanda de las capacidades de visión, audición y cognición.

La corriente de Diseño Universal promovida por Samsung incide en 5 capacidades principales de las 6. Sin embargo, además de la movilidad deja sin proporcionar medidas que incidan en ítems de cognición como la memoria a largo plazo, alfabetización, la comprensión oral, el habla o de destreza como la fuerza para levantar las cosas. Por otro lado, en cuanto a las corrientes de diseño, Miele no especifica en qué capacidades incide su enfoque de Diseño Accesible por lo que no se puede hacer una valoración desde este punto de vista.

**Tabla 3.9:** Capacidades en las que inciden las medidas de accesibilidad adoptadas por las marcas de electrodomésticos

CLASIFICACIÓN DE CAPACIDADES DEL EXCLUSION CALCULATOR	MEDIDAS DE ACCESIBILIDAD DE LAS MARCAS									
	ADA	Corrientes de diseño		Características específicas de productos						
		D. Universal Samsung	D. Accesible Miele	Arçelik	LG	MicroFridge	Miele	Samsung	Viking	Whirlpool
<b>Visión</b>		X		X			X	X		X
<b>Audición</b>		X						X		
<b>Cognición</b>										
Concentración		X					X	X		
Memoria a largo plazo							X	X		
Alfabetización							X			
Comprensión oral										
Habla										
<b>Destreza – Mano dominante</b>										
Fuerza para levantar cosas	X							X		
Destreza	X	X								
Alcance frontal y superior	X	X		X			X	X		
Alcance inferior	X	X		X			X	X		
<b>Destreza – Mano no dominante</b>										
Fuerza para levantar cosas	X								X	
Destreza	X	X							X	
Alcance frontal y superior	X	X		X			X	X	X	
Alcance inferior	X	X		X			X	X	X	
<b>Movilidad</b>										
Caminar				X			X	X		
Subir escaleras	X			X			X	X		
Estar de pie y en equilibrio				X			X	X		
<b>Otros</b>	X			X				X		

Las características específicas de los productos (Tabla 3.8), no son fáciles de valorar debido a las diferencias existentes en su alcance. A priori, Samsung y Miele ofrecen las medidas más completas por incidir en el mayor número de capacidades. Samsung afronta la demanda de las 6 capacidades principales complementándolas con el alcance lateral y Miele la de 5 capacidades principales a falta tomar medidas para minimizar la demanda auditiva. Ambas marcas dejan sin trabajar algunos ítems correspondientes a la cognición y a la destreza de ambas manos. Por otro lado, algunas de las características específicas son intervenciones puntuales en productos específicos como, por ejemplo, la solución de *Add Wash*, que Samsung propone para las lavadoras y que incide directamente en la demanda cognitiva, o el horno de puerta francesa propuesto por Viking, que incide únicamente sobre la destreza de la mano no dominante necesaria en el uso de los hornos. Las características específicas de Arcelik y Whirlpool también impactan sobre una única capacidad, la visión. Por otro lado, como se aprecia en el caso de LG, una única característica como es el uso de una aplicación para dispositivos móviles incide en 3 de las 6 principales capacidades, las relacionadas con el alcance de ambas manos y la movilidad.

Así, en cuanto a la capacidad más trabajada por las marcas, la destreza de ambas manos, en particular el alcance, y la visión son, con 5 impactos o más, las capacidades sobre las que inciden un mayor número de medidas adoptadas por las marcas de electrodomésticos para fomentar la accesibilidad de sus productos. Al contrario, se aprecia una falta de medidas dirigidas a simplificar la comprensión oral o la necesidad de habla.

Además, en la opción de otros, se han identificado entre las medidas aplicadas por las marcas opciones que tienen en cuenta el alcance lateral, el tacto y el uso del pie para la interacción. Estas capacidades no se consideran en el *Exclusion Calculator*.

### **3.3 Patentes de soluciones de accesibilidad para los electrodomésticos**

En último lugar, para identificar posibles mejoras que pueden implementar las marcas de electrodomésticos en sus productos futuros se han analizado las patentes relacionadas con la accesibilidad. Para ello, se definen primero las características de la búsqueda de patentes realizada y se realiza el análisis de las patentes relacionadas con la accesibilidad de los electrodomésticos.

### 3.3.1 Búsqueda de patentes

Para la búsqueda de patentes se han considerado las marcas y grupos empresariales que mayor sensibilidad muestran por la accesibilidad y, por lo tanto, han podido realizar un mayor esfuerzo en innovar en este campo. Así, la búsqueda de las patentes se ha limitado a las 13 marcas que señalan la accesibilidad de sus productos y a los 11 grupos empresariales a las que pertenecen (Tabla 3.4).

Para identificar las patentes se han realizado 2 búsquedas a través del portal web Espacenet en su colección *Worldwide* con los términos recogidos en la Tabla 3.10. Así, primero se han buscado las patentes que contenga los términos accesibilidad (*accessib\**) y electrodomésticos (*appliance*) en su título o resumen y cuyo solicitante sea una de las 13 marcas o sus grupos empresariales. En segundo lugar, se ha ampliado la búsqueda haciendo referencia a las principales capacidades utilizadas para el uso de un producto. Así, se han buscado para los mismos solicitantes aquellas patentes que contengan en su título o resumen las palabras clave visión o audición o cognición o alcance o destreza o movilidad (*vision or hearing or thinking or reach or dexterity or mobility*) y electrodomésticos (*appliance*). Ambas búsquedas han sido realizadas en mayo del 2021.

Tras leer los títulos y resúmenes se ha obtenido como resultado 2 patentes que hacen referencia directa a la accesibilidad.

**Tabla 3.10:** Términos para las búsquedas de patentes

	TÍTULO O RESUMEN	SOLICITANTES
Búsqueda 1	<i>accessib* AND appliance</i>	Nombre de la marca OR grupo empresarial
Búsqueda 2	<i>(vision OR hearing OR thinking OR reach OR dexterity OR mobility) AND appliance</i>	Nombre de la marca OR grupo empresarial

### 3.3.2 Análisis de las patentes

En la Tabla 3.11 se puede ver el número de patentes encontradas por grupo empresarial, marca y búsqueda.

La primera búsqueda ha dado como resultado un total de 155 patentes. Del total de las patentes, 69 corresponden a Bosch-BSH, 22 a Whirlpool, 19 a GE Appliances-Haier Smart Home Co., 14 a Frigidaire-AB Electrolux, 9 a Miele, 8 a Haier-Haier Smart Home Co., 5 a LG-LG Electronics, 5 a Samsung y 4 a Arçelik. En esta búsqueda no se han identificado patentes del resto de las marcas y los grupos (Danby-Danby Products,

MicroFridge-Danby Products, Perlick y Viking-The Middleby Coporation). Tras leer los títulos y resúmenes de las patentes se han identificado 2 de interés. La primera tiene como título “*Accessible operation of a household appliance*” y el solicitante es BSH. Esta patente se refiere a un dispositivo operativo para un electrodoméstico cuyo elemento de entrada (input) está configurado para que pueda ser usado por personas con discapacidad visual. (Baier & Schuenemann, 2020). La segunda, titulada “*Sliding shelf assembly for a refrigerator appliance*”, es de General Electric y corresponde a un conjunto de estantes deslizantes para frigorífico que mejoran el alcance a los productos almacenados en la cámara refrigerada (Swarnkar, 2017). Las restantes 145 patentes hacen uso del término accesibilidad para indicar que se puede acceder a un elemento, pero no en términos de inclusión, es decir, no para que la puedan usar el mayor número de personas.

**Tabla 3.11:** Resultado de las búsquedas de patentes por marca y grupo empresarial

	<b>Marca</b>	<b>Grupo empresarial</b>	<b>Búsqueda 1: Accesibilidad</b>	<b>Búsqueda 2: Capacidades</b>
1.	Arçelik	Arçelik	4	0
2.	Bosch	BSH	69	19
3.	Danby	Danby Products	0	0
4.	Frigidaire	AB Electrolux	14	7
5..	GE Appliances	Haier Smart Home Co.	19	25
6.	Haier	Haier Smart Home Co.	8	17
7.	LG	LG Electronics	5	8
8.	MicroFridge	Danby Products	0	0
9.	Miele	Miele	9	1
10.	Perlick	Perlick Corporation	0	0
11.	Samsung	Samsung	5	2
12.	Viking	The Middleby Corporation	0	0
13.	Whirlpool	Whirlpool	22	3
	<b>Total</b>		<b>155</b>	<b>82</b>

Con la segunda búsqueda se han encontrado 82 patentes. 25 corresponden a GE Appliances-Haier Smart Home Co, 19 a Bosch-BSH, 17 a Haier-Haier Smart Home Co, 8 a LG-LG Electronics, 7 a Frigidaire-AB Electrolux, 3 a Whirlpool, 2 a Samsung y, finalmente, 1 a Miele. En esta búsqueda no se han identificado patentes del resto de las marcas y los grupos (Arçelik, Danby-Danby Products, MicroFridge-Danby Products, Perlick y Viking-The Middleby Coporation). De las patentes identificadas 42 hacen referencia al alcance, 12 a la visión, 8 a la movilidad y 2 a la audición. Además, hay dos patentes que mencionan más de una capacidad como son la visión y el tacto o la visión, la audición y el tacto. Tras leer los títulos y los resúmenes se concluye que ninguna de las patentes hace referencia a las capacidades en términos de accesibilidad tal y como se ha definido en la introducción.

### **3.4 Conclusiones del análisis de la accesibilidad de los electrodomésticos**

Junto al envejecimiento de la población la prevalencia de la discapacidad en los países desarrollados va en aumento (OMS, 2011). Este hecho hace necesario pensar en claves de accesibilidad a la hora de diseñar los productos, especialmente para los productos que dan apoyo a las ABVD como son los grandes electrodomésticos. Promover la accesibilidad de los electrodomésticos supone minimizar las barreras existentes en el día a día de una persona. Además, el diseño accesible aporta beneficios tanto a personas con discapacidad como al público en general (Schmutz et al., 2016).

Con el objetivo de identificar cómo se integran los aspectos de accesibilidad en los electrodomésticos, en este capítulo se ha abordado el tema desde 3 enfoques diferentes: (i) se ha realizado una revisión bibliográfica donde se ha analizado cómo se trabaja la accesibilidad de los electrodomésticos a nivel bibliográfico, (ii) se ha analizado cómo integran las marcas la accesibilidad en los electrodomésticos del mercado y (iii) se ha realizado una revisión de patentes de las posibles soluciones de accesibilidad. Se recogen a continuación las conclusiones de estos tres enfoques.

#### **3.4.1 La accesibilidad de los electrodomésticos a nivel bibliográfico**

Las personas mayores y personas con discapacidad en general es el target objetivo de 20 de las 39 publicaciones analizadas (Tabla 3.2). Del mismo modo, 24 de las publicaciones están dirigidas a electrodomésticos en general, sean los denominados electrodomésticos inteligentes o no (Tabla 3.2). Así, en rasgos generales se puede decir que la investigación de la accesibilidad de los electrodomésticos está dirigida a la búsqueda de soluciones generalistas.

Además, a nivel de investigaciones científicas existe una tendencia a buscar soluciones para la automatización y el control remoto de los electrodomésticos. 18 de las 39 publicaciones identificadas se centran en ello (Tabla 3.2). Trabajos dirigidos a profundizar en nuevas formas de interacción a través de nuevas tecnologías de apoyo también siguen esta línea (Kshirsagar et al., 2020; Masina et al., 2020, 2021; K. T. Sun et al., 2020). Sin embargo, estas soluciones requieren de un dispositivo intermediario para el control de los electrodomésticos sea dispositivo móvil (Aguirre-Munizaga et al., 2017; Condado & Lobo, 2015a; Coral et al., 2019; Raza et al., 2020), asistente de voz (Masina et al., 2020, 2021) o guantes (Kshirsagar et al., 2020) y no inciden directamente en la accesibilidad del propio electrodoméstico. Además, algunos de estos estudios se centran en el control de productos con una función binaria como son las luces, las persianas o las puertas (Coral et al., 2019; Jamil & Ahmad, 2015; Kshirsagar et al., 2020; Ruser et al., 2020). Así, estas soluciones siguen sin dar respuesta a la complejidad que supone el uso de un electrodoméstico como, por ejemplo, cargar, programar y vaciar una lavadora o gestionar los fogones a la hora del cocinado.

Las soluciones dirigidas al proceso de diseño, las directrices o las normas parecen más adecuadas de cara a trabajar la accesibilidad de los electrodomésticos. Tienen como fin evaluar la accesibilidad de los productos (S. Kim et al., 2016), facilitar el desarrollo de productos accesibles generando un repositorio unificado para desarrolladores (Kocsis et al., 2017), ayudar a los diseñadores a empatizar con los diferentes perfiles de personas usuarias (J. H. Lee et al., 2021) o señalar directrices de diseño a tener en cuenta en la definición de los productos (Kuusinen, 2011; S. Lee & Kim, 2014; Sainz de Salces et al., 2005; N. Sun, 2020; Vanderheiden & Vanderheiden, 1992). Incorporar estas propuestas en los procesos de diseño facilitan tener en cuenta aspectos de accesibilidad en el desarrollo de los electrodomésticos y, en consecuencia, obtener como resultado productos accesibles. Las directrices de diseño y las normas resultan especialmente interesantes por ir dirigidas a señalar características concretas de accesibilidad para los electrodomésticos. Sin embargo, están enfocadas a aspectos muy concretos como son el uso de interfaces multimodales (Kuusinen, 2011; Sainz de Salces et al., 2005), la estructura de la información (S. Lee & Kim, 2014), o la presión acústica de las instrucciones habladas (AENOR, 2016). Existen dos excepciones que tienen una visión más general como son las directrices propuestas por Vanderheiden y Vanderheiden (1992) dirigidas a productos de consumo y la norma IEC 63008 (UNE, 2021b) dirigida a los elementos de control de los electrodomésticos. Así, todas estas opciones se consideran una muestra de la tipología de herramientas usadas para integrar los aspectos de accesibilidad en los procesos de diseño.

### 3.4.2 La accesibilidad en los electrodomésticos del mercado

En base al análisis de la accesibilidad de los electrodomésticos del mercado se puede decir que la accesibilidad no está interiorizada en las marcas. Solo el 14% de las principales marcas de electrodomésticos del mercado, 13 de las 91 analizadas (Tabla 3.5), menciona la accesibilidad de sus productos. Las marcas de electrodomésticos adoptan 3 medidas para trabajar la accesibilidad (Tabla 3.6): (i) los estándares ADA, (ii) las corrientes de diseño como el Diseño Universal o Diseño Accesible y (iii) las intervenciones directas que realizan las marcas en características específicas de los productos.

El cumplimiento de los estándares ADA (United States Department of Justice, 2010) es la principal medida aplicada por las marcas de electrodomésticos para señalar la accesibilidad de sus productos (Tabla 3.6). De las 13 marcas que mencionan la accesibilidad de sus productos 8 lo hacen refiriéndose al cumplimiento de los estándares ADA siendo 6 de origen americano (Tabla 3.4 y Tabla 3.6). La necesidad de cumplir con la ley ADA en las instalaciones públicas americanas se perfila como elemento motor a la hora de fomentar la accesibilidad de los electrodomésticos siendo las marcas de origen americano las más sensibles a la accesibilidad. Asimismo, los datos evidencian el papel tractor de la administración y su importancia a la hora de fomentar la accesibilidad de los electrodomésticos al igual que ocurre con la compra pública ecológica (Directorate-General for Environment, s. f.). En el estudio no se han identificado referentes similares de accesibilidad de otras regiones que se hayan aplicado en los electrodomésticos. No obstante, la directiva europea 2019/882 (Union Europea, 2019) sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios o la directiva europea 2016/2102 (Unión Europea, 2016) sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles de los organismos del sector público son ejemplo de la creciente sensibilización de la administración europea que apuntan a promover la accesibilidad de los productos.

La adquisición de corrientes de diseño con enfoque inclusivo resulta ser la medida más eficaz entre las analizadas (Tabla 3.9). Se considera que el hecho de que Miele y Samsung trabajen con corrientes de diseño accesible impacta directamente en un mayor número de capacidades en las que inciden sus soluciones de producto (Tabla 3.9). Así, sus soluciones de accesibilidad impactan en 5 o más de las principales capacidades y en 10 de los 16 ítems de la clasificación de capacidades del *Exclusion Calculator*, datos que las posiciona por encima del resto de las medidas de accesibilidad y marcas (Tabla 3.9). Además, Samsung y Miele son 2 de las 4 marcas que combinan diferentes medidas (Tabla 3.6) y 2 de las 3 marcas que mencionan 4 o más características específicas de

accesibilidad aplicadas en sus productos (Tabla 3.8). Integrar aspectos de accesibilidad en el proceso de diseño a través del diseño accesible o diseño universal es una vía para tratar la accesibilidad de forma integral en la cartera de productos.

Las intervenciones de accesibilidad en las características específicas de los electrodomésticos no se implementan ni para todos los productos ni de forma integral. Estas características van dirigidas a: (1) productos específicos, como son el horno con la puerta francesa de Viking, la lavadora con el sistema *Add Wash* de Samsung o las soluciones para productos de lavandería de Whirlpool, o (2) a minimizar la demanda de capacidades específicas, como son la visión en el caso de Arçelik o la destreza y movilidad en el caso de LG (Tabla 3.8). Además, resultan difíciles de valorar a falta de referentes de comparación. Por ejemplo, la norma UNE EN IEC 63008:2021 dirigida directamente a regular aspectos de accesibilidad de los elementos de control, puertas, tapas, cajones y tiradores de los electrodomésticos podría ser un posible referente, pero las marcas de electrodomésticos analizadas no la mencionan.

Ninguna de las tres medidas trabaja una visión integral de la accesibilidad por lo que no son del todo eficaces. El alcance, dentro de la destreza de ambas manos, y la visión con 5 o más impactos son las capacidades más trabajadas en cuanto a accesibilidad se refiere por parte de las principales marcas de electrodomésticos (Tabla 3.9). Al contrario, se aprecia una falta de medidas dirigidas a simplificar la comprensión oral o la necesidad de habla (Tabla 3.9). Sin embargo, con la integración de la interacción por voz en los electrodomésticos (Masina et al., 2020, 2021) será necesario implementar medidas que minimicen la demanda de estas capacidades. Además, se han identificado el alcance lateral, el tacto y el uso del pie para la interacción como capacidades que no están especificadas en la clasificación de capacidades del *Exclusion Calculator* usada en el análisis (Tabla 3.9), pero sí se afrontan con las medidas adoptadas por las marcas de electrodomésticos.

Estos datos apuntan la necesidad de desarrollar herramientas específicas de cara a definir un referente internacional que señale el nivel de accesibilidad de los electrodomésticos y facilite su comparación como lo es el etiquetado de eficiencia energética (Directorate-General for Communication, s. f.) para el consumo energético de los electrodomésticos. Además, la definición de unas directrices de accesibilidad específicas que apoyen el diseño de electrodomésticos facilitaría la integración más homogénea de los aspectos de accesibilidad por parte de las marcas.

### **3.4.3 Soluciones de accesibilidad patentadas para los electrodomésticos**

La accesibilidad en los grandes electrodomésticos no parece ser un ámbito de interés para el desarrollo de patentes. Las 2 patentes de interés identificadas apuntan a trabajar la demanda visual y el alcance. Estas son también las capacidades más trabajadas por las medidas analizadas (Tabla 3.9). Así, a través del análisis de las patentes no se aprecia que vayan a cubrirse de forma directa las carencias de las medidas de accesibilidad identificadas en los análisis previos.

Capítulo 4

**REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DE LAS  
HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA  
ACCESIBILIDAD DE LAS INTERFACES**

## 4 Estado del arte de las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces

Tal y como se ha identificado en el capítulo 3 donde se ha analizado cómo se integra la accesibilidad en los electrodomésticos, tener en cuenta aspectos de accesibilidad en los procesos de diseño incide directamente en el desarrollo de electrodomésticos accesibles. Electrodomésticos accesibles que posibilitan su uso sin elementos intermediarios como móviles o tecnologías de apoyo a un mayor número de personas usuarias. Asimismo, en el mismo análisis se señala la adquisición de corrientes de diseño como la medida más eficaz para fomentar la accesibilidad de los electrodomésticos. Para ello, se han identificado entre otros (Tabla 3.1 y Tabla 3.6), enfoques como el Diseño Universal, herramientas de evaluación, directrices de diseño o normas internacionales que se proponen para la definición de electrodomésticos accesibles. Estando bien alineado este enfoque con el trabajo que se está haciendo en el DBZ-MU en los temas de Diseño Inclusivo (capítulo 1, apartado 1.3) se ha decidido seguir esta línea centrándose en las herramientas de evaluación de la accesibilidad y las directrices de diseño accesible. Así, en este capítulo se profundiza en las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces con el fin de definir y analizar el estado del arte de las herramientas aplicables para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los productos.

A continuación, se recoge la revisión del estado del arte de las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces. Para ello, primero, se muestra la revisión bibliográfica y los primeros resultados. Así, se identifican y agrupan las herramientas usadas para la evaluación de la accesibilidad. Después, se centra el análisis en las herramientas identificadas que están pensadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. En este punto se señalan las principales características de las herramientas analizadas por tipología. Finalmente, se cierra el capítulo con las conclusiones.

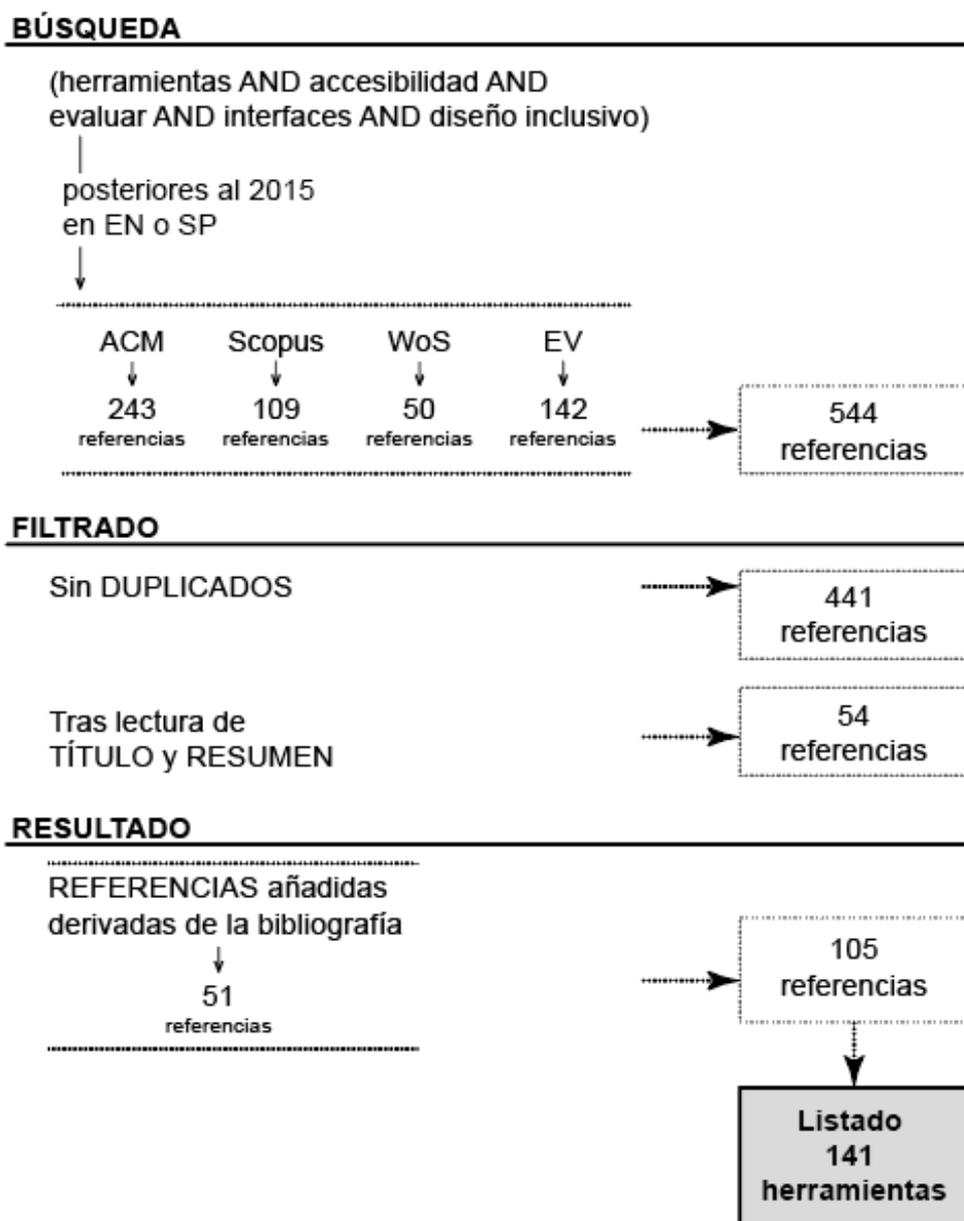
### 4.1 Revisión bibliográfica

Se divide la revisión bibliográfica, por un lado, en la búsqueda bibliográfica, a través de la cual se identifican las herramientas usadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces y, por otro lado, en el análisis general de dichas herramientas, gracias al

cual se identifican las herramientas específicamente pensadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

### 4.1.1 Búsqueda bibliográfica

La Figura 4.1 muestra el esquema del procedimiento metodológico seguido para la revisión de la bibliografía dividida en tres fases principales: la búsqueda de referencias bibliográficas, el filtrado de las referencias bibliográficas y la obtención de resultados.



**Figura 4.1:** Esquema de la búsqueda bibliográfica de herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces

Se inicia la fase de búsqueda concretando y agrupando las palabras clave a usar para la búsqueda bibliográfica (Tabla 4.1). Se han generado cinco grupos: (i) herramientas, (ii) accesibilidad, (iii) evaluar, (iv) interfaces y (v) diseño inclusivo. Estos grupos de

palabras han constituido la base para la búsqueda bibliográfica en la colección principal de *Web of Science (WoS)*, en las bases de datos *Compendex* e *Index de Engineering Village (EV)*, en *Scopus* y en la biblioteca digital de *ACM*. Así, para realizar la búsqueda se han combinado las palabras clave de cada grupo con la operación booleana *OR* y los grupos entre ellos con la operación *AND*. Además, se han limitado los resultados a las publicaciones posteriores al 2015 y a las escritas en inglés (EN) y español (SP). Con todo ello se han obtenido 544 referencias bibliográficas.

**Tabla 4.1:** Palabras clave usadas en la búsqueda bibliográfica

<b>Grupo</b>	<b>Palabras clave</b>
Herramientas	<i>Design methodology, Design tool, Methodology, Design principle, tool</i>
Evaluar	<i>Evaluation, Measurement, Design evaluation, Assess, Assessment</i>
Accesibilidad	<i>Exclusion, Accessibility, Universal access, Universal usability, Functional impairment, Disability, Ergonomic, Inclusion, Capability</i>
Interfaces	<i>Interface, Interface adaptation, Unified user interface, User interface for all, Adaptive user interface, Interface Design, Interaction, Interaction design, How of interaction, Interaction quality, Interaction vocabulary, Aesthetics of interaction, User experience, Interaction attribute</i>
Diseño inclusivo	<i>Inclusive design, Design for all, Universal design, User centred design, User driven innovation, User led design, Human centred design, Customer centric design, Design for elderly people, Social design, Ability oriented design, Ability based design</i>

En la fase de filtrado se ha procedido primeramente a la eliminación de las referencias duplicadas reduciendo el listado a 441 entradas. A continuación, se han leído los títulos (TI) y los resúmenes (AB) de estas publicaciones y se han eliminado aquellas que se alejan en especial del diseño de producto físico o digital (por ejemplo: accesibilidad arquitectónica o en la enseñanza), así como, aquellos artículos que no tuvieran vinculación con el diseño inclusivo. Como resultado de la fase de esta fase se han obtenido 54 artículos.

A lo largo de la lectura de los 54 artículos se han identificado las herramientas usadas en los estudios para la evaluación de la accesibilidad de las herramientas y se han añadido 51 nuevas referencias a la búsqueda derivadas de la bibliografía con el fin de complementar la información de las herramientas identificadas. Así, se han identificado un total de 86 referencias de interés. Como resultado de la revisión bibliográfica se elabora un listado de 141 herramientas usadas para la evaluación de la accesibilidad de

las interfaces. En el Anexo C: Listado de herramientas de evaluación de accesibilidad se puede ver el listado completo junto a las referencias donde se han identificado.

### 4.1.2 Herramientas usadas para evaluar la accesibilidad de las interfaces

A continuación, se muestra el análisis general de las 141 herramientas usadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. Con el fin de estructurar las herramientas se han diferenciado aquellas que están pensadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de aquellas adaptadas en su aplicación para tal fin. Para ello, se han tipificado dependiendo de su relación con la evaluación de la accesibilidad de las interfaces dividiéndolas en los siguientes tres grupos (Tabla 4.2):

1. No accesibilidad (No acc): herramientas que no tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad.
2. Accesibilidad (Acc): herramientas que sí tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, pero no son específicas para la evaluación de interfaces.
3. Accesibilidad + interfaz (Acc + if): herramientas específicas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

**Tabla 4.2:** Clasificación de herramientas identificadas en la revisión bibliográfica

Herramienta	No acc	Acc	Acc + if
1 <i>AB-Test</i>	X		
2 <i>Action-function diagram</i>	X		
3 <i>aFun toolkit</i>	X		
4 <i>Allen's temporal intervals</i>	X		
5 <i>Artificial Neural Networks</i>	X		
6 <i>Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG)</i>			X
7 <i>Barrier Walkthrough</i>			X
8 <i>Benchmark testing</i>	X		
9 <i>Canadian Occupational Performance Measure (COPM)</i>		X	
10 <i>Checklist (of task)</i>	X		
11 <i>CLAAP (Comfort, Likability, Autonomy, Agency, Pleasure)</i>			X
12 <i>Cognitive Walkthrough</i>	X		

	<b>Herramienta</b>	<b>No acc</b>	<b>Acc</b>	<b>Acc + if</b>
13	<i>Computer typing evaluation software (CTES)</i>	X		
14	<i>CONTACT</i>	X		
15	<i>Design for all test</i>		X	
16	<i>Digital Interfaces Exclusion Audit Technique</i>			X
17	<i>Drawing intervention</i>	X		
18	<i>EDSU / Environment Design to Sustain Users (EDSU)</i>		X	
19	<i>EDSU / Lifelong Technological Integration</i>		X	
20	<i>EDSU / Lifelong Housing Design</i>		X	
21	<i>Equity Framework for Health Technology Assessment (HTA)</i>		X	
22	<i>Ergo-index</i>		X	
23	<i>Exclusion Assessment Process for Digital Interfaces</i>			X
24	<i>Exclusion Calculation</i>		X	
25	<i>Evaluation scale</i>	X		
26	<i>Fisher faces</i>	X		
27	<i>Framework for evaluating house-level accessibility</i>		X	
28	<i>Framework of the National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE)</i>		X	
29	<i>Framework related to the educational context</i>		X	
30	<i>Focus Group</i>	X		
31	<i>Gaze-contingent tunnel vision simulator</i>			X
32	<i>GOMS</i>	X		
33	<i>Gross Motor Function Classification System (GMFCS) scale</i>		X	
34	<i>Heuristic evaluation</i>	X		
35	<i>Heuristics / Nielsen's usability heuristics</i>	X		
36	<i>Heuristics / Heuristics for virtual environment (VE) evaluation</i>	X		

	<b>Herramienta</b>	<b>No acc</b>	<b>Acc</b>	<b>Acc + if</b>
37	<i>Heuristics / Usability heuristics for touchscreen-based mobile devices</i>	X		
38	<i>Heuristics / Heuristics to evaluate evaluate accessibility requirements in a specific domain such as AAC systems</i>		X	
39	<i>Heuristics / Heuristics to Evaluate iPad Apps for Older Adult Users</i>			X
40	<i>Heuristics / Heuristics to evaluate smartphone apps</i>			X
41	<i>Heuristics / Universal heuristics inclusive of age-related challenges</i>			X
42	<i>HOG features</i>	X		
43	<i>Inclusive Design Toolkit</i>		X	
44	<i>Internacional classification of functioning, disability and health (ICF)</i>		X	
45	<i>Interview</i>	X		
46	<i>Interview / Play interview</i>	X		
47	<i>Interview / Informal interviews</i>	X		
48	<i>Interview / Focus Group Interviews</i>	X		
49	<i>Interview / Board games</i>	X		
50	<i>Interview / Design-led</i>	X		
51	<i>Interview / one-to-one interviews</i>	X		
52	<i>Interview / scripts for interviews</i>	X		
53	<i>Interview / Structured Interview</i>	X		
54	<i>Interview / Unstructured interview</i>	X		
55	<i>Interview / Walkthrough interview</i>	X		
56	<i>Interview with a tactile map</i>		X	
57	<i>ISO 9241 -The Ergonomics of Human System Interaction</i>	X		
58	<i>ISO 9241-5:1999 - Workstation layout and postural requirements</i>	X		
59	<i>ISO 9241-11 - Usability: Definitions and concepts</i>	X		

	<b>Herramienta</b>	<b>No acc</b>	<b>Acc</b>	<b>Acc + if</b>
60	<i>ISO 9241-110 - Dialogue principles</i>	X		
61	<i>ISO 9241-210 - Human-centred design for interactive systems</i>	X		
62	<i>ISO 9241-171 - Guidance on software accessibility</i>			X
63	<i>ISO 9241-960 - Framework and guidance for gesture interactions</i>	X		
64	<i>ISO/TR 16982 - Ergonomics of human-system interaction — Usability methods supporting human-centred design</i>	X		
65	<i>ISO/IEC 30113-1 - Information technology — User interface — Gesture-based interfaces across devices and methods</i>	X		
66	<i>IsoMetrics inventory</i>	X		
67	<i>Kansei engineering</i>	X		
68	<i>Local Mean Intensity</i>	X		
69	<i>Manual Ability Classification System (MACS)</i>		X	
70	<i>(Irish) Matching Person with Technology ((I)MPT) Multimodal (MM)</i>		X	
71	<i>Matching person with technology (MPT)</i>		X	
72	<i>mHealth for older users</i>			X
73	<i>Minnesota Hand Function test</i>			X
74	<i>Needle-nose plier evaluation scale</i>		X	
75	<i>Observation</i>	X		
76	<i>Observation grid</i>	X		
77	<i>Observation/inquiry techniques</i>	X		
78	<i>Ordering Method</i>	X		
79	<i>Pair Comparison Methos</i>	X		
80	<i>Personas</i>	X		
81	<i>Persona-based accessibility testing</i>			X
82	<i>Persona-Scenario-Goal (Hanako 2.0)</i>	X		

	<b>Herramienta</b>	<b>No acc</b>	<b>Acc</b>	<b>Acc + if</b>
83	<i>Physical Activity Enjoyment Scale (PACES)</i>	X		
84	<i>Picture card</i>	X		
85	<i>Pluralistic Usability Walkthrough</i>	X		
86	<i>Prototyping / computer-based prototyping</i>	X		
87	<i>Prototyping / functional prototypes</i>	X		
88	<i>Prototyping / high/low-fidelity prototype</i>	X		
89	<i>Prototyping / mockups</i>	X		
90	<i>Prototyping / paper prototyping / Paper-based low-fidelity prototype</i>	X		
91	<i>Prototyping / Tactil paper prototyping</i>	X		
92	<i>Questionnaire</i>	X		
93	<i>Questionnaire / 3D questionnaire using tactile models</i>	X		
94	<i>Questionnaire / Partially close-ended questions</i>	X		
95	<i>Questionnaire / Qualitative questionnaires</i>	X		
96	<i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i>	X		
97	<i>Retrospective think-aloud technique</i>	X		
98	<i>Scenarios</i>	X		
99	<i>Selenium (para simular la interacción)</i>	X		
100	<i>Semantical Diferencial</i>	X		
101	<i>Sensory Evaluation</i>	X		
102	<i>Situational Suitability –Index (SSI)</i>		X	
103	<i>Software Usability Measurement Inventory questionnaire (SUMI)</i>	X		
104	<i>SortSite</i>			X
105	<i>SRK framework (conocimientos que dan pie a errores)</i>	X		
106	<i>Subject Matter Experts</i>	X		

Herramienta	No acc	Acc	Acc + if
107 <i>Survey</i>	X		
108 <i>Survey / Quantitative survey</i>	X		
109 <i>Survey / Qualitative survey</i>	X		
110 <i>SVM Classifier</i>	X		
111 <i>System Usability Scale (SUS)</i>	X		
112 <i>Target-reaching method/task</i>	X		
113 <i>Task Analysis</i>	X		
114 <i>Task analysis for error identification (TAFEI)</i>	X		
115 <i>Task performance with questioning</i>	X		
116 <i>The activity diagram</i>	X		
117 <i>Think-aloud verbal protocols</i>	X		
118 <i>Tool for Evaluation of Accessible User Experience (AUX)</i>			X
119 <i>UD evaluation scale</i>		X	
120 <i>UD-related words</i>		X	
121 <i>UDL score</i>			X
122 <i>Universal design based evaluation framework</i>			X
123 <i>Universal Design (UD) Checker</i>		X	
124 <i>Universal Design for Mobile Interface Guidelines (UDMIG)</i>			X
125 <i>Universal evaluation index System on hardware and software of mobile phones</i>	X		
126 <i>Usability metrics for mHealth app evaluation with older users</i>			X
127 <i>Usability test (UT)</i>	X		
128 <i>Usability test / Local Test</i>	X		
129 <i>Usability test / Synchronous remote Test</i>	X		
130 <i>Usability test / Asynchronous remote test</i>	X		
131 <i>Usability test on pre-defined tasks performed</i>	X		

Herramienta	No acc	Acc	Acc + if
132 <i>User Experience Questionnaire (UEQ DIN ISO 8241-210)</i>	X		
133 <i>User Experience Questionnaire for educational videos</i>	X		
134 <i>User Model Checklist (UMC)</i>	X		
135 <i>User trials</i>	X		
136 <i>VERITAS GUI Simulation Viewer (VerSim-GUI)</i>			X
137 <i>VR-based set-up to Foster elderly in design evaluation</i>		X	
138 <i>WAVE</i>			X
139 <i>Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)</i>			X
140 <i>Wizard of Oz</i>	X		
141 <i>Within-subject design</i>	X		
<b>Total</b>	94	25	22

No acc: no accesibilidad / Acc: accesibilidad / Acc + if: accesibilidad + interfaces

Según esta clasificación (Tabla 4.2), 22 de las herramientas están pensadas específicamente para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces (15%), grupo “Accesibilidad + interfaz (Acc + if)”. El resto de las herramientas se dividen en 94 que no tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad (67%), grupo “No accesibilidad (No acc)”, y 25 que tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad pero no están pensadas para la evaluación de las interfaces (18%), grupo “Accesibilidad (Acc)”. Así, el 33% están pensadas para la evaluación de la accesibilidad, sin embargo, el 67% de herramientas restante han sido desarrolladas con otros objetivos y se han adaptado para valorar la accesibilidad.

Las 94 herramientas del grupo de “No accesibilidad” no están pensadas para evaluar la accesibilidad. Sin embargo, en función del enfoque de aplicación pueden llegar a valorar la accesibilidad. Por ejemplo, las observaciones, entrevistas o encuestas realizadas a personas con discapacidad (Abate et al., 2016; Condado & Lobo, 2015b; Huang et al., 2018; Tavares et al., 2019). Se distinguen, entre las variantes de las herramientas de este grupo, las desarrolladas para posibilitar la incorporación de las personas con discapacidad en los procesos de diseño como los prototipos táctiles de papel, los cuestionarios 3D con modelos táctiles o las entrevistas con mapas táctiles (Abate et al.,

2016; Miao et al., 2016). Así, hacen aflorar la necesidad existente de adaptar las herramientas para su uso con o por parte de las personas con discapacidad.

En el segundo grupo denominado “Accesibilidad” están las 25 herramientas que sí tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, pero no son específicas para las interfaces. Entre estas se encuentran el *Exclusion Calculator* (Keates & Clarkson, 2003) o el *Inclusive Design Toolkit* (Clarkson et al., 2007) desarrollados para el diseño de productos inclusivos.

En el tercer grupo, denominado “Acc+if” están las 22 herramientas que sí tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad y son específicas para la evaluación de las interfaces. Estas son las herramientas de especial interés para este estudio y se profundiza en ellas en el siguiente punto.

Considerando el ámbito de uso, se identifica una evolución hacia lo digital entre los grupos de “Accesibilidad” y “Accesibilidad + interfaz”. Ámbitos como la arquitectura, la terapia ocupacional o la educación presentes en el grupo de “Accesibilidad” desaparecen entre las herramientas que evalúan las interfaces e irrumpen con fuerza en este grupo los ámbitos relacionados con productos digitales como son diseño de app, interacción persona ordenador (IPO), Diseño de experiencias o Diseño de Interfaces. Ámbitos como la salud también evolucionan a lo digital con la inclusión del *mHealth*. Esto se considera síntoma de que la interfaz está fuertemente vinculada al ámbito digital si bien existen enfoques más amplios (Scolari, 2018).

## 4.2 Herramientas específicas de evaluación de la accesibilidad de interfaces

A continuación, se realiza la lectura del análisis específico de las 21 herramientas relacionadas con la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. Se encuentran diferentes tipologías entre las 21 herramientas identificadas. Así, se han clasificado las herramientas diferenciándolas en 7 tipos:

Se entiende cada tipología según las siguientes definiciones:

- a. **Métodos:** técnicas estructuradas que posibilitan realizar una evaluación (RAE, 2019)
- b. **Simuladores:** elementos físicos o digitales que simulan la pérdida de capacidades (Clarkson et al., 2007)
- c. **Heurísticos y métricas:** serie de principios o medidas que debe de cumplir un producto para que sea accesible (Nielsen & Molich, 1990)

- d. **Criterios:** ideas de valoración en relación a las cuales se emite un juicio (García, 2010)
- e. **Clasificaciones funcionales:** clasificación de la salud y de los dominios relacionados con la salud (OMS, 2002)
- f. **Directrices:** instrucción o norma a seguir para que un producto sea accesible (RAE, 2019)
- g. **Normas:** documentos de aplicación voluntaria que contienen especificaciones técnicas (UNE, s. f.)

A continuación, en la Tabla 4.3, se recogen los nombres y referencias bibliográficas de las 21 herramientas siguiendo la clasificación mencionada:

**Tabla 4.3:** Herramientas específicas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces

	Nombre herramienta	Referencia
a.	Métodos	
a.1	<i>Barrier Walkthrough</i>	Brajnik (2006)
a.2	<i>Digital Interfaces Exclusion Audit Technique</i>	Bradley et al. (2015)
a.3	<i>Exclusion Assessment Process for Digital Interfaces</i>	Bradley et al. (2019)
a.4	<i>mHealth for older users</i>	Wildenbos et al. (2015)
a.5	<i>Persona-based accessibility testing</i>	Henka et al. (2015)
a.6	<i>SortSite</i>	Software (2020)
a.7	<i>Tool for Evaluation of Accessible User Experience (AUX)</i>	Graham & Chandrashekar (2016)
a.8	<i>UDL score</i>	Merritt (2017)
a.9	<i>Universal design based evaluation framework</i>	Tomberg & Kelle (2018)
a.10	<i>VERITAS GUI accessibility assessment</i>	Tsakiris et al. (2013)
a.11	<i>WAVE</i>	
b.	Simuladores	
b.1	<i>Gaze-contingent tunnel vision simulator</i>	Kamikubo et al. (2017)
c.	Heurísticos / métricas	

	<b>Nombre herramienta</b>	<b>Referencia</b>
c.1	<i>Heuristics / Heuristics to Evaluate iPad Apps for Older Adult Users</i>	Watkins et al. (2014)
c.2	<i>Heuristics / Heuristics to evaluate smartphone apps</i>	Silva et al. (2015)
c.3	<i>Heuristics / Universal heuristics inclusive of age-related challenges</i>	Harrington et al. (2017)
c.4	<i>Usability metrics for mHealth app evaluation with older users</i>	Harrington et al. (2017)
d.	Criterios	
d.1	<i>CLAAP (Comfort, Likability, Autonomy, Agency, Pleasure)</i>	Graham & Chandrashekar (2016)
e.	Clasificaciones funcionales	
e.1	<i>Minnesota Hand Function test</i>	Shin et al. (2015)
f.	Directrices	
f.1	<i>Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG)</i>	World Wide Web Consortium (W3C, 2015)
f.2	<i>Universal Design for Mobile Interface Guidelines (UDMIG)</i>	Ruzic et al. (2016)
f.3	<i>Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)</i>	W3C (2008)
g.	Normas	
g.1	<i>ISO 9241-171 - Guidance on software accessibility</i>	ISO 9241-171 – Guidance on software accessibility (2008)

Para el análisis de cada una de las 21 herramientas se ha procedido a la recogida de datos a través de una plantilla (Figura 4.2) que consta de los siguientes apartados:

- Número y nombre: se asigna un número y se recoge el nombre de la herramienta.
- Características generales: se categoriza cada herramienta según tres características generales: la tipología de herramienta (método, simulador, heurísticos/métricas, criterios, clasificación funcional, directrices, norma), si es

una herramienta cuantitativa o cualitativa y la unidad de análisis usada (producto, tarea a realizar para conseguir un objetivo, otra).

- Fuentes de información: se indican las fuentes consultadas para obtener la información de la herramienta. Se menciona tanto la fuente original donde se presenta la herramienta, denominada artículo original, como el artículo a través del cual se ha identificado la herramienta, denominado artículo rev. Sistemática. En el caso de que ambas fuentes coincidan se recoge como artículo rev. Sistemática.
- Aplicación de la herramienta: se detalla cómo o quién aplica la herramienta (un experto, cuenta con la participación de la persona usuaria, es una evaluación automática u otro), la fase de la metodología de diseño del DBZ-MU (2014) en la que se aplica (búsqueda estratégica, exploración, ideación, desarrollo, implementación, lanzamiento) con sus comentarios y las fases principales de aplicación de la herramienta.
- Objetivo: se especifica el objetivo de la herramienta.
- Enfoque/base de la evaluación: se detalla el enfoque o la base de la evaluación.
- Criterios de evaluación: se especifican los criterios de evaluación que usa la herramienta.
- Resultado: se detalla el tipo de resultado que se obtiene tras aplicar la herramienta.
- Comentarios: se recogen comentarios generales como las limitaciones de la herramienta o la razón de descarte.

A continuación, se analiza, la información de las 21 herramientas siguiendo la estructura de la plantilla presentada según las 7 tipologías.

### 4.2.1 Métodos

Se reúne en este apartado el análisis referente a los 11 métodos (Tabla 4.3) identificados para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

#### a.1 *Barrier Walkthrough* (Brajnik, 2006)

El *Barrier Walkthrough* es un método cualitativo cuya unidad de análisis es la tarea.

Está pensada para ser aplicada por un experto siguiendo las siguientes fases: identificar escenarios, definir objetivos de la persona usuaria, cruzar los objetivos con las categorías de personas, identificar el set de páginas relacionadas con las tareas a realizar para alcanzar el objetivo, analizar las páginas teniendo en cuenta la categoría de personas involucradas en el escenario y entender el impacto de la barrera con respecto al objetivo de la tarea. En el artículo de referencia no se menciona en qué fase del proceso de diseño se aplica el método.

<b>Nº a.1</b>	<b>Nombre</b>	BARRIER WALKTHROUGH	
<b>Características generales</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Método	<input type="checkbox"/> Cuantitativo	<input type="checkbox"/> Producto	
<input type="checkbox"/> Heurísticas/métricas	<input checked="" type="checkbox"/> Cualitativo	<input checked="" type="checkbox"/> Objetivo / Tarea	
<input type="checkbox"/> Criterios	<input type="checkbox"/> Otro: _____		
<input type="checkbox"/> Clasificación funcional			
<input type="checkbox"/> Directrices			
<input type="checkbox"/> Normativa			
<b>Fuentes de información</b>			
Artículo original			
Título	Web accessibility testing: when the method is the culprit		
Autor	Brajnik, Giorgio		
Año	2006		
Ámbito	WEB		
Artículo rev. Sistemática			
Título	Conducting Acceptance tests for Elderly People on the Web		
Autor	Henka, Alexander; Stiegler, Andreas; Zimmermann, Gootfried; Ertl, Thomas		
Año	2015		
Ámbito	WEB		
<b>Aplicación de la herramienta</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Experto	<input type="checkbox"/> Búsqueda estratégica	Comentarios No se menciona nada relativo al proceso de diseño. Si que indica analisis de la WEB pero no en que estadio está esta.	
<input type="checkbox"/> Usuario	<input type="checkbox"/> Exploración		
<input type="checkbox"/> Automático	<input type="checkbox"/> Ideación		
<input type="checkbox"/> Otro: _____	<input type="checkbox"/> Desarrollo		
	<input type="checkbox"/> Implementación		
	<input type="checkbox"/> Lanzamiento		
Fases principales			
1- Identificar escenarios			
2- Definir objetivos/tareas del usuario			
3- Cruzar los objetivos con las categorías de personas			
4- Identificar set de páginas a analizar			
5- Analizar las páginas para la categoría de personas involucradas en el escenario			
6- Entender el impacto de la barrera con respecto al objetivo de la tarea			
<b>Objetivo</b>			
Reducir la subjetividad de la evaluación heurística guiando la identificación de problemas y su valoración en el análisis de la accesibilidad de las páginas WEB.			
<b>Enfoque/base de la evaluación</b>			
La identificación de barreras existentes y su impacto en las páginas web teniendo en cuenta los escenarios creados y las diferentes categorías de usuarios.			
<b>Criterios de evaluación</b>			
Modos de fallo de una web teniendo en cuenta:			
. Categoría de usuario			
. Tecnología de apoyo usada			
. Objetivo a conseguir			
. Características de la web			
. Otros efectos de la barreras			
<b>Resultado</b>			
Listado de problemas asociados a las barreras identificadas a través de los escenarios, al nivel de severidad y, probablemente, a los atributos de ejecución afectados.			
<input type="checkbox"/> Descartado	Razón / Comentarios		

Figura 4.2: Plantilla de recogida de datos de herramientas. Herramienta *Barrier Walkthrough* (a.1)

Los autores proponen este método para reducir la subjetividad de la evaluación heurística. Para ello, se identifican y valoran los problemas de accesibilidad de las páginas web de una forma guiada.

La evaluación se basa en la identificación de las barreras existentes y su impacto en las páginas web teniendo en cuenta los escenarios de uso y las diferentes categorías de

personas usuarias. Así, los aspectos que se tienen en cuenta para la valoración son: la categoría de persona usuaria, la tecnología de apoyo usada, los objetivos a conseguir, las características de la web y otros efectos de las barreras.

Como resultado, se obtiene un listado de problemas asociados a las barreras. Estas barreras son identificadas a través de los escenarios, el nivel de severidad y los atributos de ejecución afectados.

## **a.2 Digital Interfaces Exclusion Audit Technique** (Bradley et al., 2015)

El *Digital Interfaces Exclusion Audit Technique* es un método cuantitativo cuya unidad de análisis son las tareas a realizar para alcanzar un objetivo.

Está pensada para ser aplicada por parte de un experto siguiendo tres fases: identificar si la tarea requiere la interacción con una interfaz digital, realizar la valoración de la interfaz digital y calcular la exclusión derivada de la interfaz. Para realizar la valoración de la interfaz digital se valora si el patrón de interacción es lo suficientemente explícito y, si no lo es, si el patrón de interacción digital se asemeja a algún modelo de interacción conocido por la persona usuaria. En el artículo de referencia no se menciona en qué fase del proceso de diseño se aplica el método. Sin embargo, este método supone una extensión del *Exclusion Calculator* presente en el *Inclusive Design Toolkit*. El *Exclusion Calculator* se propone para la fase de evaluación posterior a la de creación que vendría a ser la fase de desarrollo o implementación.

El *Digital Interfaces Exclusion Audit Technique* tiene como objetivo la evaluación del grado de inclusión proporcionado por los patrones de interacción de las interfaces digitales. Para ello, se basa en el “*Exclusion Audit*” (Keates & Clarkson, 2003) o cálculo de personas excluidas propuesto por la Universidad de Cambridge. El *Digital Interfaces Exclusion Audit Technique* propone realizar un desvío a lo largo del proceso de aplicación del *Exclusion Audit* en el momento que haya una interacción con una interfaz digital para la ejecución de una tarea. Tras evaluar la interfaz digital se vuelve al proceso del *Exclusion Audit* para terminar la evaluación de la tarea.

Los autores sostienen la importancia de tener en cuenta la experiencia previa de la persona usuaria a la hora de identificar la exclusión que se puede dar en la interacción con interfaces digitales. Así, para la evaluación de las interfaces digitales se tiene en cuenta cómo de explícita es la interacción y, en el caso de no serlo, se valora si el patrón de interacción es similar a los usados en tecnologías previamente conocidas por la persona usuaria. Se considerará que la persona usuaria quedará excluida a la hora de interactuar con una interfaz digital siempre que el patrón de interacción no sea lo suficientemente explícito o no sea similar a las interfaces conocidas por la persona usuaria.

Cómo resultado se obtiene el número de personas excluidas para la realización de una tarea. Sin embargo, no existen los datos necesarios para calcular la exclusión tal y como proponen los autores. Esta es la principal limitación de la propuesta.

### **a.3 Exclusion Assessment Process for Digital Interfaces** (Bradley et al., 2019)

El *Exclusion assessment process for Digital Interfaces* no supone más que una profundización del método mostrado en el punto anterior, el *Digital Interfaces Exclusion Audit Technique* (a.2). Se ve de esta forma que el Grupo de Diseño Inclusivo de la Universidad de Cambridge es activo en la materia.

Los autores sostienen la importancia de tener una experiencia positiva en la interacción con las interfaces digitales para una buena adopción de las nuevas tecnologías, sobre todo por parte de las personas mayores. Estas personas pueden no estar familiarizadas con los patrones de interacción exclusivamente digitales lo cual derivaría en un mayor número de errores de uso y, en consecuencia, al no uso o a la desmotivación. Para estos casos, consideran excluyentes todos aquellos patrones de interacción con los que la persona usuaria no esté familiarizada.

El principal criterio para la valoración de la exclusión que suponen las interfaces digitales es la no similitud entre patrones de interacción de controles analógicos y digitales. Para facilitar esta valoración hacen alusión al listado de tecnologías propuesto por Waller et al. (2010).

Como resultado se obtiene el número de personas excluidas por una interfaz digital. La propuesta sigue teniendo claras limitaciones a la hora del cálculo de la exclusión por falta de datos cuantitativos. Otra de las limitaciones, tal y como lo apuntan los propios autores, radica depender de un asesor para la valoración y en su posible influencia en la evaluación.

### **a.4 mHealth for older users** (Wildenbos et al., 2015)

El *mHealth for older users* es un método cualitativo cuya unidad de análisis son los problemas de usabilidad.

Está pensado para que sea aplicado por un experto siguiendo las siguientes fases: identificación de los problemas de usabilidad (usando otra herramienta), clasificación de cada problema de usabilidad identificado en el marco propuesto y profundizar en el porqué de los problemas. El momento del proceso de diseño en el que se aplica depende del método usado para la identificación de los problemas de usabilidad.

Su objetivo es identificar las causas de los problemas de usabilidad de las aplicaciones móviles del ámbito de la salud y relacionarlas con las capacidades de las personas mayores. Para ello, propone un marco como complemento a la evaluación de la usabilidad de dichas aplicaciones. Este marco está basado en las características de las personas mayores y ayuda en la interpretación de los problemas de usabilidad mostrando cuáles pueden ser las causas de los errores identificados. Así, el marco definido ayuda a la categorización de los problemas de usabilidad identificados debido a las barreras derivadas por la edad.

Busca la facilidad de uso de las aplicaciones de salud para móviles. Para ello, se basa en el análisis de los problemas de usabilidad según las capacidades de las personas mayores. Este

método divide en 4 grupos las capacidades: barreras cognitivas, impedimentos físicos, aspectos motivacionales y barreras perceptuales. El marco es construido basándose en la información bibliográfica referente al tema dentro del ámbito IPO.

El resultado que se obtiene es el origen de los problemas de usabilidad, relacionados con las capacidades de las personas mayores, identificados en las aplicaciones de salud para móviles. El método hace referencia a los problemas de usabilidad y no accesibilidad. Sin embargo, al ser específico para las personas mayores se entiende que da un salto más allá de la usabilidad acercándose, de esta forma, a valorar la accesibilidad de las aplicaciones del ámbito de la salud.

#### **a.5 *Persona-based accessibility testing*** (Henka et al., 2015)

El método *Persona-based accessibility testing* es una herramienta cualitativa basada en el análisis de los escenarios desarrollada en el ámbito de la IPO.

Es un método semiautomático cuya aplicación se da a través de las siguientes fases: generar el escenario de uso o "*blueprint*" combinando los supuestos de uso y Personas, inicio de la simulación automática de la interacción, valoración automática de aquellos puntos que puedan valorarse automáticamente y valoración por parte del evaluador de aquellos puntos que no pueden ser valorados automáticamente. La fase del proceso de diseño en la que se aplicará el método dependerá del método usado para la identificación de los problemas de usabilidad.

Su fin es valorar, tanto, la accesibilidad técnica, como, la accesibilidad semántica de páginas webs dirigidas a personas mayores. Para ello, se propone una prueba de aceptación para *RIAs* (*Rich Internet Applications*) con criterios de accesibilidad. En ella se plantea la generación de un escenario y de un perfil Personas para recoger las características de la persona usuaria que condicionan la interacción. Es esta última herramienta, Personas, la que introduce los requerimientos de accesibilidad en la evaluación. Con estos inputs se ejecuta de una forma automática la interacción y se realiza la valoración de la accesibilidad. El sistema advierte al evaluador de los puntos que no pueden ser evaluados de forma automática para que los evalúe personalmente.

Como se ha dicho anteriormente, realiza una evaluación de la accesibilidad tanto a nivel técnico como a nivel semántico. Para definir los criterios de accesibilidad técnica se basa en las directrices de accesibilidad para contenido web WCAG 2.0 (World Wide Web Consortium [W3C], 2018) y los criterios de accesibilidad semántica se recogen en el perfil Persona a través del set de preferencias GPII (*Global Public Inclusive Infrastructure*) (GPII, 2019).

El resultado que se obtiene es la aceptación o no del software analizado según los criterios de accesibilidad definidos. La metodología está pensada para la valoración de la accesibilidad, sin embargo, esto dependerá de la definición del perfil Personas.

### **a.6 *SortSite*** (Software, 2020)

*SortSite* es un método cualitativo cuya unidad de análisis es el producto completo. Este método ha sido desarrollado para la evaluación de entornos web.

Es una aplicación que realiza una evaluación automática de la accesibilidad de las páginas web. Para ello, se debe introducir la URL a evaluar en el espacio correspondiente e iniciar la evaluación. Como último paso de aplicación del método se genera un informe con los errores identificados. En las fuentes consultadas no se menciona en qué fase del proceso de diseño se aplica, sin embargo, se menciona su uso para mejorar las web antes de su lanzamiento, lo que supondría su aplicación en la fase de implementación.

Su objetivo es posibilitar la realización de tests de las páginas web de una forma fácil, rápida y automática para identificar los posibles problemas antes de que sean lanzadas. A su vez, agiliza el proceso realizando una evaluación automática de los criterios que lo permiten y limitando la evaluación personal por parte de los expertos a los puntos en los que no es posible realizar una evaluación automática.

La evaluación realizada por la herramienta *SortSite* tiene en cuenta seis aspectos: la accesibilidad, basada en las directrices WCAG (W3C, 2018) y Sección 508 (U.S. General Services Administration, 2018), los enlaces rotos, la compatibilidad, la optimización del motor de búsqueda, la privacidad, los estándares web y la usabilidad, según se recoge en *usability.gov* (U.S. Dept. of Health and Human Services, 2006).

Se obtiene como resultado un informe detallado de los errores divididos por criterios.

### **a.7 *Tool for evaluation of Accessible User Experience (AUX)*** (Graham & Chandrashekar, 2016)

El método *Tool for evaluation of Accessible User Experience* es de índole cualitativa y se enfoca en el análisis del producto completo. Su desarrollo se da en el ámbito del Diseño de Experiencias.

La herramienta *Tool for evaluation of Accessible User Experience* cuenta con la participación de las personas usuarias para la evaluación de la accesibilidad de la experiencia. Las fases principales de aplicación son: el uso de la aplicación o página web por parte de las personas usuarias, responder a las preguntas del cuestionario por parte de las personas usuarias y el análisis de las respuestas por parte del evaluador. En la fuente consultada no se menciona en qué fase del proceso de diseño se aplica el método.

Su objetivo principal es evaluar la experiencia de usuario accesible (AUX) de productos digitales para personas usuarias de lectores de pantalla y proporcionar unas directrices a considerar por los diseñadores a la hora de proponer experiencias de usuario agradables para personas con discapacidad. Para ello, se propone un cuestionario constituido de cinco

preguntas basado en un enfoque positivista, es decir, en los principios de la psicología positiva.

La evaluación se basa en los criterios CLAAP (*Comfort, Likability, Autonomy, Agency, Pleasure*) definidos por los mismos autores y explicados más adelante (apartado 0).

Se obtiene como resultado los “*pleasure points*” o puntos agradables de la experiencia que servirán de *insights* para el diseñador. Sin embargo, la propuesta es un punto de partida que requiere un mayor desarrollo. Por otro lado, si bien las preguntas de la herramienta están basadas en un estudio llevado a cabo con personas ciegas o visión limitada dependerá de la persona usuaria que responda el cuestionario la evaluación de la accesibilidad de la experiencia.

### **a.8 UDL score** (Merritt, 2017)

El *UDL score* es un método cuantitativo que analiza el producto en su conjunto y ha sido desarrollado para el ámbito de los videojuegos.

Pensado para ser aplicado por un experto las principales fases de aplicación son: listar los complementos de videojuegos a analizar, chequear qué principios de Diseño Universal para el Aprendizaje (*UDL*) cumple, crear una matriz marcando aquellos principios de *UDL* que cumple cada complemento, sumar el número de principios que cumple cada complemento y crear el ranking de accesibilidad de complementos de videojuegos. Por su planteamiento, el *UDL score*, es una herramienta para aplicar una vez el producto esté definido.

El objetivo es identificar cuál de los complementos para videojuegos es más accesible. Gracias a los complementos los videojuegos pueden llegar a ser más accesibles. El *UDL score* posibilita la generación de un ranking de accesibilidad de los complementos de los videojuegos.

El análisis se fundamenta en las directrices del *UDL* (Wakefield, 2018). Estas directrices se agrupan en 3 grupos: proporcionar múltiples medios de representación, proporcionar múltiples medios de acción y expresión y proporcionar múltiples medios de motivación. Para obtener el valor que determina la posición de un producto en el ranking creado con el *UDL score* un experto chequea el cumplimiento o no de las directrices del *UDL* sumando un punto por cada directriz respetada. Se entiende así, que el producto con un mayor valor es el más accesible.

Como resultado se obtiene el ranking de accesibilidad de complementos de videojuegos.

### **a.9 Universal design based evaluation framework** (Tomberg & Kelle, 2018)

El *Universal design based evaluation framework* es una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos cuya unidad de análisis es el producto y se ha desarrollado en el ámbito de los productos *wearables*.

Su aplicación está pensada para que se realice por parte de un experto siguiendo los siguientes pasos: definir el perfil de Personas, evaluar el principio de equidad, realizar las modificaciones oportunas en el diseño, evaluar los principios relacionados con el proceso, realizar las modificaciones oportunas en el diseño y, por último, evaluar los principios relacionados con los factores humanos teniendo en cuenta el perfil de Personas definido. Según los autores, el marco definido puede ser aplicado tanto en los estadios iniciales de creación de negocio y escenarios (fases de búsqueda estratégica y exploración) como en la evaluación de prototipos avanzados (fase de desarrollo).

Su objetivo es posibilitar una evaluación rápida de los artefactos con elementos computacionales embebidos teniendo en cuenta los principios del Diseño Universal. Así, basándose en la jerarquía y los principios del Diseño Universal definidos por Eerlandson (2007), los autores proponen realizar una evaluación escalonada del producto tal y como se aprecia en las fases de aplicación. Primeramente, se aborda la evaluación del principio de equidad y cuando este se cumpla se pasa al siguiente nivel. En segundo lugar, se tiene en cuenta los principios relativos a los procesos. Después se pasa al siguiente nivel. Finalmente, se termina la evaluación analizando los principios relacionados con los factores humanos.

Para la evaluación de cada nivel los autores señalan unas herramientas y criterios específicos derivados de otros ámbitos como son el marco *NICE* (Kelly et al., 2009) para la valoración de la equidad, los heurísticos de usabilidad propuestas por Nielsen (1994) para los principios relacionados con el proceso y el *Inclusive Design Toolkit* (Clarkson et al., 2007) para el análisis de los factores humanos. Así, los criterios que se valoran en cada nivel son: la equidad en el primer nivel para el principio de equidad; la flexibilidad, la gestión del error, la eficiencia y la estabilidad/predictibilidad para los principios relacionados con el proceso; y la percepción, la cognición y la ergonomía para los principios relativos a los factores humanos.

Cada nivel tiene su propio resultado de la evaluación de la accesibilidad. El nivel 1, el cumplimiento o no de los diferentes aspectos relacionados con la equidad, el nivel 2, los puntos a mejorar para una mejor usabilidad y, el nivel 3, las capacidades demandadas para la interacción.

De las tres herramientas que se recogen en el *Universal design based evaluation framework*, el marco *NICE* es muy específico para medir la equidad y los heurísticos de Nielsen no tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, sin embargo, el *Inclusive Design Toolkit* tiene intrínseca la evaluación de la accesibilidad y lo propone un grupo de investigación referente en el desarrollo de herramientas y aplicación del Diseño Inclusivo. Además, el *Inclusive Design Toolkit* también ha sido mencionado en el análisis del *Digital Interfaces Exclusion Audit Technique*. Por todo ello, se cree interesante analizar también el *Inclusive Design Toolkit* y se añade su análisis como un método más en este apartado.

### **a.10 VERITAS GUI accessibility assessment** (Tsakiris et al., 2013)

El *VERITAS-GUI (Graphic User Interface) accessibility assessment* es un método cualitativo que se centra en el análisis de escenarios de entornos IPO y productos TIC.

Realiza la evaluación de una forma automática siguiendo los siguientes pasos: definir el modelo de persona usuaria, definir el escenario de aplicación, realizar la simulación virtual de la acción de la persona usuaria y, por último, generar el informe. Es apto para aplicarlo en las fases como la ideación o el inicio del desarrollo del proceso de diseño y complementar al final con una evaluación por parte de las personas usuarias.

El objetivo del *VERITAS-GUI accessibility assessment* es posibilitar la evaluación de las interfaces gráficas de usuario haciendo testeos basados en simulaciones virtuales. Sin embargo, forma parte de un proyecto europeo más amplio denominado VERITAS cuyo objetivo es introducir herramientas de simulación virtual a lo largo del proceso de diseño para el desarrollo de productos que puedan ser usados por el mayor número de personas posible, es decir, productos inclusivos. En este caso, el *VERITAS-GUI accessibility assessment* se centra específicamente en la evaluación de interfaces gráficas de usuario para lo que se han desarrollado tres herramientas. Las tres herramientas desarrolladas son (según orden de aplicación):

1. Generador de modelos de persona usuaria VERITAS (*VERITAS user model generator*): genera el Modelo de Persona Usuaria Virtual (*Virtual User Model, VUM*) basándose en las características de los grupos de personas usuarias identificadas a través de la bibliografía médica y recogidas en la Plataforma Multisensorial Veritas.
2. Editor de simulación de interfaces gráficas de usuario VERITAS (*VERITAS GUI simulation editor*): genera los escenarios de uso definiendo las tareas de interacción a ejecutar en una interfaz gráfica de usuario dada.
3. Visualizador de la simulación de interfaces gráficas de usuario VERITAS (*VERITAS GUI simulation viewer*): esta herramienta simula la interacción y genera el informe final teniendo en cuenta el *VUM* y el escenario definido con las herramientas anteriores.

Los criterios de evaluación vienen definidos por el *VUM* y el escenario de uso donde se recogen las especificaciones de los diferentes grupos de personas usuarias y el modelo de interacción deseado.

Tras la simulación, se obtiene como resultado un informe de accesibilidad de las interfaces gráficas de usuario analizadas.

### **a.11 WAVE** (WAVE, 2022)

WAVE es un método cualitativo cuya unidad de análisis es el producto, en este caso las páginas web.

Su aplicación es semiautomática y está pensada para que la persona evaluadora repase los errores identificados tras una primera evaluación automática. Para ello, en la página web de la herramienta se introduce la dirección de la página web a analizar y se procede a la identificación de errores de forma automática. Después, la herramienta visualiza los errores sobre la página web analizada y la persona evaluadora repasa dichos errores. La herramienta no señala en qué fases del proceso de diseño se aplica.

El objetivo de WAVE además de señalar los errores de accesibilidad es sensibilizar y formar a las personas sobre la importancia de trabajar la accesibilidad de las páginas web. Esta es la principal razón por la que se propone realizar una evaluación semiautomática. De este modo, en el repaso de los errores la persona evaluadora pueda ir formándose gracias a la información recibida de la evaluación automática.

La evaluación automática realizada por la herramienta *WAVE* tiene en cuenta seis categorías: (i) errores, (ii) errores de contraste, (iii) alertas, (iv) características, (v) elementos estructurales y (vi) ARIA. La principal referencia que tiene en cuenta a la hora de realizar la evaluación son las WCAG.

Como resultado se visualizan los errores clasificados por categorías sobre la página web analizada pudiendo profundizar en ellos gracias a la información que ofrece WAVE en su panel lateral.

En la Tabla 4.4 se resumen las características generales y de aplicación de los 10 métodos analizados.

Respecto a la naturaleza de los métodos, son 8 los que realizan un análisis cualitativo de la accesibilidad (a.1, a.4, a.5, a.6, a.7, a.9, a.10 y a.11) y 4 cuantitativo (a.2, a.3, a.8 y a.9). 1 método (a.9) combina ambas tipologías de análisis. De los 4 métodos que contemplan un análisis cuantitativo 3 (a.2, a.3 y a.9) tienen el mismo enfoque, el cálculo de la exclusión propuesto por el grupo de Diseño Inclusivo de la Universidad de Cambridge, adaptado para el análisis de las interfaces digitales en 2 de los casos (a.2 y a.3). La alternativa al cálculo de la exclusión la propone el *UDL Score* (a.8) y pasa por crear un ranking basándose en los principios del *UDL*.

Por otro lado, en cuanto a la unidad de análisis, son 5 los métodos que optan por coger el producto en general para realizar el análisis (a.6, a.7, a.8, a.9 y a.11), 4 las tareas a realizar para alcanzar un objetivo (a.1, a.2, a.3 y a.9) y 3 otra unidad de análisis (1 problemas de usabilidad, a.4, 2 escenarios, a.5 y a.10). 1 método (a.9) puede analizar tanto el producto como las tareas dependiendo de la fase de aplicación.

**Tabla 4.4:** Características generales y de aplicación de los métodos

	CARACTERÍSTICAS GENERALES					APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA									
	Naturaleza		Unidad de análisis			Evaluador				Fases metodología DBZ-MU					
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Persona usuaria	Automático	Otro	Búsqueda estratégica	Exploración	Ideación	Desarrollo	Implementación	Lanzamiento
a.1		X		X		X				-	-	-	-	-	-
a.2	X			X		X							X	X	
a.3	X			X		X				-	-	-	-	-	-
a.4		X			Problemas usabilidad	X				-	-	-	-	-	-
a.5		X			Escenario			Semiautomático		-	-	-	-	-	-
a.6		X	X					X						X	
a.7		X	X					X		-	-	-	-	-	-
a.8	X		X			X									X
a.9	X	X	X	X		X	X			X	X		X		
a.10		X			Escenario			X				X	X		
a.11		X	X					Semiautomático		-	-	-	-	-	-
Total	4	8	5	4	3	6	2	2	2	1	1	1	3	2	1

En las herramientas cuya unidad de análisis es otra diferente al producto es necesario identificar primero las unidades a analizar, sean tareas, problemas de usabilidad o escenarios. Estas herramientas recogen la identificación de las unidades de análisis entre las fases de aplicación del método. Sin embargo, ningún método especifica cómo hacerlo y, por ello, resulta difícil de aplicarlo con rigor. A este respecto, herramientas como el *Task Analysis*, el *TAFEI* o los test de usabilidad (Baber & Stanton, 2002; Hackos

& Redish, 1998; Rubin & Chisnell, 2008), clasificadas dentro del grupo de “No accesibilidad”, son usadas para la evaluación de las interfaces y dan pie a identificar dichas unidades de análisis.

En el bloque de los datos relativos a la aplicación de la herramienta, se ve el esfuerzo realizado por los autores para proponer métodos que aligeren la evaluación. Así, 7 de los métodos han sido pensados para su aplicación por personas expertas, su ejecución automática o una combinación de ambas. De los 2 métodos que contemplan la implicación de la persona usuaria solo *Tool for evaluation of AUX* (a.7) se limita a este colectivo mientras el *Universal design based evaluation framework* (a.9) propone combinar una evaluación implicando a la persona usuaria con una evaluación realizada por personas expertas. Autores como Kamikubo eta al. (2017) recomiendan la combinación de ambos casos. Se aligera así el proceso de diseño realizando un análisis por personas expertas en las fases de ideación e inicio del desarrollo del producto y se contrasta con personas usuarias en la fase final del desarrollo (Kamikubo et al., 2017).

En cuanto a la fase de la metodología de diseño del DBZ-MU para la cual está pensado cada método se ha encontrado poca información y en algunos casos poco explícita. De todas formas, se aprecia una tendencia a aplicar los métodos de evaluación sobre todo con prototipos (de mayor o menor fidelidad) en las fases de ideación, desarrollo y lanzamiento (Garcia-Betances et al., 2016; Tomberg & Kelle, 2016).

Para continuar con el análisis se procede a comentar los aspectos referentes al ámbito en el cual se ha desarrollado el método, los objetivos que persigue, el enfoque, es decir, la perspectiva de la evaluación y los criterios que usa para la evaluación (Tabla 4.5).

**Tabla 4.5:** Ámbito, objetivo, enfoque y criterios de los métodos

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
a.1 WEB	Reducir la subjetividad de la evaluación heurística guiando la identificación de problemas y su valoración	Identificación de barreras existentes y su impacto	Modos de fallo: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Categoría de persona usuaria</li> <li>. Tecnología de apoyo usada</li> <li>. Objetivo a conseguir</li> <li>. Características de la web</li> <li>. Otros efectos de las barreras</li> </ul>

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
a.2	Diseño de producto de accesibilidad de los patrones de interacción	Cálculo de personas excluidas	Experiencia previa: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Cómo de explícita es la interacción</li> <li>. Similitud del patrón de interacción a los usados en tecnologías conocidas</li> </ul>
a.3	Diseño de producto de accesibilidad de los patrones de interacción	Experiencia positiva de las personas mayores en la interacción con las interfaces digitales	No similitud entre controles analógicos y digitales
a.4	<i>mHealth</i> Identificar las causas de los problemas de usabilidad de las personas mayores	Categorización de los problemas de usabilidad de las personas mayores	Capacidades de las personas mayores: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Barreras cognitivas</li> <li>. Impedimentos físicos</li> <li>. Aspectos motivacionales</li> <li>. Barreras perceptuales</li> </ul>
a.5	<i>HCI</i> Valorar la accesibilidad técnica y semántica de páginas WEB para personas mayores	Prueba de aceptación	Accesibilidad técnica: <i>WCAG 2.0</i> Accesibilidad semántica: <i>GPII</i>
a.6	WEB Testeo fácil, rápido y automático	Evaluación automática de los criterios que lo permitan	Accesibilidad ( <i>WCAG</i> y Sección 508) Enlaces rotos Compatibilidad Optimización del motor de búsqueda Privacidad Estándares WEB Usabilidad ( <a href="http://usability.gov">usability.gov</a> )
a.7	Experiencia de usuario (UX) (digital) Evaluar y proporcionar directrices para una experiencia de usuario accesible	Psicología positiva	Comodidad Facilidad de uso Autonomía Voluntad Placer
a.8	Videojuegos Que todas las personas usuarias jueguen en las mismas condiciones	Principios del ( <i>UDL</i> )	<i>UDL</i> : <ul style="list-style-type: none"> <li>. Proporcionar múltiples medios de representación</li> <li>. Proporcionar múltiples medios de acción y expresión</li> <li>. Proporcionar múltiples medios de motivación</li> </ul>

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
a.9 <i>Wearables</i>	Evaluación rápida de los artefactos de diseño con elementos computacionales embebidos	Diseño Universal definidos por Erlandson (2007): <ul style="list-style-type: none"> <li>. Principio de equidad</li> <li>. Principios relacionados con el proceso</li> <li>. Principios relativos a los factores humanos</li> </ul>	Principio de equidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Equidad</li> </ul> Principios relacionados con el proceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Flexibilidad</li> <li>. Gestión del error</li> <li>. Eficiencia</li> <li>. Estabilidad/predictibilidad</li> </ul> Principios relativos a los factores humanos: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Percepción</li> <li>. Cognición</li> <li>. Ergonomía</li> </ul>
a.10 TIC / HCI	Evaluación basada en simulaciones virtuales	Productos que puedan ser usados por el mayor número de personas posibles	Especificaciones de las personas usuarias Modelo de interacción deseado
a.11 WEB	Evaluar y enseñar cómo trabajar la accesibilidad en las páginas web	Evaluación semiautomática que combina una evaluación automática con el repaso de la persona evaluadora.	Errores Errores de contraste Alertas Características Elementos estructurales ARIA (Referencia principal las WCAG)

Son 8 los métodos pensados para ámbitos de desarrollo digital (web, aplicaciones para móviles, videojuegos) (a.1, a.4, a.5, a.6, a.7, a.8, a.10 y a.11), 2 desarrollados desde una perspectiva de diseño de producto (a.2 y a.3) y 1 específico para wearables (a.9). Estos 3 últimos métodos (a.2, a.3 y a.9) resultan ser los 3 que integran una valoración cuantitativa centrada en el cálculo de la exclusión.

En cuanto al objetivo y enfoque de los métodos, son 3 los métodos dirigidos a personas mayores. De estos 3 casos, el *Persona-based accessibility testing* (a.5) integra entre sus criterios, directrices y marcos, que tienen en cuenta a todas las personas con discapacidad afrontando la evaluación de la accesibilidad desde toda su amplitud. Sin embargo, el *Exclusion assessment process for digital interfaces* (a.3) se centra especialmente en la experiencia de las personas mayores con los patrones de interacción analógicos y el *mHealth for older user* (a.4) recoge las características específicas de este grupo de personas. Además, en el caso del *mHealth for older user* (a.4), el enfocarse en el colectivo de las personas mayores es el modo para dar el salto de la usabilidad a la accesibilidad, es decir, se llega a evaluar la accesibilidad enfocando

el análisis de los problemas de usabilidad en personas mayores. Este hecho se da también en el caso de los heurísticos y las métricas (punto 4.2.3). Aceptando que el colectivo de personas mayores es parte importante del colectivo de personas con discapacidad, se consideran limitados los enfoques que plantean la accesibilidad como la usabilidad dirigida a personas mayores dado que el colectivo de personas con discapacidad es más amplio.

Por último, están los criterios de evaluación usados en los métodos. Se pueden distinguir tres grupos de criterios: los factores técnicos, los factores humanos y el resto. Entre los criterios que contemplan factores técnicos se encuentran las características de las páginas web, los modelos de interacción o las directrices WCAG (Tabla 4.3, f.3). Entre los criterios que contemplan los factores humanos se encuentran las categorías de personas usuarias, capacidades necesarias para la interacción, aspectos motivacionales o al conocimiento previo de la persona. En el tercer grupo se agrupan el resto de los criterios como son el objetivo a conseguir, otros efectos de las barreras o la equidad. Teniendo en cuenta esta clasificación 6 de los métodos combinan tanto factores técnicos como humanos entre sus criterios, 3 tienen en cuenta solo factores técnicos y 3 solo factores humanos.

Los métodos que cuentan con la participación de la persona usuaria para la evaluación incluyen siempre los factores humanos combinados o no con los factores técnicos entre los criterios de evaluación. Por otro lado, los métodos que solo contemplan factores técnicos para la valoración no incluyen a las personas usuarias en su aplicación. Por último, los métodos de evaluación automáticos muestran la posibilidad de integrar factores humanos para una evaluación automática.

## 4.2.2 Simuladores

Tras el análisis de los métodos, en este apartado se analiza el simulador identificado.

### **b.1 Gaze-contingent tunnel vision simulator** (Kamikubo et al., 2017)

Sin ser un método de evaluación propio, Kamikubo et al. ponen en valor el uso de simuladores en el proceso de diseño para la valoración de los prototipos de fidelidad baja y media en las fases de ideación y desarrollo del producto. El uso del simulador junto a la realización de test de usabilidad o pruebas de usuario posibilitan la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de una forma ágil, sin necesidad de involucrar a la persona usuaria durante las fases intermedias del proceso de diseño.

La propuesta se basa en la simulación de una específica tipología de limitación de la visión, la visión túnel, y persigue dos objetivos principales, la realización de una valoración rápida de

los prototipos bajo condiciones de visión simuladas y posibilitar las pruebas de usuario con gente sin pérdida de visión.

Esta propuesta simula un único impedimento visual siendo esta su principal limitación.

Se ha identificado un único simulador como herramienta independiente.

Los simuladores tienen como fin simular la pérdida de capacidades posibilitando que una persona pueda vivir la limitación simulada sin realmente tenerla. Por lo tanto, no proporcionan una valoración por sí solos y la evaluación dependerá del método con el cual se usen. Por ello, no se aportan datos en cuanto a la naturaleza y unidad de análisis (Tabla 4.6).

En cuanto a las características de aplicación de la herramienta, el simulador está pensado para ser usado por personas sin limitaciones de visión en las fases de ideación y desarrollo (Tabla 4.6).

**Tabla 4.6:** Características generales y de aplicación de los simuladores

	APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA									
	Evaluador				Fases metodología DBZ-MU					
	Experto	Persona usuaria	Automático	Otro	Búsqueda estratégica	Exploración	Ideación	Desarrollo	Implementación	Lanzamiento
b.1	Personas sin limitaciones						X	X		

En el bloque de análisis del ámbito, objetivo y enfoque (Tabla 4.7) se ve que el simulador está dirigido al diseño de interfaces y sus objetivos son realizar una valoración rápida de las interfaces y posibilitar la realización de los test con personas que no tengan pérdida de visión. Así, el *Gaze-contingent tunnel visión simulator* (b.1) facilita el reclutamiento de las personas para los testeos. Este simulador simula la limitación de visión. La evaluación de la accesibilidad dependerá del método con el que se combine el uso del simulador, es por lo que no se detallan los criterios de evaluación.

**Tabla 4.7:** Ámbito, objetivo y enfoque del simulador

	Ámbito	Objetivos	Enfoque
b.1	Diseño interfaces	Valoración rápida Posibilitar las pruebas con gente sin pérdida de visión	Observación rápida de prototipos simulando la condición de visión

### 4.2.3 Heurísticos y métricas

En este apartado se analizarán los tres heurísticos y la métrica encontrada en la revisión bibliográfica que sirven de base para una evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

Los heurísticos van muy relacionados a la evaluación heurística, razón por la cual se recoge también el proceder de dicho método de evaluación con los primeros heurísticos analizados siguiendo el esquema de la ficha de recogida de datos. En los dos heurísticos restantes se mencionan solamente el ámbito donde se han desarrollado, el enfoque y los criterios como factores distintivos.

El análisis de las métricas sigue el patrón establecido por la ficha de recogida de datos.

#### **c.1 *Heuristics / Heuristics to evaluate iPad apps for older adult users*** (Watkins et al., 2014)

Los heurísticos son los principios en los que se apoya la evaluación heurística, siendo este un método cualitativo que analiza el producto en su globalidad. En el caso de los *Heuristics to evaluate iPad apps for older adult users* han sido desarrollados para las aplicaciones del ámbito de la salud.

La evaluación heurística se realiza por un experto siguiendo las siguientes fases: se da a los evaluadores el diseño de interfaz de usuario a evaluar, el evaluador analiza la interfaz basándose en el listado de heurísticos y el evaluador genera un informe con los puntos fuertes y débiles de la interfaz.

El objetivo de la evaluación heurística es realizar un análisis ágil (barato, intuitivo y que se aplique) de las interfaces y, así, poder tener una opinión sobre los puntos fuertes y débiles de la interfaz analizada. El enfoque de la evaluación vendrá definido por los heurísticos usados.

Los *Heuristics to evaluate iPad apps for older adult users* valoran la facilidad de uso de las interfaces teniendo en cuenta las características de las personas mayores. Para ello, definen los siguientes 14 heurísticos: *feedback* y visibilidad del estado del sistema, relación entre la app y lo real, control de la persona usuaria y libertad, prevención del error, coherencia y estándares, reconocer en lugar de recordar, flexibilidad y eficacia de uso, diseño estético y

minimalista, ayuda y recuperarse del error, ayuda y documentación, reconocimiento de las características, manejabilidad, ayuda al navegar y, por último, motivar para el uso.

Se obtiene como resultado de la evaluación heurística un informe con puntos fuertes y débiles de las interfaces de usuario.

Estos heurísticos están pensados para la evaluación de la usabilidad de productos digitales, sin embargo, al dirigirse a un target con limitaciones, el de las personas mayores, hacen que se valoren aspectos de accesibilidad. Sucede lo mismo con el resto de heurísticos analizados a continuación,

### **c.2 *Heuristics / Heuristics to evaluate smartphone apps*** (Silva et al., 2015)

Con el objetivo de tener en cuenta las características de usabilidad dirigidas a las personas mayores los *Heuristics to evaluate smartphone apps* aglutinan 35 heurísticos.

Los *Heuristics to evaluate smartphone apps* están basados en las características de las personas mayores y se dividen en 6 categorías: cognición, contenido, destreza, navegación, percepción y diseño visual. Dentro del grupo de cognición se agrupan los heurísticos que se refieren a los cambios cognitivos que ocurren con la edad como la dificultad de mantener la atención o manejar una gran cantidad de elementos mediante la memoria de trabajo. El grupo de contenido recoge los aspectos relacionados con la información y el lenguaje utilizado en las aplicaciones. Los heurísticos que tienen en cuenta la destreza están directamente relacionados con la dificultad de realizar las tareas debido a las limitaciones de las habilidades motoras. La navegación incluye heurísticos relacionados con la comprensión de la estructura de las aplicaciones y la navegación a través de ella. El grupo de percepción incluye heurísticos relacionados con el sistema perceptivo y sus limitaciones debidas a la edad, como los cambios de agudeza visual o auditiva. Finalmente, la categoría de diseño visual cubre aspectos de detalles de diseño, como el formato y las representaciones visuales.

### **c.3 *Heuristics / Universal heuristics inclusive of age-related challenges*** (Harrington et al., 2017)

Para facilitar la evaluación de la usabilidad de las aplicaciones móviles para personas mayores por parte de investigadores y diseñadores los autores definen 21 heurísticos universales que tienen en cuenta los retos relacionados con la edad.

Los *Universal heuristics inclusive of age-related challenges* se agrupan en 4 categorías: información perceptible, navegabilidad, accesibilidad cognitiva e inputs flexibles. El grupo de información perceptible reúne aspectos que abordan la necesidad de presentar la información de manera perceptible para la persona usuaria al margen de su capacidad sensorial, por ejemplo, teniendo en cuenta a las personas usuarias que pueden tener baja visión asociada a la edad. La categoría de navegación recoge aspectos relacionados con el flujo de uso de la aplicación buscando la facilidad de uso para todas las personas. Dentro del grupo de aptitud cognitiva apropiada están se reúnen aspectos que tienen en cuenta la capacidad de recordar

y aprender de las personas mayores, así como, de presentar la información a un ritmo que sea cómodo o ajustable. Por último, la categoría de entradas flexibles se relaciona con la forma en que las personas usuarias mayores pueden interactuar físicamente con una aplicación, teniendo en cuenta la destreza y precisión necesarias.

#### **c.4 Usability metrics for mHealth app evaluation with older adults** (Harrington et al., 2017)

Las *Usability metrics for mHealth app evaluation* son unas métricas de índole cualitativa que analizan el producto en su conjunto. Estas métricas han sido desarrolladas para la evaluación de aplicaciones del ámbito de la salud.

Las métricas están definidas para recoger la opinión de las personas usuarias. Para su aplicación, la persona usuaria tiene que evaluar una por una cada métrica en una escala Likert entre “totalmente de acuerdo” y “totalmente en desacuerdo”.

Con el objetivo de aumentar la motivación y el compromiso en el uso de las aplicaciones por parte de las personas mayores, a través de estas métricas, se quiere discernir la percepción de este público sobre el acceso universal de las aplicaciones móviles del ámbito de la salud. Las métricas propuestas son una adaptación de los heurísticos propuestos por Silva et al. (Silva et al., 2015) y las directrices UDMIG v2.1 (*Universal Design Mobile Interface Guidelines*) (Ruzic et al., 2016) que plantean la evaluación de aplicaciones móviles dirigidas a personas mayores desde un enfoque de aceptación tecnológica.

Estas métricas están pensadas para que las personas usuarias evalúen tanto la accesibilidad de las aplicaciones como la utilidad de sus características en una escala Likert.

El resultado obtenido es el nivel de conformidad por parte de la persona usuaria. Se espera que las aplicaciones calificadas como más accesibles se consideren más útiles y, por tanto, se dé un uso más continuado por parte de las personas mayores.

Si bien en el artículo se plantean como un recurso para la evaluación de la usabilidad se dirige a personas mayores por lo que lo consideran como accesibilidad.

En la Tabla 4.8 se pueden ver las características generales y de aplicación de los 3 heurísticos y las métricas. Las 4 son herramientas cualitativas que valoran el producto en general, no hay excepciones. En cuanto a las características de aplicación, se diferencian las métricas porque cuentan con la participación de las personas usuarias. Al contrario, los heurísticos están pensados para guiar a la persona experta en la evaluación heurística manteniendo la tendencia de los métodos de agilizar la evaluación. Ninguna de estas referencias aporta datos sobre las fases en las que se aplican por lo que no se recogen en la Tabla 4.8.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.9, destaca la homogeneidad de las herramientas de este grupo que apoyan la evaluación de la usabilidad o facilidad de uso de productos digitales dirigidos a personas mayores. Es así como pasan de apoyar la evaluación de la usabilidad a apoyar la evaluación de la accesibilidad.

**Tabla 4.8:** Características generales y de aplicación de los heurísticos y las métricas

	CARACTERÍSTICAS GENERALES					APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA			
	Naturaleza		Unidad de análisis			Evaluador			
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Persona usuaria	Automático	Otro
c.1		X	X			X			
c.2		X	X			X			
c.3		X	X			X			
c.4		X	X				X		

En los criterios, se vuelven a diferenciar las métricas frente a los heurísticos. Las métricas hacen alusión directa a los factores humanos y son las propias personas usuarias las que rellenan el cuestionario. Sin embargo, a la hora de definir los heurísticos se hace un esfuerzo en traducir los factores humanos en técnicos que son los que se recogen en los heurísticos.

Al igual que en los métodos, la herramienta que prevé la intervención de las personas usuarias (c.4) incluye entre sus criterios los factores humanos. Al contrario, las herramientas que se limitan a incluir los factores técnicos (c.1, c.2 y c.3) entre sus criterios están dirigidas a personas expertas.

**Tabla 4.9:** Ámbito, objetivos, enfoque y criterios de los heurísticos y métricas

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
c.1 WEB / HCI / Diseño interfaces / eHealth	Análisis de las interfaces ágil	Facilidad de uso teniendo en cuenta las características de las personas mayores	Feedback y visibilidad del estado del sistema Relación entre la app y lo real Control de la persona usuaria y libertad Prevención del error Coherencia y estándar Reconocer en lugar de recordar Flexibilidad y eficacia de uso Diseño estético y minimalista Ayuda y recuperarse del error Ayuda y documentación Reconocimiento de las características Manejabilidad Ayuda al navegar Motivar para el uso
c.2 mHealth	Incluir características de personas mayores en heurísticos de usabilidad	Características de personas mayores	Cognición Contenido Destreza Navegación Percepción Diseño visual
c.3 mHealth	Evaluación usabilidad	Características de personas mayores	Información perceptible Navegabilidad Accesibilidad cognitiva Inputs flexibles
c.4 mHealth	Aumentar la motivación y el compromiso en el uso de las aplicaciones	Características de personas mayores	Acceso universal de la aplicación* Utilidad de las características del sistema

## 4.2.4 Criterios

Se recoge en este apartado el análisis de los criterios *CLAAP* (*Comfort, Likability, Autonomy, Agency, Pleasure*). Se analizan, en este caso, el ámbito donde se desarrolla, su objetivo, el enfoque y los aspectos que tiene en cuenta.

### d.1 *CLAAP* (Graham & Chandrashekar, 2016)

Los criterios *CLAPP* definen un marco para el diseño y la evaluación de las experiencias de usuario accesibles. Se basa en las teorías de la experiencia de usuario propuestas por

Hassenzahl (2010) y Bevan (2008), en la psicología positiva y en los factores necesarios para una comunicación no visual de las interfaces. Este marco complementa la herramienta para la evaluación de las experiencias de usuario accesibles, *Tool for evaluation of Accessible User Experience* (a.7), analizada en el apartado 4.2.1 Métodos.

Dicho marco consta de los siguientes 5 componentes: (1) comodidad, la interfaz es intuitiva; (2) atractivo, las expectativas de la persona usuaria se cumplen o son superadas; (3) autonomía, las personas usuarias pueden ejecutar independientemente la acción; (4) empoderamiento, las personas usuarias se sienten empoderadas y competentes; y (5) placer, la persona usuaria se compromete.

No es reseñable la información obtenida del grupo de los criterios. A este respecto, es más enriquecedora la lectura de los criterios integrados en cada una de las herramientas y recogida en el análisis realizado de cada grupo.

## 4.2.5 Clasificación funcional

En este apartado se analiza la clasificación funcional relacionada con la evaluación de la accesibilidad de las interfaces identificada en la revisión bibliográfica.

### e.1 *Minnesota Hand Function Test* (Shin et al., 2015)

El *Minnesota hand function test* posibilita la clasificación funcional de la mano. Es una herramienta cualitativa basada en un test predeterminado que ha sido desarrollada para el ámbito de la salud.

La aplicación de la herramienta requiere la participación de la persona usuaria final y se divide en los siguientes pasos: posicionamiento de la persona usuaria en el lugar de testeo, preparación del test (abrir test y grabar datos demográficos por parte de la persona que va a realizar la evaluación), familiarización de la persona usuaria con el test (seleccionar modo "aprendizaje", coger el producto para realizar el test, seguir instrucciones, posibilidad de repetir alguna tarea), realización del test (realizar test completo por parte de la persona usuaria), análisis de los datos.

El test tiene como objetivo posibilitar la medición e identificación de las normas de edad para la función de la mano en el uso de pantallas táctiles en niños y niñas con desarrollo normal de la mano, con diferencias congénitas de la mano y con enfermedades neuromusculares. El *Minnesota hand function test* mide la función de la mano con relación al uso de pantallas táctiles teniendo en cuenta, de este modo, las nuevas tecnologías. Se diferencia así de los test de función de la mano existentes. Estos suelen medir la manipulación manual de pequeños objetos.

Es un test predeterminado que mide: la habilidad para tocar un ítem en la pantalla, la habilidad para tocar y arrastrar un ítem en la pantalla, la habilidad para sostener el teléfono con dos manos y sacar fotos en diferentes direcciones y, por último, la escritura/tecleo.

Como resultado del test se obtiene el tiempo de ejecución del test completo y el tiempo parcial de ejecución de cada tarea del test relacionado con los datos demográficos y con el grupo de desarrollo de la mano.

Este test fue desarrollado a través de una aplicación para iPhone, sin embargo, actualmente no está disponible.

La Tabla 4.10 muestra las características generales y de aplicación de la clasificación funcional analizada. La referencia analizada no menciona las fases en las que se puede aplicar por lo que en dicha tabla no se recoge esta información. El *Minnesota Hand Function test* (e.1) es una herramienta de naturaleza cualitativa. y se basa en un test predeterminado para la evaluación en la que participa la persona usuaria (Tabla 4.10).

**Tabla 4.10:** Características generales y de aplicación de las clasificaciones funcionales

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA					
	Naturaleza		Unidad de análisis		Evaluador				
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Persona usuaria	Automático	Otro
c.1		X			Test predeterminado		X		

Por otro lado, la Tabla 4.11 muestra el ámbito donde se ha desarrollado, el objetivo con el que se ha ideado, el enfoque de la herramienta y los criterios que usa para la evaluación. El *Minnesota Hand Function test* (e.1) se limita a identificar la función de la mano con relación a las pantallas táctiles a través de un test predeterminado (Tabla 4.10 y Tabla 4.11). Así, con el objetivo de posibilitar la medición e identificación de las normas de edad para la función de la mano tiene en cuenta la habilidad para interactuar con una pantalla táctil a través de 4 criterios: (i) tocar un ítem de la pantalla táctil, (ii) tocar y arrastrar un ítem en la pantalla, (iii) sostener el teléfono con dos manos y sacar fotos en diferentes direcciones y (iv) escritura o tecleo.

Sin embargo, existen clasificaciones funcionales más completas como la ICF identificada en la revisión bibliográfica (OMS, 2002) y usada como referencia entre las herramientas del grupo de “Accesibilidad” (MacKeogh et al., 2018; Mengoni et al., 2016).

**Tabla 4.11:** Ámbito, objetivos, enfoque y criterios de las clasificaciones funcionales

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
e.1 Tecnologías de apoyo	Posibilitar la medición e identificación de las normas de edad para la función de la mano	Función de la mano en relación con el uso de pantallas táctiles	Habilidad para tocar un ítem en la pantalla Habilidad para tocar y arrastrar un ítem en la pantalla Habilidad para sostener el teléfono con dos manos y sacar fotos en diferentes direcciones Escritura/tecleo

## 4.2.6 Directrices

A continuación, se analizan los 3 conjuntos de directrices de accesibilidad identificados en la revisión bibliográfica.

### f.1 *Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG)* (W3C, 2015)

*ATAG* son unas directrices de índole cualitativa a aplicar en el conjunto del producto, en este caso las herramientas informáticas dirigidas a autores y autoras.

Las directrices *ATAG* están pensadas para que sean aplicadas por los y las desarrolladoras de las herramientas para autores y autoras. No se especifica claramente las fases del proceso de diseño donde se aplican, pero se menciona estas dos opciones: *ATAG* para elegir herramientas accesibles y *ATAG* para mejorar la accesibilidad de futuras versiones. Con ello, se concluye que las directrices *ATAG* pueden ser usadas tanto después del lanzamiento del producto para elegir una herramienta accesible o en la fase de exploración para que los y las desarrolladoras puedan valorar la herramienta vigente y proponer mejoras atendiendo a criterios de accesibilidad.

*ATAG* es una herramienta definida por el *World Wide Web Consortium (W3C)* y pensada para el desarrollo de herramientas para autor o autora accesibles. Su objetivo es ayudar a los y las desarrolladoras de dichas herramientas para, por un lado, hacer que las interfaces sean más accesibles y, por otro lado, ayudar a los autores a generar contenido accesible. Así, está constituida por dos bloques principales: hacer accesible la interfaz de usuario (parte A) y apoyar la producción de contenido accesible (parte B). Cada bloque, a su vez, se divide en diferentes principios y dentro de cada principio se recogen tanto las directrices como los criterios de satisfacción o requerimientos de accesibilidad. Además, estipula tres niveles de accesibilidad, A, AA y AAA, siendo el A el menos accesible y el AAA el más accesible.

El primer bloque, parte A, aglutina los principios y criterios de satisfacción a cumplir para hacer accesible la interfaz de usuario. Los principios son los siguientes: la interfaz de usuario de la

herramienta de autor sigue las pautas de accesibilidad aplicables, las vistas de edición son perceptibles, las vistas de edición son operables y las vistas de edición son comprensibles.

El segundo bloque, parte B, recoge los principios y criterios a seguir para apoyar la producción de contenido accesible. Se divide también en 4 principios que son: los procesos totalmente automáticos producen contenido accesible, los autores y autoras tienen ayuda para la producción de contenido accesible, los autores y autoras tienen ayuda para mejorar la accesibilidad del contenido existente y las herramientas de autoría promueven e integran sus funciones de accesibilidad.

Como resultado de la aplicación de las directrices ATAG se puede obtener tanto el nivel de accesibilidad de las herramientas para autores y autoras como los puntos débiles de las mismas.

### **f.2 *Universal Design for Mobile Interface Guidelines (UDMIG)*** (Ruzic et al., 2016)

*UDMIG* es un conjunto de directrices cualitativas centradas en la globalidad del producto.

Las directrices están pensadas para ser aplicadas por una persona experta.

Su objetivo es garantizar la usabilidad de los dispositivos móviles dirigidos a las personas mayores. Están basadas en las estrategias de Diseño Universal, *Design for Aging*, *Universal Usability* y las *Guidelines for handheld mobile device interface design* y constituyen un marco con 26 pautas divididas en 3 grupos según su relación con el entorno: directrices de ajuste (13), directrices relativas al entorno micro (9) y directrices relativas al entorno macro (4).

Las directrices de ajuste contemplan aspectos relacionados entre las personas mayores y su entorno como la posible elección de los modos de uso o que la estructura de navegación sea clara y comprensible. Las directrices relativas al entorno micro ayudan al diseño de las interfaces de las pantallas táctiles y entre ellas se encuentran, por ejemplo, que el uso sea simple y natural o que requiera un bajo esfuerzo físico. Por último, las directrices relativas al entorno macro se centran en las pautas para el diseño del espacio y contexto de uso especificando características como la iluminación y el resplandor o el posicionamiento ajustable.

### **f.3 *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)*** (W3C, 2018)

Las directrices *WCAG* son de índole cualitativa y están pensadas para el producto en general. Las *WCAG* tienen un nivel de aceptación alto para trabajar la accesibilidad de las páginas web.

Estas directrices definen cómo crear contenido web accesible para las personas con discapacidad y suelen ser aplicadas por personas expertas. Se dividen en 4 principios dentro de los cuales se especifican las directrices de accesibilidad y los criterios de conformidad para cada directriz. También proporcionan técnicas para satisfacer los criterios de conformidad. Los criterios de conformidad van unidos a uno de los 3 niveles existentes, A, AA y AAA, siendo

el nivel A el menos accesible y el nivel AAA el más accesible. Así, dan pautas para diseñar de una forma accesible tanto la información natural (texto, imágenes, sonidos...), como el código o marcado que define la estructura, presentación, etc. de la web.

En total son 13 directrices divididas en 4 principios. El primer principio es el de perceptible y las directrices correspondientes a este principio son: textos alternativos, medios basados en el tiempo, adaptable y distinguible. El segundo principio es el de operable y sus directrices son: teclado accesible, tiempo suficiente, reacciones impredecibles y físicas, navegabilidad y modos de entrada. El tercer principio es el de entendible y sus directrices son: legible, previsible y asistencia para las entradas. Por último, el cuarto principio es el de robusto con una única directriz: compatible.

En la Tabla 4.12 se muestran las características generales y de aplicación de las directrices analizadas. En cuanto a su naturaleza y a la unidad de análisis usada, los 3 grupos de directrices identificados son de carácter cualitativo y contemplan el producto en general (Tabla 4.12). Por otro lado, en cuanto a su aplicación, las directrices están pensadas como herramientas de apoyo para los y las desarrolladoras de cara al diseño de páginas webs o aplicaciones móviles. Se distinguen las directrices *ATAG* (f.1) porque contemplan la opción de ser usadas como herramienta de evaluación por parte de las personas usuarias para guiar en la elección del producto.

La Tabla 4.13 recoge el ámbito, el objetivo, el enfoque y los criterios usados por los 3 grupos de directrices analizados. Los 3 han sido desarrollados para productos digitales. Así, las directrices *ATAG* (f.1) y *WCAG* (f.3) tienen un enfoque amplio de la accesibilidad.

Sin embargo, las *UDMIG* (f.2) afrontan el reto de la accesibilidad enfocándolo una vez más en la relación entre la usabilidad y las personas mayores. Los criterios propuestos por las directrices contemplan factores técnicos. En el caso de las *WCAG* (f.3), además, las mismas directrices son usadas como criterios de evaluación (Henka et al., 2015; Sanderson et al., 2016; Sardroud & Choi, 2016; Yerlikaya & Durdu, 2017). El uso de estas directrices como criterios de evaluación es una forma de adaptar las herramientas del grupo de “No accesibilidad” para la evaluación de la accesibilidad. Las *WCAG* también son usadas como base para la definición de normas (International Organization for Standardization [ISO], 2008).

**Tabla 4.12:** Características generales y de aplicación de las directrices

	CARACTERÍSTICAS GENERALES					APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA									
	Naturaleza		Unidad de análisis			Evaluador				Fases metodología DBZ-MU					
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Persona usuaria	Automático	Otro	Búsqueda estratégica	Exploración	Ideación	Desarrollo	Implementación	Lanzamiento
f.1		X	X			X	X			-	X	-	-	-	X
f.2		X	X			X				-	-	-	-	-	-
f.3		X	X			X				-	-	-	-	-	-

### 4.2.7 Normas

Para terminar con el análisis de las herramientas, a continuación, se recoge la norma identificada a través de la búsqueda sistemática de la bibliografía y relacionada directamente con la evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

#### **g.1. ISO 9241-171:2008 – Guidance on software accessibility** (ISO, 2008)

La parte 171 de la norma ISO 9241:2008 recoge requerimientos de carácter cualitativo para el diseño de productos (software) accesibles.

Está dirigida a personas expertas y puede ser aplicada en cualquier etapa del desarrollo de un sistema operativo.

Su objetivo principal es proporcionar orientación y especificaciones para el diseño de software accesibles complementando las directrices generales de diseño para la usabilidad proporcionadas por la ISO 9241-110, desde la ISO 9241-11 hasta la ISO 9241-17, la ISO 14915 y la ISO 13407. Según esta norma el diseño de software accesibles tiene que perseguir los siguientes principios: uso equitativo, idoneidad para el rango más amplio de uso y solidez. Para ello, se basa en las normas ISO: ISO 9241-12, ISO 9241-13, ISO 9241-14, ISO 9241-15, ISO 9241-16, ISO 9241-17, ISO 9241-110, ISO 14915-1, ISO 14915-2 14915-3; en las directrices WCAG 2.0 y en los principios del diseño universal o diseño para todos.

**Tabla 4.13:** Ámbitos, objetivos, enfoques y criterios de las directrices

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
f.1 WEB	Ayudar a los desarrolladores	Hacer accesible la interfaz de usuario de la herramienta de autoría Apoyar la producción de contenido accesible	Hacer accesible la interfaz: . La interfaz de usuario de la herramienta de autor sigue las pautas de accesibilidad aplicables . Las vistas de edición son perceptibles . Las vistas de edición son operables . Las vistas de edición son comprensibles Apoyar la producción de contenido accesible: . Los procesos totalmente automáticos producen contenido accesible . Los autores tienen ayuda para la producción de contenido accesible . Los autores tienen ayuda para mejorar la accesibilidad del contenido existente . Las herramientas de autoría promueven e integran sus funciones de accesibilidad
f.2	<i>mHealth / Human machine interaction (HMI) (móvil)</i> Garantizar la usabilidad	Diseño Universal, <i>Design for Aging</i> , Universal Usability y las <i>Guidelines for hand held mobile device interface design</i>	Directrices de ajuste Directrices relativas al entorno micro Directrices relativas al entorno macro
f.3	WEB / HCI / Evaluación usabilidad Dar pautas para diseñar webs accesibles	Se dividen en 4 principios dentro de las cuales se desarrollan las pautas y los criterios de conformidad correspondientes para cada uno de ellos	Perceptible Operable Comprensible Robusto

La norma está dividida en cuatro secciones principales y contempla los siguientes aspectos:

1. Pautas generales y requisitos: nombre y etiquetas para elementos de la interfaz de usuario, configuraciones de preferencia de la persona usuaria, consideraciones especiales para

ajustes de accesibilidad, pautas generales de control y operación, compatibilidad con tecnología de asistencia y sistemas cerrados.

2. Entradas: opciones de entrada alternativas, foco del teclado, entrada de teclado y dispositivos señaladores.

3. Salidas: pautas generales de salida, salida visual (pantallas), texto / fuentes, color, apariencia y comportamiento de la ventana, salida de audio, texto equivalente de audio (subtítulos), medios de comunicación y salida táctil.

4. Documentación en línea, "Ayuda" y servicios de soporte: documentación y "Ayuda" y servicios de apoyo.

Como resultado se obtiene un listado de recomendaciones cumplidas, de no aplicables y su justificación.

La Tabla 4.14 muestra las características generales (naturaleza y unidad de análisis) y de aplicación (evaluador y fases de la metodología DBZ-MU donde se aplica) de la norma analizada. La norma ISO 9241-171 (g.1) es de naturaleza cualitativa, tiene el producto como unidad de análisis y está dirigida a personas expertas. Así, sigue la misma línea que los heurísticos y las directrices identificadas. Además, en este caso se especifica que puede ser usada en cualquier estadio del proceso de desarrollo.

**Tabla 4.14:** Características generales y de aplicación de las normas

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA											
	Naturaleza		Unidad de análisis	Evaluador			Fases metodología DBZ-MU								
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Persona usuaria	Automático	Otro	Búsqueda estratégica	Exploración	Ideación	Desarrollo	Implementación	Lanzamiento
g.1		X	X			X				X	X	X	X	X	X

Por otro lado, en la Tabla 4.15, se recoge el ámbito al que se dirige, los objetivos que persigue, el enfoque y los criterios usados por la norma. La norma está dirigida a productos digitales y entre sus criterios se recogen solamente factores técnicos para tener en cuenta para el diseño de softwares accesibles.

**Tabla 4.15:** Ámbito, objetivos, enfoque y criterios de las normas

Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios
g.1 Software	Proporcionar orientación y especificaciones para el diseño de software accesibles	Uso equitativo, idoneidad para el rango más amplio de uso y solidez	Pautas generales y requisitos Entradas Salidas Documentación en línea, "Ayuda" y servicios de soporte

### 4.3 Conclusiones del análisis de las herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces

Se han identificado 141 herramientas usadas para evaluar la accesibilidad. Sin embargo, solo 22 de las 141 herramientas tienen integrada la evaluación de la accesibilidad y están dirigidas a las interfaces (Tabla 4.2). Del resto de las 119 herramientas 94 no tienen integrada la evaluación de la accesibilidad (Tabla 4.2) y dependen del modo de aplicación para ello. Es decir, el hecho de aplicar una de estas 94 herramientas no garantiza la evaluación de la accesibilidad.

Entre las 22 herramientas que tienen integrada la evaluación de la accesibilidad y están dirigidas a las interfaces, es decir, pertenecen al grupo de "Accesibilidad + interfaz", existen diferentes formas de trabajar la accesibilidad (Tabla 4.3). Se han distinguido 7: (i) métodos, (ii) simuladores, (iii) heurísticos y métricas, (iv) criterios, (v) clasificaciones funcionales, (vi) directrices y (vii) normas. El grupo de métodos con 10 herramientas es el más nutrido (Tabla 4.3) y de donde se obtienen las principales conclusiones:

- Son 4 los métodos que proporcionan una evaluación de naturaleza cuantitativa de la accesibilidad (a.2, a.3, a.8 y a.9) (Tabla 4.4). 2 de ellos (a.2 y a.3) son las 2 herramientas de las 21 analizadas que se proponen desde el ámbito del diseño de productos (Tabla 4.5). Los dos métodos usan el cálculo de la exclusión como medida de accesibilidad y están dirigidas a interface digitales (Bradley et al., 2015, 2019). Para ello, proponen basarse en la experiencia de las personas usuarias y la similitud entre las interfaces digitales y analógicas (Bradley et al., 2015, 2019). Sin embargo, estas propuestas carecen de datos suficientes para cuantificar la exclusión. Tomberg & Kelle (2018) (a.9) también usan el cálculo de la exclusión para considerar los principios relativos a los factores humanos dentro de su marco dirigido a la evaluación de *wearables*. Para ello se remiten al *Inclusive Design Toolkit* (Clarkson et al., 2007). El *Inclusive Design Toolkit*

pertenece al grupo de herramientas de “Accesibilidad” (Tabla 4.2) y parte de un enfoque más amplio sin dirigirse específicamente a interfaces. Dentro del *Inclusive Design Toolkit* es el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) la herramienta usada para estimar la exclusión. Para realizar esta estimación, el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015), se basa en las capacidades demandadas por el producto para su uso. Comparte el mismo enfoque de evaluación de la accesibilidad la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018). Siguiendo esta línea, se cree que se pueden considerar tanto el *Exclusion Calculator* como INKLUGI para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los productos.

- Son 4 también las herramientas cuya unidad de análisis es el objetivo o la tarea (a.1, a.2, a.3 y a.9). Entre ellas se encuentran las que contemplan la estimación de la exclusión como medida de accesibilidad. Sin embargo, ninguna de ellas pauta la identificación de dichas unidades de análisis. Así, la integración de herramientas que sistematicen la identificación de dichas unidades de análisis resulta una oportunidad de investigación. Para ello, en el grupo de “No accesibilidad” se han identificado las herramientas de *Task Analysis* (Hackos & Redish, 1998) y *TAFEI* (Baber & Stanton, 2008) como opciones a valorar.
- La participación de las personas usuarias en la evaluación de la accesibilidad está directamente relacionada con la integración de los factores humanos entre los criterios de evaluación. Sin embargo, la participación de las personas usuarias ralentiza los procesos de evaluación. Así, se percibe un esfuerzo en la introducción de los factores humanos en herramientas automáticas (a.5 y a.10) (Henka et al., 2015; Tsakiris et al., 2013) o dirigidas a expertos (a.1, a.2 y a.4) (Bradley et al., 2015; Brajnik, 2006; Wildenbos et al., 2015). Del mismo modo, la clasificación de capacidades usada para el cálculo de la exclusión tanto por el *Exclusion Calculator* como por INKLUGI integra los factores humanos (físicos, perceptuales y cognitivos) en el análisis valorando la visión, la audición, la destreza, la movilidad y la cognición demandadas por el producto para realizar una tarea. A su vez, en la revisión bibliográfica se han identificado los aspectos motivacionales como otro tipo de factor humano complementario (Graham & Chandrashekar, 2016; Wildenbos et al., 2015). Por otro lado, hay métodos que integran este tipo de factores a través de modelos de personas o perfiles de persona usuaria (Brajnik, 2006; Tsakiris et al., 2013). La adaptación del proceso de cálculo de la exclusión para posibilitar la evaluación de las interfaces teniendo en cuenta el perfil de la persona usuaria es otra oportunidad de investigación a explorar.

Sin embargo, el resto de las tipologías de herramientas (simuladores, heurísticos y métricas, criterios, clasificaciones funcionales, directrices y normas) ofrecen a los métodos un apoyo para la evaluación y cada una de ellas supone una línea para trabajar la accesibilidad. Así, las WACG (W3C, 2018) o la norma ISO 9241-171 (ISO, 2008) son referentes que proporcionan pautas a considerar para establecer las directrices de diseño de la parte digital de las interfaces de los productos. Sin embargo, estas interfaces también tienen una parte física para tener en cuenta. Las clasificaciones funcionales identificadas (Eliasson et al., 2006; OMS, 2002; Shin et al., 2015) pueden ser un punto de partida para la definición de esta parte de las directrices. En este sentido, será necesario realizar una búsqueda de posibles referentes existentes.

Por último, no se puede obviar el desarrollo tecnológico y su repercusión tanto en los modos de interacción como en las interfaces. Desde la interacción por medio de teléfonos móviles hasta el control por voz (An et al., 2019; Bemposta Pinheiro & Salgado Bruges, 2019; Park et al., 2016) son realidades cercanas (Home Connect GmbH, s. f.; Moen Incorporated, 2020) a tener en cuenta a la hora de evaluar la accesibilidad de las interfaces de los productos.

Capítulo 5

**REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DE  
LAS REFERENCIAS QUE RECOPILAN  
DIRECTRICES DE ACCESIBILIDAD**

## 5 Revisión del estado del arte de referencias que recopilan directrices de accesibilidad

En el capítulo 3 se ha visto cómo las medidas aplicadas por las marcas para promover la accesibilidad de los electrodomésticos no trabajan de forma integral la accesibilidad de sus productos. Además, se han identificado normas y directrices de accesibilidad que las marcas no aplican, sin embargo, no se ha profundizado en ellas. En este capítulo, se recopilan las referencias identificadas hasta el momento que recopilan directrices de diseño accesible y se amplía la búsqueda haciendo hincapié en las normas con el objetivo de identificar y definir el mapa de directrices de accesibilidad existentes para el diseño de productos de consumo accesibles.

La RAE (2019) define así los términos de directriz, requisito y especificación:

- Directriz: “Instrucción o norma que ha de seguirse en la ejecución de algo”.
- Requisito: “Circunstancia o condición necesaria para algo”.
- Especificación: “Información proporcionada por el fabricante de un producto, la cual describe sus componentes, características y funcionamiento”.

Cuando hablamos del diseño de productos accesibles los tres conceptos nos señalan pautas para que un producto sea accesible. Así, dentro de este apartado se hará uso del término directriz o directrices para englobar todos ellos y referirse al conjunto de instrucciones, condiciones o características a seguir para que un producto sea accesible.

A continuación, se realiza una revisión del estado del arte de las referencias que recopilan directrices de accesibilidad. Para ello, en primer lugar, se explican los criterios usados para la búsqueda de las referencias que recopilan directrices de accesibilidad. Gracias a esta búsqueda se identifican las referencias a analizar. En segundo lugar, se analizan las referencias según sus características principales. Finalmente, se cierra el apartado con las conclusiones del análisis de las referencias que recopilan directrices de accesibilidad.

## 5.1 Búsqueda de referencias que recopilan directrices de accesibilidad

Para identificar las referencias que recopilan directrices de accesibilidad a analizar se han seguido dos vías: (i) se han recopilado las referencias identificadas hasta el momento en búsquedas anteriores (Tabla 3.1, Tabla 3.6 y Tabla 4.3) que recogen directrices de accesibilidad y se ha ampliado la búsqueda haciendo *snowballing* y (ii) se ha hecho hincapié en las normas a través de una búsqueda en las bases de datos de agencias de estandarización.

Por un lado, en cuanto a la recopilación de referencias identificadas en búsqueda anteriores, la Tabla 5.1 recoge el listado de marcas de electrodomésticos, leyes y otras referencias que reúnen directrices de accesibilidad identificadas en los capítulos 3 y 4.

**Tabla 5.1:** Marcas de electrodomésticos, leyes y otras referencias que recogen directrices de accesibilidad

Marca / Ley / Título	Referencia
<b>Marcas de electrodomésticos</b>	
Miele	Miele & Cie. KG (n.d.)
Mitsubishi	Mitsubishi Electric Corporation (s. f.-b)
Samsung	Samsung (2021)
<b>Leyes</b>	
<i>Americans with Disabilities Act (ADA)-ADA Accessible Guidelines (ADAAG)</i>	<i>United States Department of Justice (2010)</i>
<i>Information and communication technology (ICT) standards and guidelines – Section 508 of the Rehabilitation Act and SEction 255 od the Communication Act</i>	<i>Information and Communication Technology (ICT) Standards and Guidelines (2017)</i>
<i>Accessibility for Ontarians with Disabilities Act (AODA)</i>	AODA.ca Inc. (2019)
Real Decreto 1112/2018, de 7 de septiembre, sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público	Ministerio de la Presidencia (2018)
Directiva (UE) 2019/882 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de abril de 2019 sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios	Union Europea (2019)
<b>Otras referencias</b>	
<i>Accessible Design of consumer products: Guidelines for the design of consumer products to increase their accessibility to people with disabilities or who are aging</i>	Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

<b>Marca / Ley / Título</b>	<b>Referencia</b>
<i>Home automation for an independent living: Investigating the needs of visually impaired people</i>	Leporini & Buzzi (2018)
<i>Universal Design Mobile Interface Guidelines (UDMIG) for an Aging Population</i>	Ruzic & Sanford (2017)
<i>Developing Accessibility Design Guidelines for Wearables: Accessibility Standards for Multimodal Wearable Devices</i>	Wentzel et al. (2016)
<i>Design guidelines for web interfaces of home automation systems accessible via screen reader</i>	Buzzi et al. (2019)
<i>Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1</i>	W3C (2018)

Para la recopilación se ha recurrido a las marcas de electrodomésticos que trabajan la accesibilidad, a las leyes que promueven la accesibilidad y a otro tipo de referencias que proponen soluciones de accesibilidad que se han identificado en búsquedas previas y se han seleccionado aquellas que recogen directrices de accesibilidad. Además, se han añadido nuevas leyes y referencias que se han identificado a través del *snowballing*. Así, se identifican 3 marcas de electrodomésticos, 5 leyes y otras 6 referencias que proporcionan directrices de accesibilidad (Tabla 5.1).

Por otro lado, se ha hecho hincapié en la búsqueda de normas que proponen directrices de accesibilidad. Para ello, se ha hecho una revisión de normas siguiendo el procedimiento metodológico mostrado en la Figura 5.1.

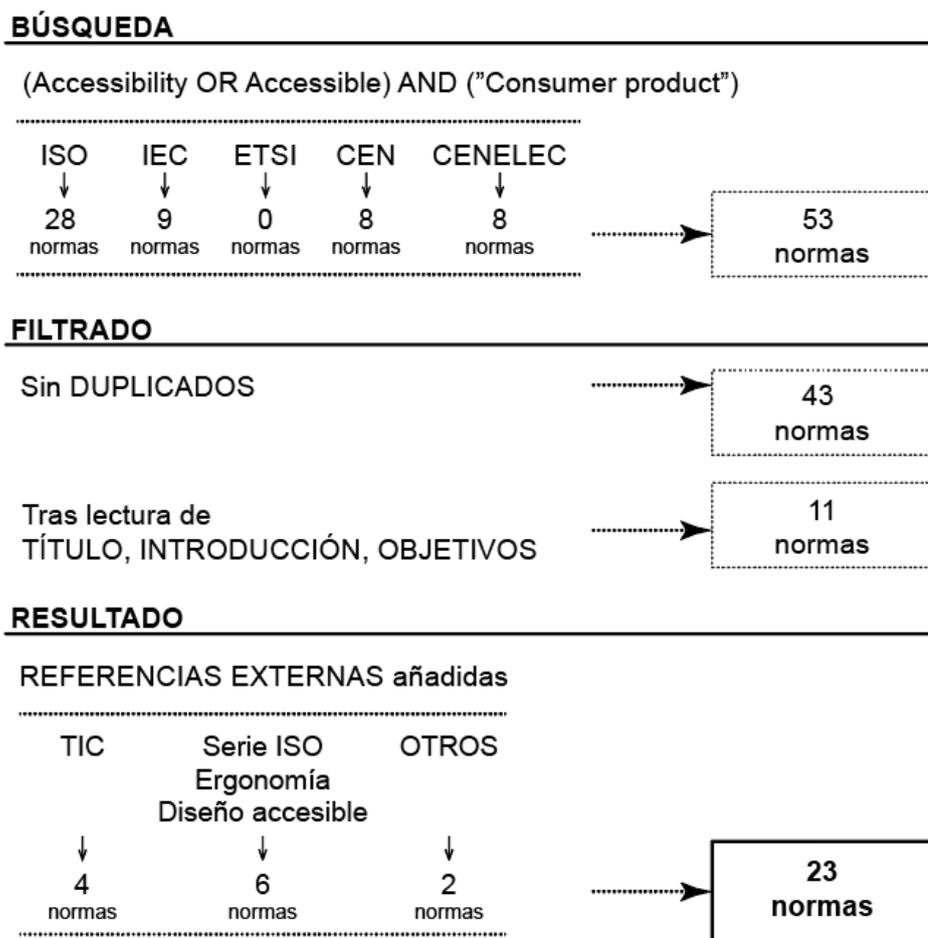


Figura 5.1: Esquema de la búsqueda de normas

La revisión se ha iniciado realizando una búsqueda de normas. Para ello, se ha recurrido a las bases de datos de la Organización Internacional de Normalización o ISO, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC). La búsqueda se ha realizado combinando los términos “*accessibility*” y “*accessible*” con el término “*consumer product*” en diciembre del 2020. Así, se han obtenido 53 normas: 28 normas de la base de datos de ISO, 9 de IEC, 8 de CEN y 8 de CENELEC. En dicha búsqueda no se ha obtenido ningún resultado de ETSI.

Por último, haciendo *snowballing* se han añadido 12 referencias externas a la revisión. 4 corresponden a normas que recogen directrices de accesibilidad de productos TIC y que se consideran de interés, 6 son normas de la serie ISO Ergonomía-Diseño accesible que no han sido identificadas en la búsqueda y otras 2 normas son referentes usados para determinar las directrices en las normas de accesibilidad. Así, se han obtenido un total de 23 normas que recogen directrices de accesibilidad.

En la Tabla 5.2 se recogen por orden alfabético los títulos y las referencias de las 23 normas identificadas en la búsqueda.

**Tabla 5.2:** Normas que recogen directrices de accesibilidad

<b>Título de la norma</b>	<b>Referencia</b>
<i>EN 301 549 -2019 Accessibility requirements for ICT products and services</i>	European Commission (2019)
<i>EN ISO 24500:2010 - Ergonomía - Diseño Accesible - Señales auditivas para productos de consumo</i>	AENOR (2011a)
<i>EN ISO 24501:2010 - Ergonomía - Diseño Accesible - Niveles de presión acústica de las señales auditivas para productos de consumo</i>	AENOR (2011b)
<i>EN ISO 24502:2010 - Ergonomía - Diseño Accesible - Especificación del contraste de luminancia relacionado con la edad en luz coloreada</i>	AENOR (2011c)
<i>ETSI EG 202 116 - 2009 - Human Factors (HF) – Guidelines for ICT products and services - "Design for All"</i>	ETSI (2009)
<i>ETSI EG 202 848 - 2011 - Human Factors (HF) - Inclusive eServices for all: Optimizing the accessibility and the use of upcoming user-interaction technologies</i>	ETSI (2011)
<i>ISO 17049:2013 – Accessible design – Application of braille on signage, equipment and appliances</i>	ISO (2013)
<i>ISO 20282-1:2006 Ease of operation of everyday products. Part 1: Design requirements for context of use and user characteristics</i>	ISO (2006)
<i>ISO 21801-1:2020 Cognitive accessibility. Par 1: General guidelines</i>	ISO (2020b)
<i>ISO 24505:2016 - Ergonomics - Accessible design - Method for creating colour combinations taking account of age-related changes in human colour vision</i>	ISO (2016)
<i>ISO 24508:2019 - Ergonomics - Accessible design - Guidelines for designing tactile symbols and characters</i>	ISO (2019a)
<i>ISO 24509:2019 - Ergonomics - Accessible design - Accessibility of information presented on visual displays of small consumer products</i>	ISO (2019b)
<i>ISO 24552:2020 - Ergonomics - Accessible design - Accessibility of information presented on visual displays of small consumer products</i>	ISO (2020c)
<i>ISO/IEC 40500:2012 Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0</i>	ISO (2012)
<i>ISO/IEC Guide 71:2014 Guide for addressing accessibility in standards</i>	ISO (2014)
<i>ISO/TR 22411:2021 Datos ergonómicos para su uso en la aplicación de la Guía ISO/IEC 71:2014</i>	UNE (2021a)
<i>ISO/TS 21054:2020 - Ergonomics – Accessible Design – Controls of consumer products</i>	ISO (2020a)

Título de la norma	Referencia
UNE-EN IEC 63008:2021 Aparatos electrodomésticos y análogos. Accesibilidad de los elementos de control, puertas, tapas, cajones y tiradores	UNE (2021b)
UNE-EN ISO 10075-2:2001 Principios ergonómicos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño	AENOR (2001)
UNE-EN ISO 24503:2011 - Ergonomía - Diseño Accesible - Utilización de puntos y barras táctiles en productos de consumo	AENOR (2011d)
UNE-EN ISO 24504:2016 - Ergonomía - Diseño Accesible - Niveles de presión acústica de los anuncios vocales para los productos y sistemas de sonorización	AENOR (2016)
UNE-EN ISO 24550:2019 - Ergonomía - Diseño Accesible - Luces indicadoras en productos de consumo	UNE (2019a)
UNE-EN ISO 24551:2019 - Ergonomía - Diseño Accesible - Instrucciones habladas para productos de consumo	UNE (2019b)

Teniendo en cuenta las dos vías usadas para identificar las referencias que recopilan directrices de accesibilidad (Tabla 5.1 y Tabla 5.2), en total se han identificado 37 referencias que recogen directrices de accesibilidad agrupadas en: marcas de electrodomésticos (3), leyes (5), normas (23) y otras referencias (6). A continuación, se analizan estas referencias.

## 5.2 Análisis de las referencias que recopilan directrices de accesibilidad

El análisis de las 37 referencias que recopilan directrices de accesibilidad identificadas se ha centrado en los siguientes aspectos:

- Objetivos de las referencias
- Productos al que van dirigidos
- Tipología de directrices que recogen, es decir, si (i) definen o recogen la descripción de las propias directrices, (ii) proponen métodos para concretar los parámetros de accesibilidad, (iii) hacen referencia a otros reconocidos conjuntos de directrices como pueden ser las WCAG o la norma EN 301 549 o (iv) otro tipo de indicaciones.
- Clasificación de directrices usada. Se analiza cuál es el criterio de agrupación de las directrices usado en las referencias.
- Capacidades en las que inciden, es decir, si (i) la aplicación de cada directriz incide directamente en minimizar la demanda de alguna de las siguientes capacidades en concreto: visión, audición, cognición, movilidad, destreza u otra

capacidad; o (ii) recopila directrices globales, por lo que cada una de ellas inciden en la mayoría de las capacidades.

A continuación, se muestra el análisis de cada aspecto. El análisis se ha realizado por tipología de referencia: marcas de electrodomésticos, leyes, normas, otras referencias.

### 5.2.1 Objetivos

Se inicia el análisis de las referencias que recogen directrices de accesibilidad analizando sus objetivos.

#### **Marcas de electrodomésticos**

Samsung, Miele y Mitsubishi son las 3 marcas de electrodomésticos que mencionan algún tipo de directriz específica para el diseño inclusivo de sus productos (Tabla 5.1) con el objetivo de que puedan ser usados por todos. Así, Samsung (2020) apela a la innovación tecnológica para todos, Miele (Miele & Cie. KG, s. f.) a unos productos accesibles para todos sin excluir ni discriminar y Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-a) a productos de uso común que puedan ser usados por todos. Para ello se fundamentan en los enfoques de diseño accesible y diseño universal.

#### **Leyes**

Por otro lado, el objetivo de las leyes de accesibilidad es hacer que los diferentes productos, servicios y espacios a los que van dirigidas sean accesibles y utilizables por las personas con discapacidad (AODA.ca Inc., 2019; ICT Standards and Guidelines, 2017; United States Department of Justice, 2010) y establecer los requisitos mínimos para ello (Ministerio de la Presidencia, 2018; Union Europea, 2019).

#### **Normas**

El principal objetivo de las 23 normas es aportar métodos, directrices, requisitos o especificaciones que ayuden a definir las características de los productos para facilitar su uso y promover su accesibilidad. Para ello la norma ISO/IEC Guide 71:2014 orienta a los desarrolladores de normas para que aborden los requisitos y recomendaciones de accesibilidad en las normas que se centran en los sistemas utilizados por las personas (ISO, 2014) y la norma UNE-CEN ISO/TR 22411:2021 proporciona datos ergonómicos para la aplicación de la Guía ISO/TEC 71 (UNE, 2021a). Así, existen normas que se apoyan en estas dos para proporcionar métodos, directrices, requisitos o especificaciones dirigidas a definir las señales auditivas (AENOR, 2011a, 2011b) y anuncios vocales (AENOR, 2016), el contraste de luminancia (AENOR, 2011c) y las luces indicadoras (UNE, 2019a), el diseño de los símbolos, caracteres, puntos y barras

táctiles (AENOR, 2011d; ISO, 2019a), la combinación de colores llamativos (ISO, 2016), el tamaño mínimo de letra legible (ISO, 2019b), las instrucciones de uso (UNE, 2019b) y los controles (UNE, 2021b; ISO, 2020a) para que los productos sean accesibles. Sin embargo, algunas de estas normas están pensadas para tener en cuenta el deterioro natural que se da con la edad en las personas pero no están pensadas para personas con otro tipo de deficiencias o discapacidades (AENOR, 2011a, 2011b, 2011c; ISO, 2016, 2019a, 2019b).

También se han identificado normas de rango más global orientadas a la compra pública de productos TIC accesibles (European Commission, 2019), a minimizar las barreras que puedan suponer las nuevas tecnologías (ETSI, 2011) o a guiar a los diseñadores para maximizar el nivel de usabilidad de los productos TIC fomentando un enfoque de Diseño para Todos (ETSI, 2009).

**Otras referencias**

El resto de las referencias identificadas abordan la accesibilidad de los productos de dos formas diferentes. Una forma es promover la usabilidad de los productos teniendo en cuenta colectivos específicos como pueden ser las personas con discapacidad (Buzzi et al., 2019; Vanderheiden & Vanderheiden, 1992) o las personas mayores (Ruzic & Sanfod, 2017). La segunda forma es promover directamente la accesibilidad posibilitando que los productos puedan ser usados por el mayor número de personas posibles (Leporini & Buzzi, 2018; Wentzel et al., 2016a; W3C, 2018). Además, Vanderheiden & Vanderheiden (1992) también marcan como objetivo de su publicación Diseño Accesible para Productos de Consumo señalar los problemas que encuentran las personas con diversas discapacidades al utilizar productos de consumo estándar.

**5.2.2 Productos al que van dirigidas**

En la Tabla 5.3 se recogen junto a las referencias analizadas los productos a los que van dirigidas.

**Tabla 5.3:** Productos al que van dirigidas las referencias analizadas

Referencia	Productos a los que van dirigidas
<b>Marcas de electrodomésticos</b>	
Miele	Electrodomésticos
Mitsubishi	Electrodomésticos, equipamiento público y equipamiento industrial
Samsung	Electrodomésticos, móvil, TV, wearables y páginas web

Referencia	Productos a los que van dirigidas
<b>Leyes</b>	
ADA	Lugares, instalaciones, edificios y elementos, entre estos últimos electrodomésticos (lavadoras, secadoras, lavavajillas, placas de cocción, hornos y frigoríficos)
<i>ICT Standards and Guidelines</i>	TICs
AODA	Servicio al consumidor, espacios públicos (espacios construidos), transporte, contratación y TICs
Real Decreto 1112/2018	Páginas web y aplicaciones para dispositivos móviles
Directiva (UE) 2019/882	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los siguientes productos: equipos informáticos, terminales de autoservicio, terminales de consumo con capacidad informática y lectores electrónicos</li> <li>Los siguientes servicios: comunicaciones electrónicas, comunicación audiovisual, algunos elementos de los servicios de transporte de viajeros, servicios bancarios para consumidores, libros electrónicos y sus programas y comercio electrónico.</li> <li>Comunicaciones de emergencia al número único europeo de emergencia «112».</li> </ol>
<b>Normas</b>	
EN 301 549 - 2019	TIC
EN ISO 24500:2010	Productos de consumo
EN ISO 24501:2010	Productos de consumo
EN ISO 24502:2010	Diseño de iluminación, señales visuales y displays
ETSI EG 202 116 - 2009	TIC
ETSI EG 202 848 - 2011	Nuevas tecnologías de interacción
ISO 17049:2013	Equipos y aparatos
ISO 20282-1:2006	Aplicable a los productos mecánicos y/o eléctricos con una interfaz
ISO 21801-1:2020	Todo tipo de sistemas
ISO 24505:2016	Señales y pantallas visuales
ISO 24508:2019	Productos, instalaciones y equipos en la vivienda y el transporte, los servicios y el embalaje, donde se pueden utilizar símbolos y caracteres táctiles.

Referencia	Productos a los que van dirigidas
ISO 24509:2019	Documentos, etiquetas de productos, señales y pantallas. Materiales impresos en los que se utiliza tamaño de letra fijo.
ISO 24552:2020	Productos de consumo
ISO/IEC 40500:2012	Contenidos web en ordenadores de sobremesa, portátiles, tabletas y dispositivos móviles
ISO/IEC Guide 71:2014	Normas
ISO/TR 22411:2021	-
ISO/TS 21054:2020	Productos de consumo
UNE-EN IEC 63008:2021	Elementos interactivos de aparatos electrodomésticos y análogos
UNE-EN ISO 10075-2:2001	Puesto de trabajo
UNE-EN ISO 24503:2011	Productos de consumo
UNE-EN ISO 24504:2016	Productos de consumo y megafonía
UNE-EN ISO 24550:2019	Productos de consumo
UNE-EN ISO 24551:2019	Productos de consumo autónomos en general, cuya función está limitada por características que impiden a la persona usuaria acoplar, instalar o utilizar tecnología de asistencia para utilizar el producto.

#### Otras referencias

Vanderheiden & Vanderheiden (1992)	Productos de consumo
Leporini & Buzzi (2018)	Sistemas de control remoto
Ruzic & Sanfod (2017)	Dispositivos móviles de eSalud
Wentzel et al. (2016)	Wearables
Buzzi et al. (2019)	Sistemas de automatización del hogar y <i>Smart Home</i>
WCAG	Contenidos web en ordenadores de sobremesa, portátiles, tabletas y dispositivos móviles

A continuación, se detalla la información recogida en la Tabla 5.3 por tipología de referencias analizadas.

#### Marcas de electrodomésticos

En cuanto a las marcas de electrodomésticos, las 3 se dirigen a productos electrodomésticos (Tabla 5.3). Además, Samsung (2020) amplía sus intervenciones de accesibilidad a productos como móviles, televisores, wearables o página web y Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-a) a equipamiento público e industrial. Esto da respuesta a la variedad de productos comercializados por estas marcas.

### **Leyes**

Los estándares y directrices para TICs (ICT Standards and Guidelines, 2017) y el Real Decreto 1112/2018 sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público (Ministerio de la Presidencia, 2018) regulan las TICs, aplicaciones móviles y páginas web. La *Accessibility for Ontarians with Disability Act* (AODA) (AODA.ca Inc., 2019) recopila estándares de información y comunicación, contratación, diseño de espacios públicos y transporte.

### **Normas**

La mayoría de las normas están dirigidas a productos de consumo, entre los cuales se encuentran los electrodomésticos, y TICs (Tabla 5.3). Son excepciones la norma ETSI EG 202 848 (ETSI, 2011) dirigida a minimizar las barreras que pueden suponer las nuevas tecnologías y la norma UNE-EN ISO 10075 (AENOR, 2001) dirigida a reducir la carga de trabajo mental de los puestos de trabajo. Además, destaca en especial en el marco de esta investigación la norma UNE-EN IEC 63008:2021 (UNE, 2021b) dirigida a suministra recomendaciones para lograr diseños accesibles sólo de los elementos de control, comprendidos los paneles de control, las pantallas de visualización, puertas, tapas, cajones y tiradores, de los aparatos electrodomésticos y análogos.

Por otro lado, están los estándares recogidos dentro de la ley *ADA* y la directiva 2019/882 del Parlamento Europeo sobre requisitos de accesibilidad de los productos y servicios. La ley *ADA* (United States Department of Justice, 2010) regula la accesibilidad de lugares, instalaciones, edificios y elementos entre los que se encuentran las lavadoras, las secadoras, los lavavajillas, las placas de cocción, los hornos y los frigoríficos. La Directiva 2019/882 del Parlamento Europeo (Union Europea, 2019) impacta tanto en productos como en servicios. Los productos afectados por la directiva europea son los equipos informáticos de uso general de consumo, las terminales de autoservicio, los equipos terminales de consumo y los lectores electrónicos. Los servicios afectados son los servicios de comunicaciones electrónicas, los servicios que proporcionan acceso a los servicios de comunicación audiovisual y a diversos elementos de los servicios de transportes.

## Otras referencias

Las directrices propuestas van dirigidas sobre todo a productos con componentes digitales como son los sistemas de control remotos (Leporini & Buzzi, 2018), dispositivos móviles de eSalud (Ruzic & Sanford, 2017), wearables (Wentzel et al., 2016a) y sistemas domóticos (Buzzi et al., 2019). Las WCAG (W3C, 2018), pensadas para hacer que el contenido web sea más accesible, son referentes a la hora de definir las directrices de diseño inclusivo de estos productos si bien todos ellos proponen sus propias directrices.

Vanderheiden & Vanderheiden (1992) proponen un enfoque más amplio y dirigen sus directrices a productos de consumo en general.

### 5.2.3 Tipología de directrices

A continuación, se analizan la tipología de directrices que proponen las referencias analizadas.

#### Marcas de electrodomésticos

En cuanto a la tipología de directrices y clasificación usada, Samsung (2021) señala la consideración, la globalidad, la coherencia y la creación conjunta como principios de diseño accesible. Por otro lado, Miele (Miele & Cie. KG, s. f.) y Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b) señalan directamente las características que un producto debe cumplir para que sea accesible según cada una de las marcas. Así, las directrices proporcionadas por Miele (Miele & Cie. KG, s. f.) señalan el uso de textos grandes, símbolos fácilmente reconocibles, hojas autoadhesivas en braille y el control por voz. Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b), por su lado, proporciona directrices de diseño que ayudarán a las personas que tienen dificultades de comprensión, dificultades de visión y audición y dificultades de uso y movilidad. Además, añade un 4º grupo de directrices correspondientes a la seguridad y comodidad.

#### Leyes

Los estándares y directrices para TIC (ICT Standards and Guidelines, 2017) y el Real Decreto 1112/2018 sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público (Ministerio de la Presidencia, 2018) hacen referencia directa a las WCAG y a la norma armonizada EN 301 549 respectivamente y las complementan con directrices propias. La ley AODA (AODA.ca Inc., 2019) también hace referencia a las WCAG en la parte II correspondiente a los estándares de información y comunicación. Estándares de contratación, de diseño de espacios públicos y de transporte son también recogidos en la ley AODA. Por otro lado, tanto la ley ADA (United States Department of Justice, 2010) como la Directiva 2019/882 del

Parlamento Europeo (Union Europea, 2019) recogen directamente sus propios requisitos a cumplir por los productos, servicios, lugares, instalaciones, edificios y elementos afectados.

### **Normas**

Para detallar las directrices, la norma EN 301549 (European Commission, 2019) recoge sus propias directrices a la vez que hace referencia a las WCAG en puntos específicos y la ISO/IEC 40500:2012 (ISO, 2012) recoge directamente la versión 2.0 de las WCAG.

Son 6 las normas que proponen métodos para concretar los parámetros regulados por cada una de ellas (AENOR, 2011c, 2011b, 2016; ISO, 2016, 2019b, 2020c). El resto señala directamente las directrices, los requerimientos o las especificaciones correspondientes.

Además, hay normas que proporcionan también métodos de ensayo, criterios de evaluación o criterios de conformidad (UNE, 2019b, 2021b; European Commission, 2019; ISO, 2012).

### **Otras referencias**

Todas las referencias de este grupo proponen sus propias directrices. Asimismo, las WCAG (W3C, 2018), pensadas para hacer que el contenido web sea más accesible, son referentes a la hora de definir las directrices de diseño accesible (Buzzi et al., 2019).

## **5.2.4 Clasificación**

Las referencias analizadas dan un orden a las directrices que recopilan agrupándolas. Así, crean una clasificación de directrices. Las clasificaciones usadas en las referencias analizadas son las siguientes:

### **Marcas de electrodomésticos**

Samsung (2021) señala la consideración, la globalidad, la coherencia y la creación conjunta como principios de diseño accesible. Es dentro del principio de globalidad donde recoge las directrices de diseño que las clasifica por capacidades creando cuatro grupos de pautas de UX para el deterioro: visual, auditivo, físico y cognitivo. Por otro lado, Miele, al ser pocas las directrices que recoge, no hace uso de clasificación alguna. Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b), por su lado, clasifica sus directrices en 3 grupos según la dificultad que puede tener una persona usuaria por capacidades: (i) dificultades de comprensión, (ii) dificultades de visión y audición y (iii) dificultades de uso y movilidad. Además, añade un 4º grupo de directrices correspondientes a la seguridad y comodidad.

## Leyes

Es generalizado entre las leyes la agrupación de las directrices según los elementos, productos o servicios en las que inciden. Sin embargo, al ir dirigido a productos diferentes (Tabla 5.3) las clasificaciones no resultan comparables entre sí.

## Clasificación

La ISO/IEC Guide 71:2014 y la norma UNE-CEN ISO/TR 22411:2021 son referentes a la hora de definir las normas de accesibilidad. Ambas normas aluden las características y capacidades humanas en sus clasificaciones. Así, la ISO/IEC Guide 71:2014 (ISO, 2014) clasifica las directrices correspondientes al apartado de capacidades y características humanas en generalidades, capacidades y características sensoriales, capacidades y características físicas y capacidades cognitivas. Sin embargo, quedan fuera de estos grupos muchas de las directrices proporcionadas por la Guía ISO/TEC 71. Por otro lado, la norma UNE-CEN ISO/TR 22411:2021 (UNE, 2021a) divide todos sus datos en los grupos de características y capacidades sensoriales, características y capacidades físicas y características y capacidades cognitivas. Sin embargo, esta clasificación no se refleja en las normas basadas en la ISO/IEC Guide 71:2014 y en la norma UNE-CEN ISO/TR 22411:2021.

La norma ISO 20282-1 (ISO, 2006) también usa una clasificación basada en las capacidades de la persona usuaria dentro del apartado de características de la persona usuaria. Así, aun siendo a un nivel más concreto de la clasificación hace referencia a las capacidades cognitivas, capacidades biomecánicas, capacidades visuales y capacidades auditivas además de hacer referencia a aspectos relacionados con estas capacidades como pueden ser la alfabetización o la lengua. La clasificación usada por la norma ISO 20282-1 (ISO, 2006) también consta de otros grupos dentro de la categoría de contexto de uso, por lo que tampoco agrupa bajo el criterio de las capacidades todas sus directrices.

Por otro lado, las normas ETSI EG 202 116 (ETSI, 2009) y ETSI 202 848 (ETSI, 2011) usan las capacidades para clasificar la tipología de componentes y las tecnologías, por ejemplo, entrada/salida táctil, entrada/salida acústica o entrada/salida visual. De esta forma, organizan la información por capacidades de una forma indirecta.

En cuanto al resto de normas, no existe un criterio de clasificación predominante por lo que varía el criterio de agrupación de las directrices de una norma a otra.

## Otras referencias

La clasificación usada por las WCAG (W3C, 2018) basada en los principios de perceptible, operable, comprensible y robusto es usada también por Buzzi et al. (2019) para las directrices propuestas para las interfaces web de sistemas domóticos. Sin embargo, el resto de referencias usan sus propias clasificaciones basadas en tipologías de funciones o elementos (Ruzic & Sanfod, 2017; Vanderheiden & Vanderheiden, 1992).

### 5.2.5 Capacidades en las que inciden

En la Tabla 5.4 se puede ver en qué capacidades impactan las directrices recogidas en las referencias analizadas. Para ello, se han utilizado las capacidades principales usadas tanto en la clasificación del *Exclusion Calculator* como en INKLUGI (capítulo 2, apartado 2.3) y se han añadido las opciones de globales, para reflejar las directrices de carácter general que abarcan un amplio rango sin recaer sobre ninguna capacidad en específico, y otros, para reflejar las directrices que impactan en otras capacidades.

**Tabla 5.4:** Capacidades en las que inciden las directrices recopiladas en cada referencia

Referencia	Globales	Visión	Audición	Cognición	Movilidad	Destreza	Otros
<b>Marcas de electrodomésticos</b>							
Miele		X		X			
Mitsubishi		X	X	X	X	X	X
Samsung		X	X	X	X	X	
<b>Leyes</b>							
ADA						X	X
<i>ICT Standards and Guidelines</i>	X	X	X	X		X	X
AODA	X						
Real Decreto 1112/2018	X						
Directiva (UE) 2019/882	X	X	X	X		X	X
<b>Normas</b>							
<i>EN 301 549 - 2019</i>	X	X	X	X	X	X	X
EN ISO 24500:2010			X				X
EN ISO 24501:2010		X	X				
EN ISO 24502:2010		X	X				
<i>ETSI EG 202 116 - 2009</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>ETSI EG 202 848 - 2011</i>	X						

Referencia	Globales	Visión	Audición	Cognición	Movilidad	Destreza	Otros
ISO 17049:2013		X					X
ISO 20282-1:2006	X	X	X	X	X	X	X
ISO 21801-1:2020	X			X			
ISO 24505:2016		X	X				
ISO 24508:2019		X					X
ISO 24509:2019		X	X				
ISO 24552:2020	X	X		X			
ISO/IEC 40500:2012	X	X	X	X	X	X	X
ISO/IEC Guide 71:2014	X	X	X	X	X	X	X
ISO/TR 22411:2021		X	X	X	X	X	X
ISO/TS 21054:2020	X	X		X	X	X	X
UNE-EN IEC 63008:2021	X	X	X	X	X	X	X
UNE-EN ISO 10075-2:2001				X			
UNE-EN ISO 24503:2011							X
UNE-EN ISO 24504:2016		X	X				
UNE-EN ISO 24550:2019		X		X			X
UNE-EN ISO 24551:2019		X	X	X			
<b>Otras referencias</b>							
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)	X	X	X	X	X	X	X
Leporini & Buzzi (2018)	X						
Ruzic & Sanfod (2017)	X	X	X	X	X	X	X
Wentzel et al. (2016)	X	X	X	X	X	X	X
Buzzi et al. (2019)	X	X	X	X	X	X	X
WCAG	X	X	X	X	X	X	X

A continuación, se comentan las capacidades en las que inciden las directrices recogidas en las referencias analizadas según su tipología.

**Marcas de electrodomésticos**

Samsung (Samsung, 2020a) y Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b) plantean un enfoque global y sus directrices llegan a incidir en la demanda de la visión,

la audición, la cognición, la destreza y la movilidad. Las medidas propuestas por Miele (Miele & Cie. KG, s. f.) solo llegan a trabajar la demanda de visión y cognición de sus productos.

### **Leyes**

Las leyes dan respuesta a la necesidad de minimizar la demanda de todas las capacidades. Sin embargo, las directrices recogidas en los estándares y directrices para TICs (ICT Standards and Guidelines, 2017) y el Real Decreto 1112/2018 (Ministerio de la Presidencia, 2018) no inciden en la movilidad y la parte correspondiente a los electrodomésticos dentro de la ley ADA (United States Department of Justice, 2010) solo impacta en la destreza.

### **Normas**

Dependiendo de las capacidades en las que inciden sus directrices se distinguen normas globales y normas específicas. Las normas globales recogen directrices para minimizar la demanda de todas o casi todas las principales capacidades requeridas a la hora de usar un producto (UNE, 2021b, 2021a; ETSI, 2009; European Commission, 2019; ISO, 2006, 2014, 2020a). Sin embargo, las normas específicas se centran en una o dos capacidades (AENOR, 2011a, 2011c, 2011d, 2011b, 2016; UNE, 2019a, 2019b; ISO, 2019a, 2020c, 2020b, 2013, 2016, 2019b).

### **Otras referencias**

Las capacidades están ausentes en las clasificaciones, pero todas las propuestas afrontan el reto de minimizar la demanda visual, auditiva, cognitiva, destreza y movilidad de una forma implícita, a través de directrices globales (Buzzi et al., 2019; Leporini & Buzzi, 2018; Ruzic & Sanfod, 2017; Wentzel et al., 2016b), o explícita, a través de directrices concretas (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992; W3C, 2018).

## **5.3 Conclusiones del análisis de las directrices de accesibilidad**

Los diseñadores quieren herramientas de diseño claras, que proporcionen datos específicos y que sean fáciles de entender y usar para utilizarlas en sus proyectos (H. Dong et al., 2013). Sin embargo, el análisis del estado del arte de las 37 referencias que recopilan directrices de accesibilidad (Tabla 5.1 y Tabla 5.2) muestra un panorama confuso sobre todo para la definición de productos accesibles que no son TICs ni páginas web.

Son numerosas las directrices identificadas dirigidas a productos digitales como TICs, páginas webs o aplicaciones móviles. Cogen especial relevancia en los grupos de leyes y otros. Así, se identifican dos claros referentes para productos TICs y páginas web: la norma EN 301549 (European Commission, 2019) y las WCAG (W3C, 2018). La EN 301549 es una norma armonizada cuyo cumplimiento es exigido por la Directiva 2019/882 del Parlamento Europeo. Por otro lado, la propia norma EN 301549 o leyes como la AODA o los estándares y directrices para TICs hacen referencia directa al cumplimiento de las WCAG. Además, la versión 2.0 de las WCAG están recogidas como norma, ISO/IEC 40500:2012, para facilitar su referenciación y disponen de un grado de aceptación elevado.

No se han identificado referentes similares para los productos de consumo. La ISO/IEC Guide 71 y la ISO 22411 son las normas en las que se basan la mayoría de las normas definidas dentro de la serie ergonomía-accesibilidad. Tanto la ISO/IEC Guide 71 como la ISO 22411 están dirigidas a los desarrolladores de normas de accesibilidad para que las tengan en cuenta a la hora de generar nuevas normas de accesibilidad. Así, las normas de la serie Ergonomía-Diseño accesible y la norma ISO-EN IEC 63008:2021 se basan en estas. Sin embargo, el resultado son normas específicas que proporcionan directrices para elementos concretos de las interfaces como, por ejemplo, las señales auditivas, los puntos y barras táctiles o luces indicadoras. Esto supone la necesidad de recurrir a más de una norma a la hora de definir un producto. Además, algunas de estas normas proporcionan métodos y no directrices concretas. La aplicación de los métodos requiere de conocimientos específicos tanto para entenderlos como para su posterior aplicación convirtiéndolos en poco apropiados para aplicarlos por los diseñadores en sus procesos de diseño.

Existen iniciativas legislativas que tienen el potencial de referente como pueden ser los estándares ADA. Sin embargo, los estándares ADA se limitan a señalar directrices dirigidas a minimizar la destreza requerida sin afrontar la accesibilidad de los productos en su globalidad. Esto puede ser debido a que la ley ADA no está dirigida específicamente para productos y está pensada para garantizar la accesibilidad de lugares, instalaciones, edificios y elementos entre los que se encuentran las lavadoras, las secadoras, los lavavajillas, las placas de cocción, los hornos y los frigoríficos (United States Department of Justice, 2010). El resto de las leyes analizadas tampoco están dirigidas a productos de consumo.

La UNE-EN IEC 63008:2021 es la única referencia identificada dirigida específicamente a trabajar la accesibilidad de los electrodomésticos. En concreto regula la accesibilidad

de los elementos de control entre los que se incluyen las puertas, las tapas, los cajones y los tiradores, pero deja fuera otros elementos de las interfaces de los electrodomésticos como pueden ser los indicadores, aspectos gráficos, etc.

La diversidad de enfoques y clasificaciones existente entre las referencias identificadas también dificultan su entendimiento y aplicación, especialmente cuando es necesario usar más de una referencia para el diseño de un producto. No existe un criterio común de clasificación de las directrices, y si la clasificación basada en capacidades es usada en normas como la Guía 71:2014 (ISO, 2014) y la norma ISO/TR 22411:2021 (UNE, 2021a) o por marcas de electrodomésticos como Samsung (Samsung, 2020a) y Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b) este criterio no está generalizado. Además, la clasificación de capacidades usada es diferente en cada caso.

Con todo ello, se cree que existe la oportunidad de definir unas directrices de diseño accesible globales, fundamentadas en las referencias analizadas y que estén pensadas para ser aplicadas por los diseñadores en los proyectos de desarrollo de productos de forma ágil. Además, se cree oportuno usar una clasificación basada en las capacidades usadas para interactuar con un producto como son la visión, la audición, la cognición, la destreza y la movilidad (S. D. Waller et al., 2013).

Capítulo 6

**DEFINICIÓN DE LAS HERRAMIENTAS  
INKLUGI PRO E INKLUDIRE**

## 6 Definición de las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE

Partiendo del análisis del enmarque científico-tecnológico mostrado en los capítulos 4 y 5 de este documento se han definido dos nuevas herramientas para la evaluación y definición de productos accesibles: (i) INKLUGI PRO, herramienta de evaluación, e (ii) INKLUDIRE, directrices de accesibilidad. Las dos herramientas giran en torno a las principales capacidades usadas por las personas a la hora de interactuar con un producto promoviendo como resultado productos accesibles que minimizan la demanda de dichas capacidades.

En este capítulo se define, primero, la herramienta de evaluación INKLUGI PRO y, después, las directrices de accesibilidad INKLUDIRE. Se cierra el capítulo explicando cómo se integran ambas herramientas con la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.

### 6.1 Herramienta de evaluación INKLUGI PRO

Tal y como se ha visto en la revisión del estado del arte de las herramientas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces, el *Exclusion Calculator* es una de las herramientas utilizadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces siendo la tasa de exclusión el único valor cuantitativo identificado para la evaluación de la accesibilidad. El *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) estima la proporción de población británica que no podría utilizar un producto o servicio debido las capacidades demandadas en el desarrollo de una tarea proporcionando un resultado cuantitativo.

Otra herramienta similar al *Exclusion Calculator* es la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018) desarrollada por el equipo de Diseño Inclusivo DBZ-MU, que tiene el mismo enfoque de evaluación pero teniendo en cuenta la población española.

Por otro lado, tanto el *Exclusion Calculator* como INKLUGI tienen como unidad de análisis la tarea. El *Exclusion Calculator* ofrece la opción de estimar la exclusión correspondiente al desarrollo de una única tarea pudiendo repetir la evaluación para tantas tareas como se quiera. Por su parte, INKLUGI da la opción de estimar la exclusión correspondiente hasta cuatro tareas o pasos a realizar para el uso de un producto de forma simultánea. Sin embargo, ninguna de las dos incluye dentro del proceso de evaluación la identificación de dichas tareas. Así, González de Heredia, autora de la

herramienta INKLUGI, apunta en su tesis (González de Heredia, 2022) la incorporación del análisis de tareas y subtareas previo al uso de INKLUGI como posible mejora de la herramienta.

Así, se define INKLUGI PRO (Figura 6.1), una herramienta de evaluación de la accesibilidad de las interfaces que integra la identificación de las tareas con la estimación de la exclusión. INKLUGI PRO se divide en tres fases que se sustentan en una base teórica constituida por herramientas que ayudan a pautar y estructurar la evaluación. De este modo, de las fases 1 y 2 se obtiene como resultado la información necesaria para la siguiente fase. Por otro lado, el resultado de la fase 3 da pie a realizar una lectura completa de la evaluación de la accesibilidad. Con todo ello, se proporciona una evaluación tanto cualitativa, identificando las capacidades demandadas y los puntos críticos de productos y/o servicios, como cuantitativa, realizando una estimación de la exclusión, de la accesibilidad de una interfaz. A continuación, se resume la base teórica y el resultado de cada una de las fases:

- Fase 1: Conocer el modo de interacción  
Se usan las herramientas Observaciones (Martin & Hanington, 2012) y Entrevistas (Martin & Hanington, 2012) para recoger la información y obtener como resultado información sobre el modo de interacción y los elementos de la interfaz.
- Fase 2: Análisis de capacidades demandadas  
Se basa en el Análisis Jerárquico de Tareas (en inglés, *Hierarchical Task Analysis-HTA-*) (Hackos & Redish, 1998) para descomponer el modo de interacción en tareas y subtareas. Como resultado de esta fase se obtienen las capacidades demandadas relacionándolas con las tareas identificadas en el HTA y los elementos de la interfaz.
- Fase 3: Estimación de la exclusión  
Para la estimación de la exclusión se hace uso del *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) o INKLUGI (DBZ-MU, 2018). Se obtiene como resultado la cantidad de personas que quedan excluidas en el uso de un producto debido a las capacidades demandadas por su interfaz, es decir, la tasa de exclusión.

En los siguientes puntos se detallan las características de cada una de las 3 fases de INKLUGI PRO.

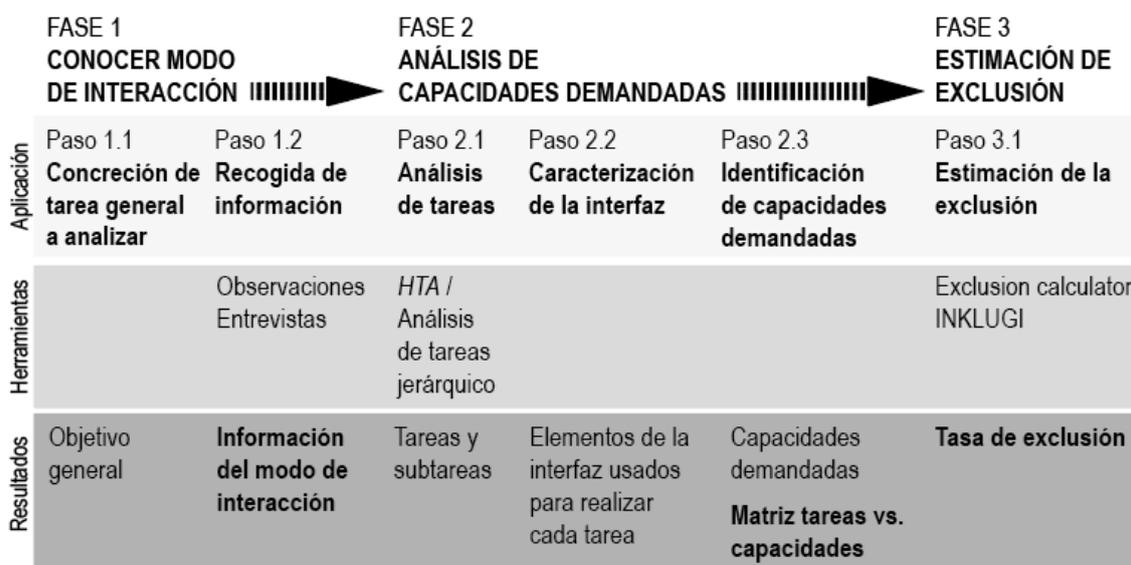


Figura 6.1: Herramienta INKLUGI PRO

### 6.1.1 Fase 1: Conocer el modo de interacción

El objetivo de esta primera fase es conocer cómo se da la interacción entre la persona usuaria y el producto. Para ello, se divide en dos pasos (Figura 6.1): (Paso 1.1) definición de la tarea general a analizar y (Paso 1.2) recogida de información.

#### Paso 1.1: Definición de la tarea general a realizar

El objetivo de este primer paso es concretar un objetivo general a alcanzar haciendo uso del producto, para más adelante, definir cuáles son las tareas a realizar para lograr el objetivo general definido.

En esta fase se define un objetivo lo suficientemente amplio para que de pie a hacer uso de las diferentes posibilidades que ofrece el producto.

#### Paso 1.2: Recogida de información

El objetivo de este segundo paso es recoger la información necesaria para entender el modo de interacción entre la persona usuaria y el producto analizado.

Para la recogida de la información del modo de realización de la tarea general definida se proponen 4 formas entre las que elegir. Existe la opción de combinar diferentes opciones. Estas 4 formas son:

- Realizar observaciones: La observación es una herramienta clásica usada en los procesos de *HCD* que incorpora la participación de las personas usuarias en los procesos de diseño. Suele usarse en la fase exploratoria del proceso de diseño

donde la intención es recoger información de referencia (Martin & Hanington, 2012).

Su incorporación en la herramienta INKLUGI PRO posibilita al diseñador o diseñadora identificar los diferentes modos en los que las personas usuarias interactúan con los productos y las barreras que pueden suponer sus interfaces, especialmente si dichas observaciones se realizan a personas con discapacidad.

Las observaciones requieren de la participación de las personas usuarias por lo que se realizarán siguiendo un protocolo ético para el reclutamiento definido por González de Heredia (2022), la obtención del consentimiento informado y la ejecución de las observaciones. Además, se grabará la observación con el consentimiento informado de la persona usuaria.

Para realizar las observaciones, en primer lugar, se definirá el grupo de personas usuarias que participarán en las observaciones. Una vez esté definido el grupo de personas participantes se le pedirá a cada persona que realicen la tarea general inicialmente definida y se observará las acciones que realizan para su ejecución. Durante la ejecución de las acciones necesarias para realizarla la tarea, se dará pie a que la persona usuaria exprese sus sensaciones con relación a la interacción con la interfaz animándola a que vaya comentando las acciones realizadas. De este modo, el evaluador dispondrá de información suficiente para acometer los siguientes pasos de INKLUGI PRO.

- Realizar entrevistas: Las entrevistas son otra de las herramientas clásica usadas en los procesos de *HCD*, la cual, permite tener un contacto directo con las personas participantes para recoger relatos personales de primera mano sobre experiencias, opiniones, actitudes y percepciones (Martin & Hanington, 2012). Además, pueden ser complementarias a las observaciones (Martin & Hanington, 2012).

La incorporación de las entrevistas en la herramienta INKLUGI PRO posibilita matizar cuestiones derivadas de las observaciones combinando ambas herramientas u obtener la información necesaria para identificar las características del modo de interacción de las personas entrevistadas. Esta opción da pie a profundizar e identificar posibles particularidades en el modo de interacción.

Las entrevistas requieren de la participación de las personas usuarias por lo que se realizarán siguiendo un protocolo ético para el reclutamiento definido por

González de Heredia (2022), la obtención del consentimiento informado y la ejecución de las observaciones.

Para realizar las entrevistas se deberá de definir el guion de la entrevista e identificar a las personas usuarias a entrevistar. Una vez definidos estos aspectos se realizarán las entrevistas teniendo como referencia la tarea general definida con anterioridad. Estas entrevistas serán grabadas con el consentimiento de las personas usuarias para su posterior análisis. De este modo, el evaluador podrá disponer de información suficiente para avanzar en el proceso de evaluación.

- Interactuar directamente con el producto: Esta opción supone que la persona evaluadora interactúe directamente con el producto o interfaz a analizar. No requiere de las personas usuarias por lo que agiliza la recogida de información. Sin embargo, es necesario disponer del producto o interfaz a analizar para que la persona evaluadora pueda hacer uso del mismo. El uso directo por parte de la persona evaluadora da pie a identificar las diferentes opciones para realizar la tarea general definida con anterioridad. Además, de agilidad al proceso de evaluación.

En la interacción directa con el producto, la persona evaluadora, tras haberse familiarizado con la interfaz, ejecutará las acciones necesarias para realizar la tarea general definida. En caso de disponer del producto durante toda la evaluación no será necesario grabar su uso. Sin embargo, si el evaluador solo puede interactuar con el producto durante un tiempo determinado se recomienda grabar el uso para poder recurrir a ella durante la evaluación. De este modo, la persona evaluadora experimenta en primera persona el uso del producto y obtiene la información necesaria para la evaluación.

- Analizar documentación audiovisual o escrita: En las ocasiones en las que no se pueda hacer uso de las opciones anteriores se propone la opción de analizar documentación audiovisual o escrita como videos o instrucciones de uso del producto. Este modo agiliza la evaluación, sin embargo, puede que no se llegue a profundizar tanto en el modo de interacción. Dependerá de la calidad de la información obtenida.

Para conseguir la documentación necesaria la persona evaluadora podrá acudir a diferentes fuentes, por ejemplo, propietarios de los productos, interesados en la evaluación o fabricantes de los productos. El evaluador analizará la información obtenida e identificará la secuencia de acciones a realizar para

alcanzar la tarea general definida con anterioridad. De este modo se obtendrá la información necesaria para seguir con la evaluación.

Como resultado de la primera fase de INKLUGI PRO la persona evaluadora conoce el modo de interacción con el producto analizado y obtiene la información necesaria sobre las acciones realizadas y los elementos del producto usados. Con ello, se da paso a la segunda fase donde se analizan las capacidades demandadas para la interacción.

### 6.1.2 Fase 2: Análisis de capacidades demandadas

La segunda fase de la herramienta INKLUGI PRO tiene como objetivo identificar las capacidades demandadas para la interacción con la interfaz del producto debido a sus características. Con este fin, a partir de la información recopilada sobre el modo de interacción se genera una matriz con la estructura mostrada en la Figura 6.2. En esta matriz se relacionan las tareas y subtareas realizadas (columna 1), los elementos de la interfaz usados (columna 2) y las capacidades demandadas en el uso de un producto (columnas de la 3 a la 7).

Tareas	Elementos de la interfaz	 Visión	 Audición	 Cognición	 Movilidad	 Destreza
1. Tarea general	1, 2, 3, ... n	X		X		X
1.1 Subtarea 1	1, 3	X		X		
1.1.1 Subtarea 1.1	1	X		X		
1.1.2 Subtarea 1.2	3			X		
1.2 Subtarea 2	1, 2	X				X
1.2.1 Subtarea 2.1	2					X
1.2.2 Subtarea 2.2	1	X				
...	...	...	...	...	...	...
1.n Subtarea n	n	X				

Figura 6.2: Esquema de la matriz tareas vs. capacidades

Para ello, la segunda fase de INKLUGI PRO se divide en tres pasos (Figura 6.1): (Paso 2.1) análisis de las tareas, (Paso 2.2) caracterización de la interfaz y (Paso 2.3) identificación de capacidades demandadas.

### **Paso 2.1: Análisis de tareas**

El objetivo de este paso es identificar las tareas y subtareas a realizar para el logro del objetivo de la tarea general definido en el paso 1.1.

Para el análisis de las tareas se propone realizar un análisis jerárquico de tareas o *HTA* (Hackos & Redish, 1998). La incorporación del *HTA* en la herramienta INKLUGI PRO estructura el análisis de la información obtenida en la fase previa y da pie a identificar, posteriormente, las capacidades demandadas para la interacción con la interfaz. El *HTA* consiste en descomponer la tarea principal en subtareas. Para ello, se coge la tarea general definida en el paso 1.1 y se inicia el *HTA* preguntando “cómo” se desarrolla dicha tarea general. Así, se concreta el primer nivel de subtareas realizadas para la ejecución de la tarea general. A continuación, se sigue realizando la pregunta “cómo” a cada subtarea identificada para definir el siguiente nivel de subtareas. Se sigue este proceso hasta llegar al nivel de detalle deseado. De este modo, se desgrana la tarea general en unidades mínimas de subtareas que muestran las acciones a realizar y las capacidades necesarias para su ejecución, es decir, para la interacción con el producto. En función de la técnica utilizada para la recogida de información quizás sea necesario recurrir a la grabación para la ejecución del *HTA*.

Con la información obtenida en este paso se completa la columna de tareas de la matriz mostrada en la Figura 6.2.

### **Paso 2.2: Caracterización de la interfaz**

El objetivo de este paso es identificar los elementos de la interfaz utilizados en la ejecución de cada tareas y subtareas (en adelante tareas) realizadas para el uso de un producto.

Para identificar los elementos usados en la interacción con un producto, primero, se identifican y nombran con un código y un nombre descriptivo todos los elementos de la interfaz del producto analizado. Dichos elementos además de visuales pueden ser sonoros y hápticos. Después, con esta información, se va rellenando la columna 2 de la matriz mostrada en la Figura 6.2. En esta columna se recogen los códigos de los elementos de la interfaz usados para el desarrollo de la tarea correspondiente a cada línea, es decir, a cada tarea del *HTA*. De este modo, se relacionan las tareas con los elementos de la interfaz.

### Paso 2.3: Identificación de capacidades demandadas

El objetivo de este paso es identificar las capacidades demandadas en el uso de un producto por su interfaz.

En este paso, primero, se debe elegir la clasificación de capacidades que se usará para determinar las capacidades demandadas. Esto dependerá de la herramienta de cálculo de la exclusión que se usará en la fase 3, el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) o INKLUGI (DBZ-MU, 2018). Así, en primer lugar, se debe elegir la herramienta que se usará para estimar la exclusión. Como se ha mencionado en el capítulo 2 el *Exclusion Calculator* e INKLUGI tienen en común el enfoque de evaluación, estiman el número de personas y el % de las mismas que quedan excluidas para realizar una tarea siendo tres las principales diferencias: (i) las bases de datos en las que se basan, (ii) el modo de señalar el nivel de capacidades demandadas para el cálculo de la exclusión y (iii) la cantidad de tareas que se tienen en cuenta para la evaluación.

- Bases de datos: el *Exclusion Calculator* se basa en la encuesta “*Disability Follow-Up to the 1996/97 Family Resources Survey*” (2000) realizada en Reino Unido en el año 1997. INKLUGI se basa en la encuesta EDAD del 2008 realizada por el INE (2008b).
- Nivel de capacidades demandadas: el *Exclusion Calculator* usa una escala entre el 1 y el 12 para señalar el nivel demandado de las capacidades e ítems de su clasificación. El 1 es la mínima demanda y el 12 la máxima demanda. En la herramienta INKLUGI, sin embargo, hay que responder a una serie de preguntas con un SÍ o un NO para determinar qué ítems de su clasificación de capacidades son demandados para realizar la tarea analizada.
- Cantidad de tareas: el *Exclusion Calculator* estima la exclusión de una tarea. INKLUGI, sin embargo, estima la exclusión de hasta 4 tareas a realizar a la hora de usar un producto. En ambos casos se puede repetir la estimación tantas veces como sea necesario.

Teniendo en cuenta estas diferencias se elegirá una de las dos herramientas para estimar la exclusión y se cogerá la clasificación de capacidades usada en la herramienta elegida (capítulo 2, apartado 2.3) para proceder con el paso 2.3.

Tras elegir la clasificación de capacidades que se usará para la identificación de capacidades demandadas se procede a completar la matriz de la Figura 6.2. Para ello, se suman tantas columnas como ítems tiene la clasificación elegida tras la segunda columna (elementos de la interfaz) y se ponen las capacidades como cabeceras de

estas columnas. Se termina de completar la matriz señalando fila a fila aquellas capacidades que sean demandadas para el desarrollo de la tarea correspondiente a cada fila. De este modo, se terminan de relacionar entre sí las tareas a realizar para el uso de un producto, los elementos de su interfaz y las capacidades demandadas para ello.

Con todo ello se obtienen los primeros resultados de la evaluación de la accesibilidad de un producto con INKLUGI PRO. Estos resultados son de índole cualitativa y señalan las capacidades demandadas para la interacción con el producto relacionándolas con las tareas y las características de la interfaz. Incidir sobre las tareas y las características de la interfaz será el modo de minimizar la demanda de capacidades. Además, la relación de tareas y capacidades demandadas será el punto de partida para la estimación de la exclusión tal y como se explica a continuación.

### 6.1.3 Fase 3: Estimación de la exclusión

La Fase 3 de la herramienta INKLUGI PRO corresponde a la estimación de la exclusión. Para ello, consta de un único paso: (Paso 3.1) estimación de la exclusión.

#### Paso 3.1: Estimación de la exclusión

Los objetivos de este paso son los 2 mismos objetivos de la Fase 3: (i) estimar el número o porcentaje de personas que quedan excluidas en el uso de un producto debido a las capacidades demandadas por su interfaz y (ii) identificar las tareas de la interacción y las características de la interfaz que sean críticas desde el punto de vista de la accesibilidad.

Para estimar la cantidad de personas que quedan excluidas en el uso de un producto se propone aplicar el *Exclusion Calculator* o INKLUGI. Se elige entre estas dos herramientas en el paso 2.2 y en este paso, paso 3.1, se aplica. Para ello, se coge como dato de partida la matriz definida en la fase de análisis de las capacidades demandadas (Figura 6.2) y se estima la exclusión tal y como se recoge a continuación dependiendo de la herramienta elegida:

- Estimación de la exclusión con *Exclusion Calculator*: Se coge la matriz de tareas vs. capacidades definida en la fase 2 (Figura 6.2) donde están señaladas las capacidades demandadas. Se indica en la misma matriz el nivel demandado de cada ítem requerido en una escala del 1 al 12 (Figura 6.3), donde el 1 supone una demanda menor y el 12 una demanda elevada del ítem. Para determinar un valor, se usan las referencias proporcionadas por el propio *Exclusion Calculator* en las escalas de cada uno de los ítems. Se inicia determinando el valor de los

Ítems demandados de las tareas del nivel inferior y se va subiendo de nivel. Para determinar el valor de los ítems demandados en las tareas de los niveles superiores, se tiene en cuenta los determinados previamente en los niveles inferiores. Una tarea de un nivel superior demandará como mínimo el nivel de capacidad determinado en sus subtareas. Los valores determinados será la información que se introduzca a la hora de estimar la exclusión.

Tareas	Elementos de la interfaz	 Visión	 Audición	 Cognición	 Movilidad	 Destreza
1. Tarea general	1, 2, 3, ... n	6		6		3
1.1 Subtarea 1	1, 3	3		3		
1.1.1 Subtarea 1.1	1	3		1		
1.1.2 Subtarea 1.2	3			1		
1.2 Subtarea 2	1, 2	6				3
1.2.1 Subtarea 2.1	2					3
1.2.2 Subtarea 2.2	1	6				
...	...	...	...	...	...	...
1.n Subtarea n	n	3				

Figura 6.3: Esquema de la matriz tareas vs. nivel demandado de capacidades

Para realizar la estimación de la exclusión, se acudirá al *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) y se introducirán para cada ítem de la clasificación de capacidades los datos correspondientes a la tarea a analizar, sea la tarea general o sea una tarea de nivel inferior. Se repetirá este proceso tantas veces como tareas cuya exclusión se quiera estimar. De esta forma, para calcular la tasa total de exclusión del uso de un producto se introducen los datos de demanda de capacidades de la tarea general. Sin embargo, para calcular la tasa de exclusión derivada de la ejecución de una subtarea en específico se introducen los datos de demanda de capacidades de la subtarea específica. Así, se pueden comparar las tasas de exclusión de las diferentes subtareas.

- Estimación de la exclusión con INKLUGI: Se coge la matriz definida en la fase de análisis de las capacidades demandadas (Figura 6.2) donde están señaladas las capacidades demandadas. Esta información será la información que se

introducirá a la hora de estimar la exclusión. Para ello, se acudirá a INKLUGI (DBZ-MU, 2018) y se señalará la tarea general y hasta cuatro subtareas para estimar la exclusión. A las preguntas que realiza INKLUGI para cada capacidad se responderán con un SÍ en los ítems demandados y un NO en los no demandados. Se repetirá este proceso en el caso de querer estimar la exclusión de más tareas. La herramienta INKLUGI calcula directamente la tasa de exclusión total correspondiente a la tarea general siempre que se refleje el uso de un producto con no más de 4 subtareas. En el caso de desgranar el uso de un producto en más de 4 subtareas la tarea general se considerará como una subtaska más. En este caso, se calculará la tasa de exclusión total que supone el uso de un producto introduciendo la tarea general como una de las 4 subtareas a realizar y se tendrán en cuenta las tasas de exclusión estimadas para cada subtaska (incluida la tarea general). De este modo, y repitiendo el cálculo de la exclusión tantas veces como sea necesario, se obtiene la tasa de exclusión de la tarea general y de las subtareas pudiendo compararlas.

Las dos herramientas ofrecen como resultado el número de personas y el % de las mismas que quedan excluidas para realizar las tareas analizadas en general y por capacidades. De este modo, ofrece la oportunidad de identificar tanto las capacidades más demandadas como las tareas más demandantes y en consecuencia menos accesibles y facilita la toma de decisiones en los procesos de Diseño Inclusivo. Además, su incorporación en la herramienta INKLUGI PRO proporciona un resultado cuantitativo a la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los productos señalando el nivel de accesibilidad de los mismos y facilitando la comparación entre productos semejantes.

Con todo ello, se propone una herramienta que combina tanto resultados cualitativos como cuantitativos, que da pie a identificar los puntos críticos de un producto desde el punto de vista de la accesibilidad y ayuda en la toma de decisiones a la hora de promover el diseño de productos accesibles.

## **6.2 Directrices de accesibilidad INKLUDIRE**

Como se ha visto en el capítulo 3 ninguna de las medidas de accesibilidad aplicadas por las marcas de los electrodomésticos trabaja de forma integral la accesibilidad de sus productos. Sin embargo, existen directrices de accesibilidad, como pueden ser las recogidas en las normas estandarizadas que no se ha identificado que se apliquen en los electrodomésticos.

Por otro lado, las directrices de accesibilidad identificadas en el análisis del estado del arte del capítulo 5 no dan respuesta a la necesidad de los diseñadores de tener herramientas ágiles para aplicar en los procesos de diseño de productos accesibles. Por un lado, no son lo suficientemente globales como para definir todas las características de un producto y, en consecuencia, es necesario consultar diferentes referencias a la hora de desarrollar un producto. Por otro lado, el criterio de clasificación usado para las directrices varía de una referencia a otra lo cual dificulta su entendimiento y aplicación. La combinación de estas dos características dificulta el uso de las directrices por parte de los equipos de diseño.

Con el objetivo de proporcionar unas directrices globales que los diseñadores apliquen en los procesos de Diseño Inclusivo se han definido las directrices INKLUDIRE. INKLUDIRE aúna en un único conjunto las directrices identificadas en el estado de arte que son aplicables para el diseño de productos accesibles. De este modo, las directrices INKLUDIRE dan respuesta a la oportunidad de investigación identificada en el capítulo 5 a la vez que dan apoyo a los procesos de Diseño Inclusivo tras la evaluación con la herramienta INKLUGI PRO.

A continuación, se definen las directrices de accesibilidad INKLUDIRE. Para ello, se detalla la selección de las referencias para su definición. Una vez elegidas las referencias se explica el análisis y la clasificación de las directrices incluidas en ellas (directrices de referencia) usadas como base para la definición de las directrices INKLUDIRE para, después, explicar las directrices de accesibilidad INKLUDIRE. Las directrices INKLUDIRE se organizan por capacidades y resumen de un modo conciso las directrices manteniendo su vínculo con las directrices de referencia.

### **6.2.1 Selección de referencias**

Para definir las directrices INKLUDIRE se ha recurrido a las referencias analizadas en el capítulo 5 (revisión del estado del arte de las referencias que recopilan directrices de accesibilidad). De las 37 referencias identificadas (Tabla 5.1 y Tabla 5.2) se han seleccionado 24 referencias dirigidas a productos afines a la naturaleza, constitutiva y de uso de los productos de consumo, de las TIC y de las interfaces de los electrodomésticos.

En la Tabla 6.1 se pueden ver las 24 referencias seleccionadas y la cantidad de directrices de accesibilidad que recoge cada una de ellas. Así, de las 24 referencias se han extraído un total de 2.001 directrices que se han analizado y clasificado para definir las directrices INKLUDIRE.

Una vez seleccionadas las referencias, a continuación, se detalla la clasificación usada para la definición de las directrices INKLUDIRE.

**Tabla 6.1:** Cantidad de directrices extraídas por referencia seleccionada

Referencias seleccionadas	Cantidad directrices
1 <i>Americans with Disabilities Act (ADA)-ADA Accessible Guidelines (ADAAG)</i>	93
2 Directiva (UE) 2019/882 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de abril de 2019 sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios	86
3 <i>EN 301 549 -2019 Accessibility requirements for ICT products and services</i>	181
4 <i>EN ISO 24500:2010 - Ergonomía - Diseño Accesible - Señales auditivas para productos de consumo</i>	19
5 <i>ETSI EG 202 116 - 2009 - Human Factors (HF) – Guidelines for ICT products and services - "Design for All"</i>	428
6 <i>Information and Communication Technology (ICT) Standards and Guidelines-Section 508 of the Rehabilitation Act and Section 255 of the Communications Act</i>	134
7 <i>ISO 17049:2013 – Accessible design – Application of braille on signage, equipment and appliances</i>	24
8 <i>ISO 20282-1:2006 Ease of operation of everyday products. Part 1: Design requirements for context of use and user characteristics</i>	26
9 <i>ISO 21801-1:2020 Cognitive accessibility. Par 1: General guidelines</i>	18
10 <i>ISO 24508:2019 - Ergonomics - Accessible design - Guidelines for designing tactile symbols and characters</i>	36
11 <i>ISO 24552:2020 - Ergonomics - Accessible design - Accessibility of information presented on visual displays of small consumer products</i>	15
12 <i>ISO/IEC Guide 71:2014 Guide for addressing accessibility in standards</i>	252
13 <i>ISO/TS 21054:2020 - Ergonomics – Accessible Design – Controls of consumer products</i>	33
14 <i>Leporini, B., &amp; Buzzi, M. (2018). Home automation for an independent living: Investigating the needs of visually impaired people</i>	5
15 <i>Miele (Miele &amp; Cie. KG, s. f.)</i>	4
16 <i>Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b)</i>	22

	Referencias seleccionadas	Cantidad directrices
17	Real Decreto 1112/2018 de 7 de septiembre, sobre accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público	3
18	Samsung (2021)	14
19	UNE-EN IEC 63008:2021 Aparatos electrodomésticos y análogos. Accesibilidad de los elementos de control, puertas, tapas, cajones y tiradores	137
20	UNE-EN ISO 10075-2:2001 Principios ergonómicos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño	87
21	UNE-EN ISO 24503:2011 - Ergonomía - Diseño Accesible - Utilización de puntos y barras táctiles en productos de consumo	17
22	UNE-EN ISO 24550:2019 - Ergonomía - Diseño Accesible - Luces indicadoras en productos de consumo	22
23	UNE-EN ISO 24551:2019 - Ergonomía - Diseño Accesible - Instrucciones habladas para productos de consumo	35
24	Vanderheiden, G., & Vanderheiden, K. (1992). <i>Accessible design of consumer products: Guidelines for the design of consumer products to increase their accessibility to people with disabilities or who are aging</i>	310
	<b>TOTAL</b>	<b>2.001</b>

## 6.2.2 Análisis y clasificación de las directrices de referencia

Para clasificar las directrices identificadas en las referencias seleccionadas se ha recurrido a las 5 capacidades principales usadas en las clasificaciones del *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) e INKLGI (DBZ-MU, 2018) y que también se han usado en la fase 2 de aplicación de INKLUGI PRO. Estas capacidades son: (i) visión, (ii) audición, (iii) cognición, (iv) movilidad y (v) destreza. Además, a los 5 grupos derivados de estas 5 capacidades se han añadido otros 3 grupos: globales, otros y comentarios. Así, los 8 grupos generados son los siguientes:

1. **Globales:** directrices de carácter general que abarcan un amplio rango sin recaer sobre ninguna capacidad en específico.
2. **Visión:** directrices que disminuyen la demanda visual.
3. **Audición:** directrices que disminuyen la demanda auditiva.
4. **Cognición:** directrices que disminuyen la demanda de cognición.
5. **Movilidad:** directrices que disminuyen la demanda de movilidad.

6. **Destreza:** directrices que disminuyen la demanda destreza.
7. **Otros:** directrices que disminuyen la demanda de otras capacidades como, por ejemplo, el tacto.
8. **Comentarios:** directrices que son comentarios introductorios o notas

Para la composición de las directrices INKLUDIRE se han cogido como punto de partida las 2.001 directrices extraídas de las referencias seleccionadas. Se han codificado con el objetivo de mantener su trazabilidad con la referencia original y se han clasificado según la capacidad en la que inciden según los 8 grupos definidos. Se considera que una directriz incide en una capacidad cuando disminuye la demanda de esta, mejorando la accesibilidad de un producto y aumentando, por lo tanto, el número de personas usuarias que puedan acceder a él. Además, una directriz puede incidir en más de una capacidad. En estos casos se ha repetido la directriz en los diferentes grupos en los que índice. Por ejemplo, los elementos táctiles muestran la información del contenido visual a aquellos que no tienen la capacidad de visión, por lo tanto, directrices como la mostrada a continuación han sido clasificadas en el grupo de visión:

“Los controles deben estar claramente marcados con símbolos o textos visuales, así como, con símbolos táctiles, para proporcionar información a las personas usuarias con limitaciones de visión.” (ISO, 2020a)

Así, en la Tabla 6.2 se muestra el número de directrices recogidas por referencia en cada uno de los 8 grupos definidos. Los grupos con más directrices disponibles serían cognición, 403 directrices, y visión, 341 directrices. En el otro lado está movilidad con 55 directrices como el grupo con menos directrices. La Tabla 6.2 refleja el resultado de la clasificación y constituye la base para la definición de las directrices INKLUDIRE.

**Tabla 6.2:** Cantidad de directrices por referencia y capacidad

Referencias seleccionadas	Globales	Visión	Audición	Cognición	Destreza	Movilidad	Otros	Comentarios
1 ADA	0	0	0	0	9	0	1	84
2 Directiva (UE) 2019/882	18	9	5	5	2	0	1	48
3 EN 301 549 -2019	33	38	47	17	19	14	3	33
4 EN ISO 24500:2010	0	0	18	0	0	0	1	0

Referencias seleccionadas	Globales	Visión	Audición	Cognición	Destreza	Movilidad	Otros	Comentarios
5 ETSI EG 202 116 - 2009	26	108	37	145	89	10	41	33
6 <i>ICT Standards and Guidelines</i>	21	21	17	7	15	0	4	53
7 ISO 17049:2013	0	1	0	0	0	0	21	3
8 ISO 20282-1:2006	10	3	2	12	2	1	2	0
9 ISO 21801-1:2020	1	0	0	16	0	0	0	1
10 ISO 24508:2019	0	2	0	0	0	0	33	1
11 ISO 24552:2020	2	6	0	7	0	0	0	0
12 ISO/IEC Guide 71:2014	39	10	9	43	28	11	13	109
13 ISO/TS 21054:2020	10	5	0	13	6	2	3	0
14 Leporini & Buzzi (2018)	5	0	0	0	0	0	0	0
15 Miele (Miele & Cie. KG, s. f.)	0	3	0	1	0	0	0	0
16 Mitsubishi (Mitsubishi Electric Corporation, s. f.-b)	0	3	2	14	6	4	3	0
17 Real Decreto 1112/2018	0	0	0	0	0	0	0	3
18 Samsung (2021)	0	5	5	2	2	1	0	0
19 UNE-EN IEC 63008:2021	6	27	12	21	53	8	21	27
20 UNE-EN ISO 10075-2:2001	2	0	0	1	0	0	0	84
21 UNE-EN ISO 24503:2011	0	0	0	2	0	0	17	0
22 UNE-EN ISO 24550:2019	0	18	0	3	0	0	1	0
23 UNE-EN ISO 24551:2019	0	1	34	7	0	0	0	0
24 Vanderheiden & Vanderheiden (1992)	7	81	31	87	63	4	5	41
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>341</b>	<b>219</b>	<b>403</b>	<b>294</b>	<b>55</b>	<b>170</b>	<b>520</b>

### 6.2.3 Las directrices de accesibilidad INKLUDIRE

Para la definición de las directrices INKLUDIRE se han seleccionado los 6 grupos que inciden directamente en alguna capacidad (visión, audición, cognición, destreza, movilidad y otros) y se han descartado las 180 directrices clasificadas como globales y las 520 del grupo de comentarios (Tabla 6.2). Se ha trabajado con cada grupo analizando una por una las directrices clasificadas en él y agrupándolas por similitud creando las directrices INKLUDIRE. En este proceso el grupo de *Otros* (Tabla 6.2) ha sido denominado tacto como reflejo de las directrices incluidas en él.

La Figura 6.4 resume la composición de las directrices de accesibilidad INKLUDIRE. Las directrices INKLUDIRE se dividen en dos partes: (i) generales y (ii) específicas. Cada una de las partes, a su vez, se divide en 6 grupos dependiendo de la capacidad en la que inciden sus directrices. Finalmente, las directrices de cada grupo se dividen en subgrupos. Cada subgrupo consta de un título y una breve descripción a modo de directriz que resume el contenido de las directrices de referencia con el fin de facilitar su aplicación por parte de los diseñadores o las diseñadoras.

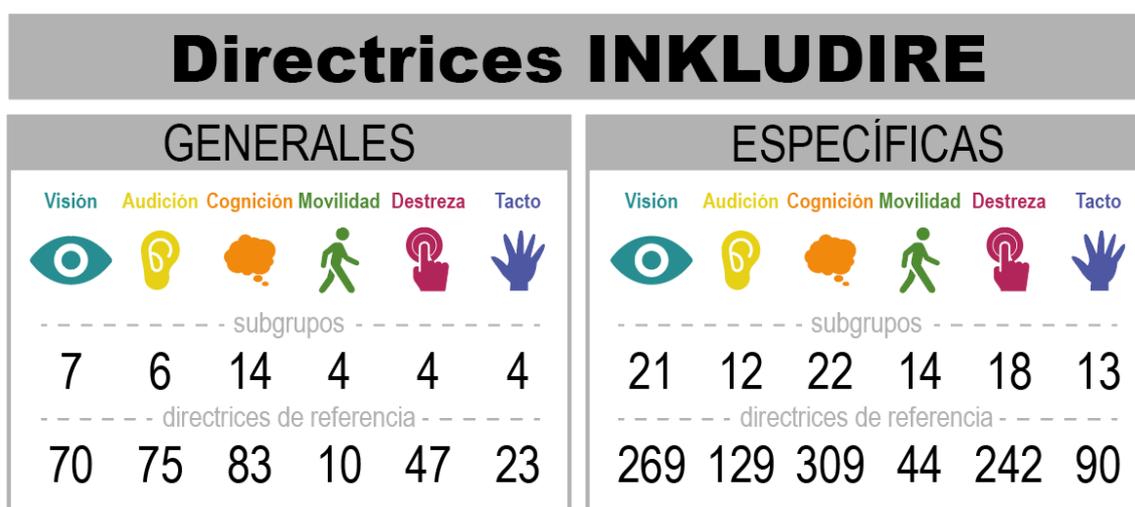


Figura 6.4: Composición de las directrices INKLUDIRE

Las directrices generales corresponden a las que ayudan a concretar los atributos y las características generales que un producto debe cumplir para que sea accesible. Se dividen en seis grupos (Figura 6.4): visión, audición, cognición, movilidad, destreza y tacto. Así, en la parte de directrices generales, el grupo de visión se divide en 7 subgrupos y consta de 70 directrices; el grupo de audición se divide en 6 subgrupos y

consta de 75 directrices; el grupo de cognición se divide en 14 subgrupos y consta de 83 directrices; el grupo de movilidad se divide en 4 subgrupos y consta de 10 directrices; el grupo de destreza se divide en 4 subgrupos y consta de 47 directrices; y el grupo de tacto se divide en 4 subgrupos y consta de 23 directrices.

Las directrices específicas ayudan a concretar los parámetros de los atributos de los productos para minimizar la demanda de cada capacidad. También se dividen en 6 grupos (Figura 6.4): visión, audición, cognición, movilidad, destreza y tacto. De este modo, en la parte de directrices específicas, el grupo de visión se divide en 21 subgrupos y consta de 269 directrices; el grupo de audición se divide en 12 subgrupos y consta de 129 directrices; el grupo de cognición se divide en 22 subgrupos y consta de 309 directrices; el grupo de movilidad se divide en 14 subgrupos y consta de 44 directrices; el grupo de destreza se divide en 18 subgrupos y consta de 242 directrices; y el grupo de tacto se divide en 13 subgrupos y consta de 90 directrices.

Las Tabla 6.3 y Tabla 6.4 muestran a modo de ejemplo las directrices INKLUDIRE correspondientes al grupo de audición divididas en dos partes: (i) generales y (ii) específicas. En las tablas se recogen los títulos de los subgrupos de las directrices, las descripciones de las directrices INKLUDIRE y las referencias de las que se obtienen las directrices de referencia en las que se basan. Por ejemplo, para definir las características generales que un producto debe cumplir para minimizar la audición requerida para su uso se recurrirá a los subgrupos de las directrices generales INKLUDIRE. Así, para aplicar las directrices del subgrupo “multimodal” de las directrices generales de INKLUDIRE correspondientes al grupo de audición se considerará que el producto deberá de “proporcionar toda la información auditiva importante de forma visual y/o táctil” o que “además del modo de funcionamiento audible, se proporcionarán modos alternativos de control”. A medida que se avance con la definición del producto se procederá del mismo modo con las directrices específicas. En el caso de querer acceder a datos más concretos también se podrá recurrir directamente a las directrices recogidas en las referencias tenidas en cuenta a la hora de definir las directrices INKLUDIRE señaladas en cada subgrupo.

**Tabla 6.3:** Directrices generales INKLUDIRE para minimizar la demanda de Audición

<b>Directrices INKLUDIRE</b>	
<b>GENERALES</b>	
	<b>Audición</b>
<b>1 / Multimodal</b>	
Se proporcionará toda la información auditiva importante, como alarmas e indicadores de acción, de forma visual y/o táctil	
Además del modo de funcionamiento audible, se proporcionarán modos alternativos de control (por ejemplo, por voz, visual o táctil)	Directiva (UE) 2019/882 EN 301 549 - 2019 ETSI EG 202 116 - 2009 <i>ICT Standards and Guidelines</i> ISO 20282-1:2006 ISO/IEC Guide 71:2014 Mitsubishi (Miele & Cie. KG, s. f.) Samsung (Samsung, 2020a) UNE-EN IEC 63008:2021 Vanderheiden & Vanderheiden (1992)
<b>2 / Información equivalente</b>	
La información auditiva deberá ser equivalente a la presentada mediante otras modalidades	EN 301 549 - 2019 ETSI EG 202 116 - 2009 <i>ICT Standards and Guidelines</i> UNE-EN ISO 24551:2019
<b>3 / Perceptible en el contexto</b>	
La información auditiva deberá ser perceptible en su contexto de uso	ETSI EG 202 116 - 2009 ISO 20282-1:2006 ISO/IEC Guide 71:2014 Mitsubishi (Miele & Cie. KG, s. f.) Samsung (Samsung, 2020a) Vanderheiden & Vanderheiden (1992)
<b>4 / Adaptable a la persona usuaria</b>	
Los parámetros de audición (volumen, velocidad, etc.) serán regulables para adaptarse a las preferencias de las personas usuarias	Directiva (UE) 2019/882 <i>ICT Standards and Guidelines</i> UNE-EN ISO 24551:2019
<b>5 / Privacidad</b>	

Cuando sea necesario garantizar la privacidad se evitará que otras personas puedan oír cualquier elemento de la interacción

EN 301 549 - 2019  
 ETSI EG 202 116 - 2009  
*ICT Standards and Guidelines*  
 ISO 20282-1:2006  
 UNE-EN ISO 24551:2019

**6 / Compatibilidad con tecnologías de apoyo**

Será compatible con diferentes tecnologías de apoyo

Directiva (UE) 2019/882  
 EN 301 549 - 2019  
 ETSI EG 202 116 - 2009  
*ICT Standards and Guidelines*  
 ISO/IEC Guide 71:2014  
 Samsung (Samsung, 2020a)  
 Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

**Tabla 6.4:** Directrices específicas INKLUDIRE para minimizar la demanda de Audición

ESPECÍFICAS	
 <span style="font-size: 24pt; font-weight: bold; color: #ffcc00;">Audición</span>	
<p><b>1 / Información visual</b>                      Proporcionar la información auditiva también de forma visual</p>	<p>ETSI EG 202 116 - 2009  <i>ICT Standards and Guidelines</i>                      ISO/IEC Guide 71:2014                      Samsung (Samsung, 2020a)                      UNE-EN IEC 63008:2021                      UNE-EN ISO 24551:2019                      Vanderheiden &amp; Vanderheiden (1992)</p>
<p>La alternativa de texto a la información aditiva se dará en tiempo real</p>	<p>Directiva (UE) 2019/882                      EN 301 549 - 2019                      ETSI EG 202 116 - 2009  <i>ICT Standards and Guidelines</i></p>
<p>La calidad de la imagen posibilitará el uso del lenguaje de signos</p>	<p>Directiva (UE) 2019/882  <i>ICT Standards and Guidelines</i></p>
<p>Se evitarán los caracteres intermitentes</p>	

UNE-EN IEC 63008:2021

Estarán al mismo nivel las opciones para ajustar los diferentes parámetros de audio

EN 301 549 - 2019

## 2 / Información háptica

Proporcionar la información más relevante, la retroalimentación y las advertencias de forma táctil

*ICT Standards and Guidelines*  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

## 3 / Señales auditivas

Hacer un uso adecuado de las señales auditivas

EN ISO 24500:2010  
ETSI EG 202 116 - 2009  
ISO 20282-1:2006  
ISO/IEC Guide 71:2014  
UNE-EN ISO 24551:2019

## 4 / Volumen

Proporcionar un rango de volumen adecuado para el contexto de uso

ETSI EG 202 116 - 2009  
*ICT Standards and Guidelines*  
ISO/IEC Guide 71:2014  
UNE-EN ISO 24551:2019  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

Posibilitar el ajuste del volumen de la información auditiva

EN 301 549 - 2019  
EN ISO 24500:2010  
ETSI EG 202 116 - 2009  
ISO/IEC Guide 71:2014  
UNE-EN IEC 63008:2021  
UNE-EN ISO 24551:2019  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

## 5 / Velocidad

Velocidad de la salida de voz constante

ETSI EG 202 116 - 2009  
UNE-EN ISO 24551:2019

## 6 / Repetitividad

Garantizar la posibilidad de repetir la información auditiva

ETSI EG 202 116 - 2009  
UNE-EN ISO 24551:2019  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

---

**7 / Encendido / Apagado**

El encendido y apagado de la información auditiva se ajustará a las necesidades de la persona usuaria

EN 301 549 - 2019  
EN ISO 24500:2010  
*ICT Standards and Guidelines*  
UNE-EN ISO 24551:2019

**8 / Frecuencia**

Hacer uso de una frecuencia media-baja para la información auditiva

EN 301 549 - 2019  
ETSI EG 202 116 - 2009  
UNE-EN ISO 24551:2019  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

Posibilitar el ajuste de la frecuencia

EN ISO 24500:2010  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

**9 / Organización**

Se considerarán el orden, la jerarquía y la posición de la información auditiva

ETSI EG 202 116 - 2009  
UNE-EN ISO 24551:2019  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

**10 / Salida de voz**

Priorizar el habla humana digitalizada al habla sintetizada

ETSI EG 202 116 - 2009  
*ICT Standards and Guidelines*  
UNE-EN ISO 24551:2019  
Vanderheiden & Vanderheiden (1992)

Evitar complejidades en las instrucciones habladas

EN 301 549 - 2019  
ETSI EG 202 116 - 2009  
UNE-EN ISO 24551:2019

**11 / Calidad**

Proporcionar la información auditiva de alta calidad

EN 301 549 - 2019  
ETSI EG 202 116 - 2009

**12 / Sincronización**

La información auditiva estará sincronizada entre dispositivos y con la información visual

EN 301 549 - 2019  
ETSI EG 202 116 - 2009

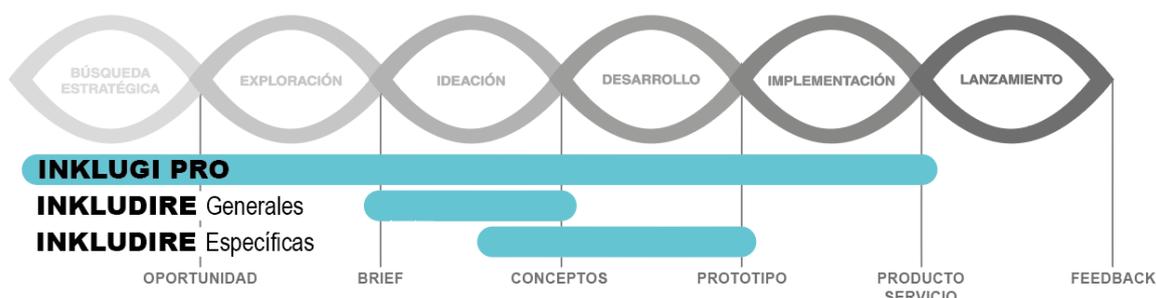
---

### 6.3 Integración en la metodología del DBZ-MU

En este apartado se integran las herramientas INKLUGI PRO e INKLU D IRE definidas para el diseño accesible en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.

Tal y como se ha recogido en el capítulo 2, la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU tiene un enfoque de *HCD* y consta de 6 etapas: búsqueda estratégica, exploración, ideación, desarrollo, implementación y lanzamiento. La incorporación de las herramientas INKLUGI PRO e INKLU D IRE en dichas etapas garantiza, no solo tener en cuenta a la persona usuaria en los procesos de diseño, sino también, trabajar la accesibilidad de los productos considerando la diversidad de las personas.

La Figura 6.5 muestra la integración de INKLUGI PRO e INKLU D IRE en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU como ejemplo de aplicación de las herramientas definidas en los procesos de diseño.



**Figura 6.5:** Integración de INKLUGI PRO e INKLU D IRE en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU

A continuación, se explica cómo se integran INKLUGI PRO e INKLU D IRE en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU.

#### Búsqueda estratégica

El objetivo de esta fase es detectar nuevas oportunidades de diseño.

En esta fase, la herramienta INKLUGI PRO se aplica para evaluar el producto actual cuantificando el grado de exclusión y compararlo con otros productos con el objetivo de identificar oportunidades de diseño a nivel estratégico.

#### Exploración

El objetivo de esta fase es profundizar en las oportunidades de diseño especificando sus características en un *brief* o cuaderno de especificaciones.

En esta fase se aplica la herramienta INKLUGI PRO para evaluar el producto actual o los productos de referencia. Esta evaluación da pie a (i) identificar las oportunidades existentes para mejorar los productos desde la perspectiva de la accesibilidad, (ii) concienciar a los diseñadores sobre las limitaciones que pueden suponer para su uso las características de un producto, (iii) establecer los objetivos a alcanzar y (iv) tener una referencia inicial a mejorar.

Por otro lado, las directrices INKLUDIRE generales permiten guiar la definición de las características de accesibilidad a recoger en el *brief*. Para ello, se puede optar por abordar todas las capacidades o centrarse específicamente en alguna de ellas dependiendo de las personas usuarias objetivo y el análisis realizado en esta fase.

### **Ideación**

La fase de ideación tiene como objetivo obtener conceptos que den respuesta al *brief* definido en la fase de exploración. Para ello, se inicia con una generación de ideas que se van desarrollando tanto conceptualmente como formalmente a lo largo de la fase.

En esta fase, cuando las ideas todavía son muy generales las directrices generales INKLUDIRE ayudan a plasmar las características de accesibilidad definidas en el *brief* y a avanzar poco a poco con el desarrollo de los conceptos recurriendo, si es necesario, a las referencias originales donde se recogen las directrices. En la segunda mitad de esta fase, cuando los conceptos están más avanzados, la combinación de las directrices generales y específicas INKLUDIRE facilitan, por un lado, la definición general de las características de accesibilidad que deberá de tener el producto y, por otro lado, detallar dichas características empezando a especificar los diferentes parámetros. De esta forma se obtendrá como resultado unos conceptos que tengan integradas las características de accesibilidad.

Por otro lado, la evaluación de los conceptos con INKLUGI PRO en la fase de ideación ayuda a identificar los aspectos críticos de los mismos para ir mejorando la accesibilidad de los conceptos durante su evolución y verificar el cumplimiento del *brief*.

### **Desarrollo**

La fase de desarrollo corresponde a la definición a detalle de los conceptos. Se detallan elementos, medidas, materiales, formas, etc. dejando de lado las generalidades.

En esta fase de desarrollo, cogen especial relevancia las directrices específicas de INKLUDIRE ya que son las que llegan a un mayor nivel de detalle para definir los atributos de las nuevas interfaces de los electrodomésticos.

En esta fase, las directrices específicas INKLUDIRE guían la definición de estas características desde el punto de vista de la accesibilidad. En este punto, en el caso de ser necesario, se puede recurrir a las referencias originales de donde se han obtenido las directrices para mayor concreción. La directrices INKLUDIRE facilita este hecho gracias a que se mantiene el vínculo entre la directriz de INKLUDIRE y las referencias originales.

Por otro lado, la herramienta INKLUGI PRO, posibilita la evaluación de la accesibilidad de la solución desarrollada de forma que se puede constatar si se han alcanzado los objetivos definidos en el *brief* y contrastar la mejora obtenida en cuanto accesibilidad comparando el resultado con la referencia inicial.

### **Implementación**

En la fase de implementación se define todo lo necesario para la producción del producto o servicio para su posterior lanzamiento.

Las evaluaciones realizadas con INKLUGI PRO a partir de la fase de implementación pueden servir para: (i) remarcar los puntos fuertes en cuanto a accesibilidad del producto, (ii) realizar comparativas con los productos de la competencia o (iii) como input para el inicio de un nuevo proceso de diseño.

Finalmente, cabe mencionar el alineamiento existente entre las dos herramientas definidas entorno a la demanda de capacidades. De este modo, si bien pueden ser usadas independientemente, son totalmente complementarias y la evaluación con la herramienta INKLUGI PRO puede ser apoyada con las directrices INKLUDIRE a la hora de proponer soluciones de accesibilidad.

Capítulo 7

**VALIDACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS  
INKLUGI PRO E INKLUDIRE**

## 7 Validación de las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE

Tras definir la herramienta de evaluación de la accesibilidad INKLUGI PRO y las directrices de accesibilidad INKLUDIRE para el diseño de interfaces accesibles de electrodomésticos, se han realizado 5 casos de estudio con los siguientes objetivos:

- Validar INKLUGI PRO como herramienta de evaluación de la accesibilidad de las interfaces de electrodomésticos.
- Validar las directrices INKLUDIRE como herramienta para guiar a las personas diseñadoras a la hora de idear y definir a detalle los elementos de las interfaces de los electrodomésticos.

La validación de INKLUGI PRO e INKLUDIRE está directamente relacionada con la validación de las hipótesis 2, 3 y 4 formuladas en la introducción. En la Tabla 7.1 se muestra la relación entre las hipótesis definidas en el capítulo 1 y los casos de estudio realizados. Así, en los casos de estudio 1, 2, 3, 4 y 5 se aplica INKLUGI PRO para su validación y apoyan la validación de la hipótesis 2. En el caso de estudio 5 se aplica INKLUDIRE junto a la herramienta INKLUGI PRO y apoya la validación de las hipótesis 3 y 4.

**Tabla 7.1:** Relación de hipótesis a validar y casos de estudio realizados

Hipótesis para validar	Casos de estudio para su validación
<b>Hipótesis 2:</b> La evaluación de la accesibilidad con la herramienta INKLUGI PRO permite identificar para cada subtarea a realizar en el uso de los electrodomésticos las partes críticas de sus interfaces.	Caso de estudio 1: placas de cocción Caso de estudio 2: lavadoras Caso de estudio 3: BOSCH Caso de estudio 4: EIKA Caso de estudio 5: placa de cocción del CS
<b>Hipótesis 3:</b> El uso de INKLUDIRE ayuda en la definición de las características de accesibilidad en el diseño de las interfaces de electrodomésticos accesibles.	Caso de estudio 5: placa de cocción del CS
<b>Hipótesis 4:</b> El uso de INKLUGI PRO e INKLUDIRE conjuntamente permite el diseño de interfaces de electrodomésticos accesibles.	Caso de estudio 5: placa de cocción del CS

En la Tabla 7.2 y la Tabla 7.3 se recogen las características de los 5 casos de estudio. En cada estudio se concreta:

- Producto: Se concreta la tipología de producto elegido para el caso de estudio.
- Grado de desarrollo: Se señala el nivel de desarrollo del producto elegido, es decir, si el producto está comercializado, es un prototipo avanzado o es un prototipo conceptual.
- Cantidad de productos: Se señala el número de productos sobre los que se trabaja en cada caso de estudio.
- Tipología del caso: Se detalla si es una comparativa entre las evaluaciones de más de un producto, una evaluación de un solo producto o un rediseño del producto.
- Aplicación INKLUGI PRO: Se especifica cómo se ha aplicado la herramienta de INKLUGI PRO señalando los principales pasos y las herramientas usadas en cada paso.
- Aplicación INKLUDIRE: Se especifica si se han aplicado las directrices INKLUDIRE o no.

La Tabla 7.2 recoge las características de los casos de estudio 1, 2, 3 y 4. Se han elegido placas de cocción y lavadoras como tipologías de productos para el desarrollo de estos casos de estudio. El grado de desarrollo de los productos corresponde a productos comercializados exceptuando el caso de estudio 4 que se realizó con un prototipo avanzado. En cuanto a la cantidad de productos analizados, en el caso de estudio 1 se ha desarrollado considerando 4 placas de cocción, para el caso de estudio 2 se han considerado 4 lavadoras y para los casos de estudio 3 y 4 se ha considerado una placa en cada uno de ellos. Así, los casos de estudio 1 y 2 son comparativas entre evaluaciones de productos y los casos de estudio 3 y 4 son evaluaciones de producto. En ninguno de estos 4 casos se han aplicado las directrices INKLUDIRE y la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los electrodomésticos seleccionados se ha realizado aplicando INKLUGI PRO. La aplicación de INKLUGI PRO se ha realizado siguiendo las 3 fases definidas en el capítulo 6 y combinan diferentes formas tanto de recogida información, Fase 1, como de estimación de la exclusión, Fase 3. La aplicación de la Fase 2 de análisis de capacidades demandas se ha hecho del mismo modo en los 4 casos de estudio. Así, en la Fase 1, para la recogida de información se ha usado la herramienta de observaciones, casos de estudio 1 y 2, o se ha interactuado directamente con el producto, casos de estudio 3 y 4. En la Fase 2, el análisis de capacidades demandadas se ha hecho haciendo uso de la matriz tareas vs. capacidades (Figura 6.2). En la Fase 3, para la estimación de la exclusión, se ha usado

tanto el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015), casos de estudio 1 y 2, como INKLUGI (DBZ-MU, 2018), casos de estudio 3 y 4.

**Tabla 7.2:** Características de los casos de estudio 1, 2, 3 y 4

Características estudios	Caso estudio 1	Caso estudio 2	Caso estudio 3	Caso estudio 4
Producto	Placas de cocción	Lavadoras	Placa de cocción BOSCH	Placa de cocción EIKA
Grado de desarrollo	Productos comercializados	Productos comercializados	Producto comercializado	Prototipo avanzado
Cantidad de productos	4	4	1	1
Tipología de caso	Comparativa	Comparativa	Evaluación	Evaluación
Aplicación INKLUGI PRO				
Fase 1: conocer modo de interacción	Concretar Objetivo Observaciones	Concretar Objetivo Observaciones	Concretar Objetivo Interacción directa en laboratorio	Concretar Objetivo Interacción directa en laboratorio
Fase 2: análisis de capacidades demandadas	Matriz tareas vs. capacidades	Matriz tareas vs. capacidades	Matriz tareas vs. capacidades	Matriz tareas vs. capacidades
Fase 3: estimación de exclusión	<i>Exclusion Calculator</i>	<i>Exclusion Calculator</i>	INKLUGI	INKLUGI
Aplicación INKLUDIRE	No	No	No	No

La Tabla 7.3 recoge las características del caso de estudio 5. El producto elegido para el quinto caso de estudio ha sido la placa de cocción desarrollada en el Centro Stirling (CS) cuyo grado de desarrollo era el de un prototipo avanzado. Así, en el caso de estudio 5 se ha realizado el rediseño de un producto aplicando tanto la herramienta de evaluación INKLUGI PRO como las directrices INKLUDIRE. Se han realizado 2 evaluaciones aplicando la herramienta INKLUGI PRO. En la primera evaluación se ha aplicado INKLUGI PRO para evaluar la placa de cocción del CS. En la segunda

evaluación, se ha aplicado INKLUGI PRO para evaluar el concepto resultante del rediseño realizado aplicando INKLUDIRE. Para ambas evaluaciones la aplicación de INKLUGI PRO se ha realizado siguiendo las 3 fases definidas en el capítulo 6 de la misma forma. En la Fase 1, para conocer el modo de interacción, se ha concretado el objetivo a alcanzar haciendo uso del producto y se ha analizado documentación audiovisual y escrita. En la Fase 2, para el análisis de las capacidades demandadas, se ha rellenado la matriz tareas vs. capacidades. En la Fase 3, para la estimación de la exclusión, se ha usado la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018). Además, para definir el rediseño de la placa de cocción del CS se han aplicado en la ideación y el desarrollo de la solución las directrices generales y específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.3:** Características del caso de estudio 5

<b>Características estudio</b>	<b>Caso estudio 5</b>	
Producto	Placa de cocción del Centro Stirling	
Grado de desarrollo	Prototipo avanzado	
Cantidad de productos	1	
Tipología de caso	Rediseño	
Aplicación INKLUGI PRO	<b>Evaluación 1</b> Placa de cocción Centro Stirling	<b>Evaluación 2</b> Concepto desarrollado
Fase 1: conocer modo de interacción	Concretar Objetivo Análisis documentación audiovisual y escrita	Concretar Objetivo Análisis documentación audiovisual y escrita
Fase 2: análisis de capacidades demandadas	Matriz tareas vs. capacidades	Matriz tareas vs. capacidades
Fase 3: estimación de exclusión	INKLUGI	INKLUGI
Aplicación INKLUDIRE	Sí	

Así, los 5 casos de estudio han dado pie a aplicar las dos herramientas para su validación. Además, en el caso de INKLUGI PRO, se ha podido aplicar haciendo uso de diferentes herramientas tanto, en la fase 1, a la hora de recoger información como, en la fase 3, para estimar la exclusión.

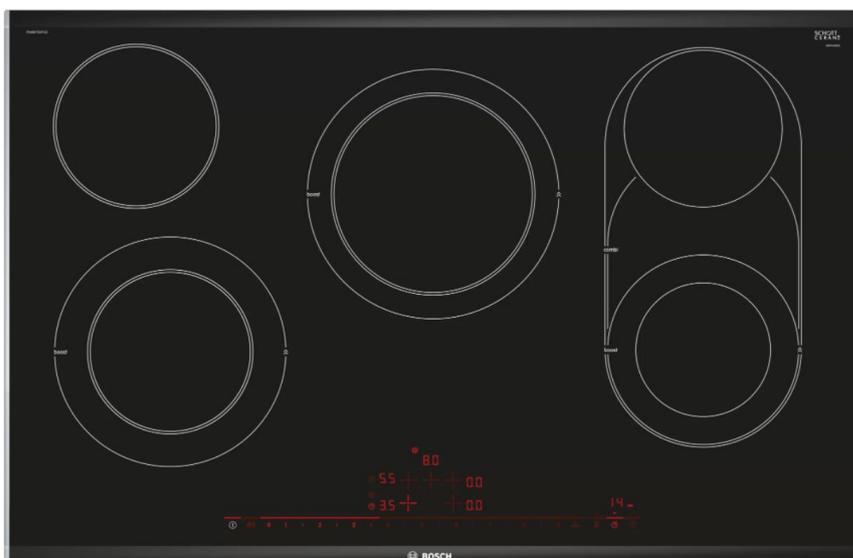
A continuación, se exponen los casos de estudio 3 y 5. La aplicación de INKLUGI PRO en los 4 primeros casos es similar y, por ello, se muestra solo el caso de estudio 3 correspondiente a la evaluación de la placa de cocción BOSCH ya que los casos de estudio 1 y 2 están publicados en los congresos Interacción'19 (Beitia, Alonso, et al., 2019) y AEIPRO'19 (Beitia, Gonzalez de Heredia, et al., 2019). En cuanto al caso de estudio 4, se omite su exposición para mantener la confidencialidad.

## **7.1 Caso de estudio 3: Evaluación placa Bosch**

A continuación, se recoge el tercer caso de estudio en el que se evalúa la accesibilidad de la interfaz de una placa de cocción con la herramienta INKLUGI PRO según las características recogidas en la Tabla 7.2. Para ello, primero se presenta el producto analizado. Después, se describe la metodología aplicada para el desarrollo del caso. Finalmente, se muestra la evaluación de la accesibilidad de la interfaz de la placa.

### **7.1.1 Producto analizado**

La placa de cocción seleccionada para este caso de estudio es una placa vitrocerámica del 2021 de la marca BOSCH (modelo PKM875DP1D) (Figura 7.1). La placa sigue las tendencias del mercado y se considera de especial interés para el estudio por su interfaz táctil emergente. La interfaz se oculta por completo cuando la placa está apagada dejando visible solamente la opción de encendido y se va adaptando según las posibilidades de uso del momento. Esto hace que se diferencie de las placas analizadas en el caso de estudio 1.



**Figura 7.1:** Placa de cocción BOSCH. Modelo PKM875DP1D

### 7.1.2 Metodología

Para el desarrollo del caso de estudio 3 se ha aplicado la herramienta INKLUGI PRO siguiendo las fases y los pasos mostrados en la Figura 6.1 y explicados en el apartado 6.1 del capítulo 6.

En la Fase 1 de conocer el modo de interacción, se ha concretado una tarea general a desarrollar (paso 1.1) y la persona evaluadora ha simulado su ejecución directamente en una placa instalada en el laboratorio (paso 1.2). Se dispuso de la placa durante toda la evaluación por lo que no se ha grabado la interacción.

En la Fase 2 de análisis de capacidades demandadas se ha rellenado la matriz tareas vs. capacidades. Para ello, se ha definido el *HTA* basándose en la experiencia de uso (paso 2.1), se ha caracterizado la interfaz (paso 2.2) y se han identificado las capacidades demandadas en su uso (paso 2.3). Así, se han relacionado las tareas identificadas en el *HTA* con los elementos de la interfaz y las capacidades demandadas y se han obtenido los primeros resultados de índole cualitativo.

En la Fase 3 de estimación de la exclusión, se ha estimado el porcentaje de personas excluidas para el uso de la interfaz en general y para las principales tareas por grupo de edad y por capacidad haciendo uso de la herramienta INKLUGI (paso 3.1). Con la estimación de la exclusión se han obtenido los resultados cuantitativos de la evaluación y se han sacado las conclusiones de la evaluación.

### 7.1.3 Evaluación de la accesibilidad de la interfaz de la placa

A continuación, se muestran las tres fases de aplicación de la herramienta INKLUGI PRO para la evaluación de la accesibilidad de la interfaz de la placa BOSCH con sus resultados.

#### 7.1.3.1 Fase 1: Conocer el modo de interacción

En esta fase se han aplicado los pasos 1.1 y 1.2 de INKLUGI PRO.

##### Paso 1.1: Concreción de tarea general a realizar

Para la evaluación de la interfaz BOSCH se ha concretado el siguiente objetivo:

“Cocer un plato de pasta durante 10 minutos haciendo uso del *booster* y el temporizador.”

##### Paso 1.2: Recogida de información

Se ha instalado la placa de cocción BOSCH en el laboratorio de personas usuarias (ULab) del DBZ y se ha simulado la cocción de un plato de pasta durante 10 minutos haciendo uso del *booster* y el temporizador por parte de la persona evaluadora para conocer el modo de interacción. En primer lugar, se ha tenido que familiarizarse con la interfaz de la placa. Para ello, se han realizado diferentes pruebas donde se han conocido e interiorizado su funcionamiento, los diferentes temporizadores/relojes de los que dispone la placa analizada y las opciones de *booster*. Después, se han ejecutado las tareas a realizar para alcanzar el objetivo como son la activación de la placa, encender y regular la zona de cocción o programar el temporizador. Así, se ha obtenido la información necesaria para proceder con la evaluación.

#### 7.1.3.2 Fase 2: Análisis de las capacidades demandadas

En esta fase se ha completado la matriz tareas vs. capacidades (Figura 6.2) siguiendo los pasos 2.1, 2.2 y 2.3 de INKLUGI PRO y se han extraído conclusiones de la evaluación.

##### Paso 2.1: Análisis de tareas

Tras la simulación de la cocción del plato de pasta durante 10 min por parte de la persona evaluadora, ésta define el *HTA* de uso de la placa de cocción BOSCH. En la Tabla 7.4 se muestra el *HTA* donde se pueden ver las tareas y subtareas que se deben realizar para cocer un plato de pasta en la placa BOSCH durante 10 minutos haciendo uso del *booster* y el temporizador, así como, los *feedbacks* dados por la placa. El *HTA* se ha iniciado preguntando ¿cómo se cuece un plato de pasta? Basándose en la simulación y con la placa a mano se ha respondido a la pregunta subdividiendo el objetivo general de cocer la pasta en 6 subtareas (Tabla 7.4): (i) activar la placa, (ii)

encender la zona de cocción, (iii) regular temperatura, (iv) hacer uso del temporizador, (v) apagado automático de la zona de cocción, y (vi) apagar la placa. A continuación, se ha preguntado cómo se ha realizado cada subtarea del primer nivel definiendo el segundo nivel de subtareas y así sucesivamente hasta llegar a identificar las acciones concretas realizadas, como por ejemplo, “localizar con la mirada el símbolo *ON/OFF*” o “pulsar sobre el símbolo *ON/OFF* con el dedo durante 2s”. Junto a las subtareas también se han anotado los *feedbacks* existentes en la interacción. Como resultado se obtiene el HTA de la Tabla 7.4.

**Tabla 7.4:** HTA del uso de la placa de cocción BOSCH

<b>Tareas</b>
1. Cocer un plato de pasta durante 10 minutos haciendo uso del <i>booster</i> y el temporizador
1.1 Activar la placa
1.1.1 Localizar con la mirada el símbolo <i>ON/OFF</i>
1.1.2 Pulsar sobre el símbolo <i>ON/OFF</i> con el dedo durante 2s
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 1
<i>Feedback</i> visual, emergen los iconos de los temporizadores
1.2 Encender la zona de cocción
1.2.1 Activar la zona de cocción a encender
1.2.1.1 Localizar con la mirada el control de la zona de cocción según su posición
1.2.1.1 Pulsar con el dedo sobre la cruz de la zona de cocción correspondiente para seleccionarlo
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2
<i>Feedback</i> visual, se muestran las opciones
<i>Feedback</i> visual, el indicador de potencia y la cruz de la zona de cocción seleccionadas se muestran con mayor intensidad
1.2.2 Activar el <i>PowerBooster</i>
1.2.2.1 Localizar con la mirada símbolo activación de las zonas
1.2.2.2 Pulsar con el dedo el símbolo activación de las zonas
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2

---

## Tareas

---

*Feedback* visual, se muestran el icono de *PowerBooster* y el indicador de zona de cocción doble activada sobre el indicador de potencia de la zona de cocción correspondiente

1.2.2.3 Localizar con la mirada el indicador de *PowerBooster*

1.2.2.4 Pulsar con el dedo el símbolo de *booster*

*Feedback* auditivo, señal acústica 2

*Feedback* visual, se muestra la “b” del indicador de *PowerBooster* activo de la zona de cocción correspondiente

*Feedback* visual, se intensifica la iluminación de la zona de programación

1.3 Regular temperatura

1.3.1 Localizar con la mirada el número 4 en la zona de programación

1.3.2 Pulsar con el dedo el número 4 en la zona de programación

*Feedback* auditivo, señal acústica 2

*Feedback* visual, indicador de potencia de la zona de cocción cambia al 4

*Feedback* visual, zona de programación se muestra con mayor intensidad hasta el número 4

1.4 Hacer uso del temporizador

1.4.1 Activar el temporizador

1.4.1.1 Identificar con la mirada el símbolo del temporizador

1.4.1.2 Pulsar con el dedo el símbolo del temporizador

*Feedback* auditivo, señal acústica 2

*Feedback* visual, se muestra el minuterio y el indicador de temporizador programado al lado del indicador de potencia de la zona de cocción correspondiente.

*Feedback* visual, se adapta la zona de programación

1.4.2. Indicar el tiempo de cocción

1.4.2.1 Identificar con la mirada el 1 y el 0 en la zona de programación

1.4.2.2 Pulsar con el dedo primero el 1 y después el 0

*Feedback* auditivo, señal acústica 2

---

<b>Tareas</b>	
	<i>Feedback</i> visual, los números van cambiando en el minuterero
1.5 Apagado automático de la zona de cocción	
	<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 3
al	<i>Feedback</i> visual, parpadeo del minuterero y el indicador de temporizador programado finalizar el tiempo de cocción
	<i>Feedback</i> visual, se pone a 0 el indicador de la potencia de la zona de cocción
1.6 Apagar la placa	
1.6.1 Localizar con la mirada el símbolo ON/OFF	
1.6.2 Pulsar sobre el símbolo ON/OFF con el dedo durante 2s	
	<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 4
	<i>Feedback</i> visual, se apagan los indicadores luminosos menos los iniciales

**Paso 2.2: Caracterización de la interfaz**

En la Figura 7.2 se puede ver la caracterización de la interfaz. En las imágenes de la figura se señalan y numeran los elementos visuales de la interfaz de la placa de cocción BOSCH. Junto a las imágenes, en la misma figura, se listan los números de los elementos visuales completando el listado con los elementos sonoros de la interfaz y se les añade un nombre descriptivo. Así, se identifican 22 elementos involucrados en la interacción a la hora de cocer un plato de pasta durante 10 minutos usando el *booster* y el temporizador.

Una vez identificados los elementos de la interfaz de la placa de cocción BOSCH con los que se interactúa para cocer un plato de pasta se procede a rellenar la segunda columna de la matriz tareas vs. capacidades (Tabla 7.5). Para ello, se ha cogido el HTA definido en el paso previo y se ha añadido una segunda columna donde se recogen los códigos de los elementos involucrados en cada tarea. Así, por ejemplo, en la tarea “activar la placa” intervienen los elementos 1 (icono encendido / apagado), 13 (Icono “reloj temporizador de cocina”), 14 (Icono “reloj temporizador”), 15 (Icono “función cronómetro”) y 19 (Señal acústica 1: encendido) de la interfaz de la placa de cocción BOSCH (Figura 7.2 y Tabla 7.5).

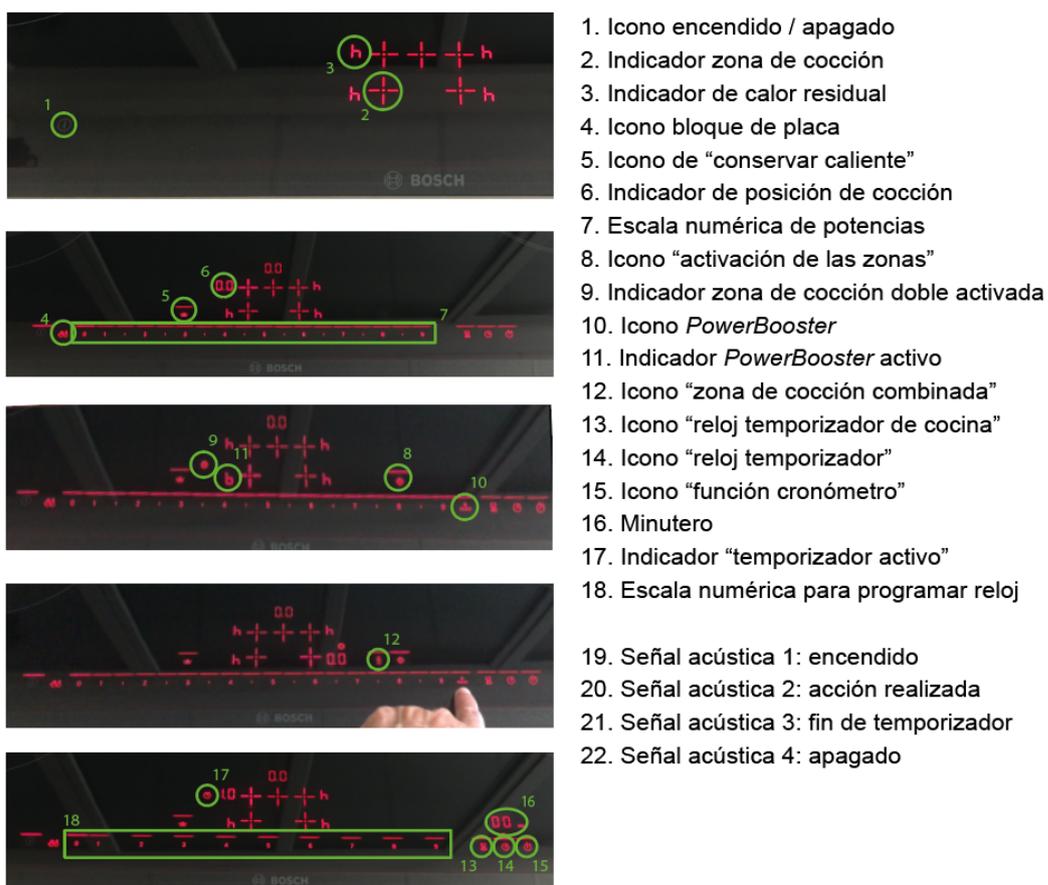


Figura 7.2: Interfaz y listado de los elementos de la placa de cocción BOSCH

Tabla 7.5: Elementos de la interfaz BOSCH relacionados con las tareas

Tareas	Elementos de la interfaz
1. Cocer un plato de pasta durante 10 minutos haciendo uso del <i>booster</i> y el temporizador	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
1.1 Activar la placa	1, 13, 14, 15, 19
1.1.1 Localizar con la mirada el símbolo ON/OFF	1
1.1.2 Pulsar sobre el símbolo ON/OFF con el dedo durante 2s	1
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 1	19
<i>Feedback</i> visual, emergen los iconos de los temporizadores	13, 14, 15
1.2 Encender la zona de cocción	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20
1.2.1 Activar la zona de cocción a encender	2, 4, 5, 6, 7, 8, 20

Tareas	Elementos de la interfaz
1.2.1.1 Localizar con la mirada el control de la zona de cocción según su posición	2
1.2.1.1 Pulsar con el dedo sobre la cruz de la zona de cocción correspondiente para seleccionarlo	2
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2	20
<i>Feedback</i> visual, se muestran las opciones	4, 5, 6, 7, 8
<i>Feedback</i> visual, el indicador de potencia y la cruz de la zona de cocción seleccionadas se muestran con mayor intensidad	2, 6
1.2.2 Activar el <i>PowerBooster</i>	8, 9, 10, 20
1.2.2.1 Localizar con la mirada símbolo activación de las zonas	8
1.2.2.2 Pulsar con el dedo el símbolo activación de las zonas	8
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2	20
<i>Feedback</i> visual, se muestran el icono de <i>PowerBooster</i> y el indicador de zona de cocción doble activada sobre el indicador de potencia de la zona de cocción correspondiente	9, 10
1.2.2.3 Localizar con la mirada el indicador de <i>PowerBooster</i>	10
1.2.2.4 Pulsar con el dedo el símbolo de <i>booster</i>	10
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2	20
<i>Feedback</i> visual, se muestra la “b” del indicador de <i>PowerBooster</i> activo de la zona de cocción correspondiente	11
<i>Feedback</i> visual, se intensifica la iluminación de la zona de programación	7
1.3 Regular temperatura	6, 7, 20
1.3.1 Localizar con la mirada el número 4 en la zona de programación	7
1.3.2 Pulsar con el dedo el número 4 en la zona de programación	7
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2	20
<i>Feedback</i> visual, indicador de potencia de la zona de cocción cambia al 4	6
<i>Feedback</i> visual, zona de programación se muestra con mayor intensidad hasta el número 4	7

<b>Tareas</b>	<b>Elementos de la interfaz</b>
1.4 Hacer uso del temporizador	13, 16, 17, 18, 20
1.4.1 Activar el temporizador	13, 16, 17, 20
1.4.1.1 Identificar con la mirada el símbolo del temporizador	13
1.4.1.2 Pulsar con el dedo el símbolo del temporizador	13
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2	20
<i>Feedback</i> visual, se muestra el minuterio y el indicador de temporizador programado al lado del indicador de potencia de la zona de cocción correspondiente.	16, 17
<i>Feedback</i> visual, se adapta la zona de programación	18
1.4.2. Indicar el tiempo de cocción	16, 18, 20
1.4.2.1 Identificar con la mirada el 1 y el 0 en la zona de programación	18
1.4.2.2 Pulsar con el dedo primero el 1 y después el 0	18
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 2	20
<i>Feedback</i> visual, los números van cambiando en el minuterio	16
1.5 Apagado automático de la zona de cocción	6, 16, 17, 21
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 3	21
<i>Feedback</i> visual, parpadeo del minuterio y el indicador de temporizador programado al finalizar el tiempo de cocción	16, 17
<i>Feedback</i> visual, se pone a 0 el indicador de la potencia de la zona de cocción	6
1.6 Apagar la placa	16, 17
1.6.1 Localizar con la mirada el símbolo ON/OFF	1
1.6.2 Pulsar sobre el símbolo ON/OFF con el dedo durante 2s	1
<i>Feedback</i> auditivo, señal acústica 4	22
<i>Feedback</i> visual, se apagan los indicadores luminosos menos los iniciales	

### **Paso 2.3: Identificación de capacidades demandadas**

Para identificar las capacidades demandadas por la interfaz BOSCH, primero, se selecciona la herramienta que se usará para la estimación de la exclusión. En este caso de estudio se usará INKLUGI (DBZ-MU, 2018) cuya clasificación de capacidades es:

VISIÓN, con 2 ítems:

- V1: Leer la letra pequeña de un periódico.
- V2: Ver la cara de una persona al otro lado de la calle.

AUDICIÓN, con 2 ítems:

- A1: Oír sonidos fuertes.
- A2: Oír una conversación con varias personas.

COGNICIÓN, con 7 ítems:

- C1: Habla de manera comprensible.
- C2: Comprender lo que dicen otras personas.
- C3: Comprender un texto escrito o expresarse mediante un texto.
- C4: Comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos.
- C5: Mantener una conversación a través del lenguaje hablado, escrito u otro tipo.
- C6: Llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda.
- C7: Llevar a cabo tareas complejas sin ayuda.

MOVILIDAD, con 4 ítems:

- M1: Cambiar de postura sin ayuda y sin supervisión,
- M2: Mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión.
- M3: Andar o moverse dentro de la vivienda sin ayudas y sin supervisión.
- M4: Andar o moverse fuera de la vivienda sin ayudas y sin supervisión.

DESTREZA, con 3 ítems:

- D1: Levantar o transportar algo con las manos o brazos.
- D2: Manipular y mover objetos, utilizando las manos y los brazos sin ayuda y sin supervisión.
- D3: Manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión.

Después, se han añadido a la Tabla 7.5 tantas columnas como ítems tiene la clasificación de capacidades de INKLUGI formando de este modo la matriz tareas vs. capacidades de la Tabla 7.6. Una vez formada la matriz, se ha ido fila por fila indicando qué ítems son demandados para realizar cada tarea.

**Tabla 7.6:** Matriz tareas principales vs. capacidades de la interfaz de la placa de cocción BOSCH

Tareas	Elementos de la interfaz	Capacidades							
		V1	A1	A2	C4	C6	C7	M2	D3
1. Cocer un plato de pasta	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	•	•	•	•	•	•	•	•
1.1 Activar la placa	1, 13, 14, 15, 19	•	•		•	•		•	•
1.2 Encender la zona de cocción	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20	•		•	•		•	•	•
1.3 Regular temperatura	6, 7, 20	•		•	•	•		•	•
1.4 Hacer uso del temporizador	13, 16, 17, 18, 20	•		•	•		•	•	•
1.5 Apagado automático de la zona de cocción	6, 16, 17, 21								
1.6 Apagar la placa	16, 17	•	•		•	•		•	•

Nota: para una mejor lectura se muestran solo los ítems de capacidades demandados.

La Tabla 7.6 muestra las capacidades que son demandas por la interfaz de la placa BOSCH para la realización de las principales tareas del HTA. En la Tabla D.1 del Anexo D: Matrices tareas vs. capacidades caso de estudio 3 y 5 se puede ver la matriz completa con todas las subtareas. Por ejemplo, para “activar la placa” son requeridos los ítems V1 (leer la letra pequeña de un periódico), A1 (oír sonidos fuertes), C4 (comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos), C6 (llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda), M2 (mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión) y D3 (manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión).

Tras completar la matriz identificando las capacidades demandadas para la interacción con la placa de cocción BOSCH se obtienen los primeros resultados de la evaluación de la accesibilidad:

#### Consideraciones generales:

- Todas las capacidades son requeridas para la interacción con la placa BOSCH siendo la visión la principal vía para recibir la información.
- Se repite el patrón de mirar y pulsar para interactuar con la placa.

**Por capacidades:**

- **La visión** es necesaria para el uso de la interfaz BOSCH.  
Los controles luminosos son perceptibles solo a través de la vista y no se ofrece alternativa.  
La diferencia de intensidades de luz mostrada entre los controles seleccionados y el resto es muy sutil (Figura 7.2; elementos 2, 6 y 7). Por ello, requiere una alta agudeza visual para su distinción.
- **La audición** no es necesaria para el uso de la interfaz BOSCH. No sucede lo mismo con la visión.  
Los *feedbacks* auditivos siempre van acompañados de *feedbacks* visuales. Esto hace que la audición no sea necesaria.  
Las señales auditivas son significativas y su uso es consistente (Figura 7.2; elementos 19, 20, 21 y 22). La señal acústica 2 (elemento 20) es la única usada para señalar una acción durante el uso de la placa.
- **Cognición.** Se guía el uso de la placa mostrando solamente los controles accionables en cada momento reduciendo la demanda cognitiva.  
Se diferencia el indicador de la zona de cocción (sobre la cual hay que pulsar para activar la zona de cocción a controlar) de los indicadores de estado de cada zona de cocción (Figura 7.2; elementos 2 y 6).  
En cuanto a la iconografía usada, es necesario familiarizarse con ella para su uso. En especial para las tres opciones de reloj/temporizador que ofrece (Figura 7.2; elementos 13, 14 y 15).  
No se ha identificado que se dé el bloqueo automático de la interfaz durante su uso. Esto simplifica las tareas a realizar (por ejemplo, regular la temperatura), sobre todo en el caso de tener una sola zona de cocción activa.  
La necesidad de activar la doble zona (Figura 7.2; elementos 8, 9 y 12) para activar el *PowerBooster* (Figura 7.2; elemento 10) añade complejidad, en parte, porque no todas las zonas de cocción tienen esta opción.
- **La movilidad** requerida se debe a la necesidad de interactuar directamente con la placa. Por lo tanto, es necesario estar de pie durante la interacción.
- **La destreza.** La interacción se da a través de una pantalla táctil. Es necesario tocar elementos concretos para la interacción.

**7.1.3.3 Fase 3: Estimación de la exclusión**

En esta fase se ha aplicado el paso 3.1 de INKLUGI PRO.

### **Paso 3.1:** Estimación de la exclusión

Cogiendo como base la matriz tareas vs. capacidades (Tabla 7.6) se ha procedido al cálculo de la tasa de exclusión con la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018). La tasa de exclusión calculada con INKLUGI nos muestra el porcentaje de población española que tendrá dificultad o no podrá interactuar con la interfaz BOSCH analizada.

Para estimar la exclusión, en primer lugar, se ha señalado el nombre del producto, placa de cocción BOSCH, y las 4 primeras tareas principales de la columna de tareas de la matriz (Tabla 7.6): (i) activar la placa, (ii) encender la zona de cocción, (iii) regular temperatura y (iv) hacer uso del temporizador. Después, se procede con la estimación de la exclusión respondiendo las preguntas que INKLUGI realiza. Ante estas preguntas, se ha respondido SI en los ítems demandados de las capacidades y NO en los no demandados por cada una de las 4 tareas indicadas. Así, por ejemplo, a la pregunta “¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a leer la letra pequeña de un periódico?” (DBZ-MU, 2018) se ha respondido SI en las cuatro tareas o a la pregunta “¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a oír una alarma, una sirena u otros sonidos fuertes sin audífono u otro tipo de ayuda técnica externa para oír?” (DBZ-MU, 2018) se ha respondido SI en la tarea “activar la placa” y NO en el resto de las tareas señaladas tal y como se indica en la matriz tarea vs. capacidades (Tabla 7.6). Se obtiene como resultado de este proceso la tasa de exclusión correspondiente a las 4 tareas señaladas. Se repite este proceso señalando las 2 tareas principales restantes y la tarea general de la matriz tareas vs. capacidades (Tabla 7.6): (v) apagado automático de la zona de cocción, (vi) apagar la placa y (vii) cocer un plato de pasta. De esta segunda ronda se obtiene como resultado la tasa de exclusión correspondiente a las últimas tareas indicadas y al uso de la placa de cocción BOSCH en general.

Así, en la Tabla 7.7, se muestran los resultados de la estimación de la exclusión de la tarea general y de las tareas principales. La interfaz BOSCH excluye a un total de 2.889.781 personas españolas para su uso, es decir, un 6,57 % de la población española. De las tareas analizadas, las tareas de “activar la placa” y “apagar la placa” son las que excluyen a menos personas, a un 5,48 %. Al contrario, las tareas “encender la zona de cocción” y “hacer uso del temporizador” son las que más personas excluyen, a un 6,52 %. Entre las tareas más excluyentes y las menos excluyentes hay una diferencia de 457.000 personas. Esto significa que hay 457.000 personas que pueden activar o apagar la placa, pero tendrán dificultades o no podrán encender la zona de cocción o hacer uso del temporizador en la placa BOSCH. Esta diferencia se debe a:

1. La complejidad para programar el *PowerBooster* o programar el temporizador frente a la simplicidad del encendido/apagado de la placa. Esta complejidad aumenta la demanda cognitiva.
2. El *feedback* auditivo predominante durante el uso de la placa, señal acústica 2 (elemento número 20), es bajo y puede que en un contexto ruidoso como la cocina no sea suficiente para ser oído. Sin embargo, el *feedback* auditivo va acompañado de un *feedback* visual por lo que dependerá de la capacidad de visión de la persona usuaria la posibilidad de interactuar sin oír los *feedbacks* auditivos.

**Tabla 7.7:** Personas excluidas por la interfaz BOSCH según las principales tareas de uso

Tareas	Elementos de la interfaz	Personas excluidas	% de personas excluidas
1. Cocer un plato de pasta	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	2.889.781	6,57 %
1.1 Activar la placa	1, 13, 14, 15, 19	2.411.188	5,48 %
1.2 Encender la zona de cocción	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20	2.868.718	6,52 %
1.3 Regular temperatura	6, 7, 20	2.771.930	6,30 %
1.4 Hacer uso del temporizador	13, 16, 17, 18, 20	2.868.718	6,52 %
1.5 Apagado automático de la zona de cocción	6, 16, 17, 21	0	0 %
1.6 Apagar la placa	16, 17	2.411.188	5,48 %

En la Tabla 7.8 se muestra el nivel de exclusión por grupo de edades y sexo. Se da una mayor tasa de exclusión en personas mayores de 40 años. Además, a partir de esta edad se revierte la tendencia y son más las mujeres excluidas para el uso de la placa de cocción BOSCH que los hombres.

**Tabla 7.8:** Personas excluidas por la interfaz BOSCH por grupo de edades y sexo

	6-17 años	18-39 años	40-64 años	65-79 años	+ 80 años
Mujeres	23.570	98.765	431.453	591.764	612.994
Hombres	37.278	109.660	348.706	367.596	267.965
Total	45.469	164.491	648.767	794.033	758.427

En la Tabla 7.9 se muestra el nivel de exclusión desglosado por capacidades, es decir, el nivel de exclusión dado en el uso de la interfaz BOSCH debido a la demanda de cada capacidad en particular. En la tabla se puede ver la tasa total de exclusión por capacidades y el número de personas españolas y el porcentaje de la población española que no podrá, tendrá mucha dificultad o tendrá algo de dificultad para usar la placa de cocción BOSCH en total y por capacidades. Así, la interfaz BOSCH excluye a un total de 2.889.781 personas españolas para su uso, es decir, un 6,57 % de la población española (Tabla 7.9). El 2,01 % no podrá usar la interfaz, un 2,46 % tendrá mucha dificultad para su uso y un 2,10 % tendrá alguna dificultad. La movilidad es la capacidad más excluyente con una tasa de exclusión total del 2,63% sobre la población española. La demanda motriz supondrá que 236.538 personas no puedan usar la placa de cocción BOSCH, 475.584 personas tengan mucha dificultad para usarla y 445.829 tengan algo de dificultad. Sin ser la capacidad más demandada es la cognición la que tiene el mayor número de personas, 313.100, que no podrán usar la placa con una tasa de exclusión del 0,71%.

**Tabla 7.9:** Total de personas excluidas por la interfaz BOSCH según grado de dificultad de uso

<b>Capacidad</b>	<b>Total</b>	<b>No pueden usarlo</b>	<b>Mucha dificultad</b>	<b>Algo de dificultad</b>
Visión	1,69 %	0,56 %	0,65 %	0,48 %
	742.881	244.228	285.518	213.135
Audición	2,51 %	0,46 %	1,03 %	1,03 %
	1.106.465	202.270	452.516	451.680
Cognición	1,36 %	0,71 %	0,35 %	0,30 %
	598.451	313.100	154.126	131.225
Movilidad	2,63 %	0,54 %	1,08 %	1,01 %
	1.157.952	236.538	475.584	445.829
Destreza	1,80 %	0,54 %	0,64 %	0,62 %
	793.365	239.547	282.342	271.476
<b>Total</b>	6,57%	2,01%	2,46%	2,1%
	2.889.781	882.631	1.081.725	925.425

Por último, en la Tabla 7.10 se muestran el nivel de exclusión dado por la tarea “encender la zona de cocción” desglosada por capacidades. En la tabla se puede ver la tasa total de exclusión por capacidades y el número de personas españolas y el porcentaje de la población española que no podrán, tendrán mucha dificultad o tendrán algo de dificultad para “encender la zona de cocción” de la placa de cocción BOSCH por capacidades. Así, la tarea “encender la zona de cocción” limita el uso de la placa a 2.868.718 personas, es decir, un 6,52 % de la población española (Tabla 7.10). El 1,96 % no podrá “encender la zona de cocción”, un 2,45 % tendrá mucha dificultad para hacerlo y un 2,11 % tendrá alguna dificultad. La movilidad es la capacidad más excluyente con una tasa de exclusión total del 2,63% sobre la población española. La demanda motriz supondrá que 236.538 personas no puedan “encender la zona de cocción”, 475.584 personas tengan mucha dificultad para hacerlo y 445.829 tengan algo de dificultad. Sin ser la capacidad más demandada es la cognición la que tiene el mayor número de personas, 299.393, que no podrán “encender la zona de cocción” con una tasa de exclusión del 0,68%.

**Tabla 7.10:** Total de personas excluidas por la tarea “encender la zona de cocción” según grado de dificultad de uso

Capacidad	Total	No pueden usarlo	Mucha dificultad	Algo de dificultad
Visión	1,69 %	0,56 %	0,65 %	0,48 %
	742.881	244.228	285.518	213.135
Audición	2,45 %	0,43 %	0,99 %	1,03 %
	1.077.546	187.726	436.802	453.017
Cognición	1,31 %	0,68 %	0,34 %	0,29 %
	576.552	299.393	150.281	126.878
Movilidad	2,63 %	0,54 %	1,08 %	1,01 %
	1.157.952	236.538	475.584	445.829
Destreza	1,80 %	0,54 %	0,64 %	0,62 %
	793.365	239.547	282.342	271.476
Total	6,52%	1,96%	2,45%	2,11%
	2.868.718	864.076	1.076.543	928.100

Para finalizar la evaluación de la accesibilidad de la placa de cocción BOSCH con INKLUGI PRO se realiza una lectura global capacidad por capacidad (Tabla 7.9):

- **La visión** excluye a 742.881 personas.

La propia naturaleza de la interfaz que se basa en indicadores luminosos sin añadidos táctiles (Figura 7.2) dificulta proporcionar soluciones para minimizar dicha demanda.

Es alta la agudeza visual exigida para distinguir las opciones elegidas del resto en la interfaz mostrada. Es decir, el contraste entre los indicadores luminosos de la interfaz mostrada es bajo, por ejemplo, entre la zona de cocción activa para su control (mayor intensidad) y las zonas de cocción no activas (menor intensidad).

Buscar alternativas para habilitar una interfaz multimodal puede ser una solución a la necesidad de la visión para la interacción.

Que la visión sea necesaria para la interacción con la placa de cocción BOSCH es una de las principales limitaciones.

- **La audición** excluye a 1.106.465 personas, es una de las capacidades más excluyente.

La demanda auditiva se da por los *feedbacks* auditivos y estos siempre van acompañados de *feedbacks* visuales (Tabla 7.4). Además, los *feedbacks* auditivos no son suficientes para que una persona con limitaciones de visión pueda usar la placa. Así, se puede decir que los *feedbacks* auditivos son complementarios a los visuales. Por lo tanto, la demanda auditiva no será excluyente pues consta de una alternativa, en este caso, visual.

- **La cognición** excluye a 598.451 personas siendo la capacidad demandada menos excluyente.

Las acciones requeridas para el uso de la placa son sencillas y la misma interfaz se va adaptando para mostrar las posibles opciones/acciones disponibles. Esto facilita el uso de la placa.

La iconografía usada y los indicadores de estado (Figura 7.2) cogen especial relevancia en cuanto a la demanda cognitiva, así como, las acciones a realizar para programar la zona de cocción (Tabla 7.5). Por ejemplo, no son claros los iconos de las diferentes opciones de temporizador.

- **La movilidad** excluye a 1.157.952 personas y es la capacidad cuya demanda excluye a más personas.

Reducir su demanda podría pasar por el control remoto a través de una aplicación u otro sistema que facilite a la persona usuaria controlar la placa sin necesidad de desplazamientos o de estar de pie frente a la placa.

- **La destreza** requerida excluye a 793.365 personas para el uso de la interfaz BOSCH.

Ampliar la distancia entre los diferentes controles, sobre todo las opciones situadas en la zona central de la interfaz de control de intensidad de una zona de cocción (Figura 7.2; elementos 2, 6 y 7), y ampliar las zonas de interacción son posibles medidas a adquirir para minimizar la demanda de la destreza. Otra opción puede ser posibilitar la interacción a través de la voz por medio de asistentes u otras tecnologías.

## 7.2 Caso de estudio 5: Rediseño de la interfaz de la placa de cocción del CS

A continuación, se recoge el caso de estudio 5 en el que se desarrolla el rediseño de la interfaz de la placa de cocción del CS. En primer lugar, se describe el producto a rediseñar. Después, se explica la metodología con la que se ha realizado el caso de estudio. Posteriormente, se recogen los resultados de los testeos realizados desde el CS para la identificación de posibles mejoras y se muestra el proceso completo del rediseño de la placa de cocción del CS llevado a cabo por parte del equipo de investigación.

### 7.2.1 Producto para rediseñar

El producto seleccionado para este caso de estudio es la placa de cocción tiflotécnica del CS (Figura 7.3). La placa está pensada especialmente para que el colectivo de personas ciegas o con baja visión pueda interactuar con ella. Para posibilitarlo se configuran las acciones y los parámetros a través de una app y se confirman los ajustes directamente en la placa gracias a la zona habilitada para ello.

En este caso se coge como punto de partida un prototipo avanzado de la placa aún sin comercializar y en proceso de optimización.



Figura 7.3: Placa de cocción del CS

### 7.2.2 Metodología

En la Figura 7.4 se muestra la metodología aplicada para el rediseño de la placa de cocción del CS. El rediseño se ha desarrollado siguiendo las fases centrales de exploración, ideación y desarrollo de la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU (2014). En estas fases se han integrado y aplicado las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE siguiendo las pautas marcadas en el apartado 6.3 del capítulo 6.

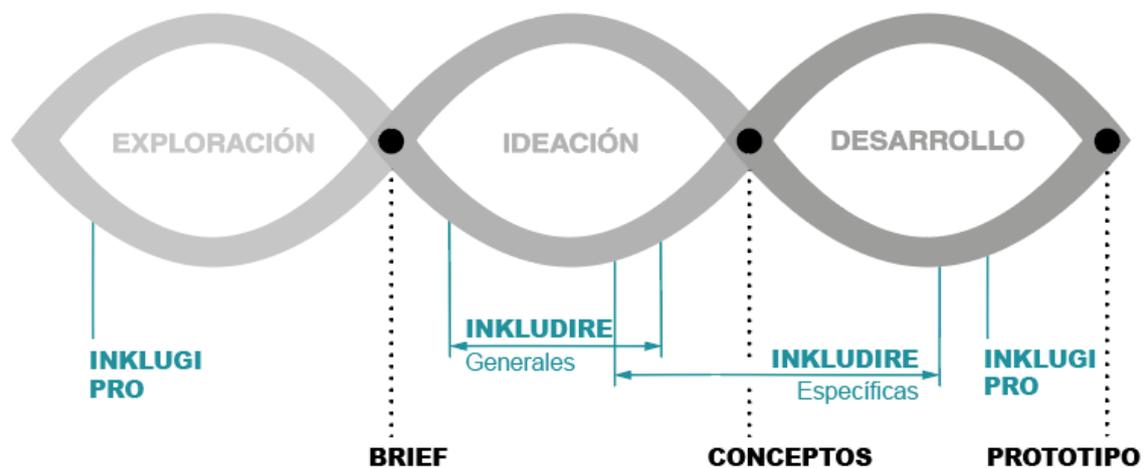


Figura 7.4: Proceso de rediseño de la placa de cocción del CS

## Exploración

Se inicia el rediseño con la fase de exploración. En ella, en primer lugar, se evalúa la accesibilidad de la placa de cocción del CS con INKLUGI PRO. La aplicación de INKLUGI PRO se ha realizado siguiendo las fases y los pasos mostrados en la Figura 6.1 y explicados en el apartado 6.1 del capítulo 6 que se resumen a continuación:

- Fase 1: Conocer modo de interacción: se concreta el objetivo general (paso 1.1) y se realizan las observaciones sobre un vídeo grabado del uso de la placa tiflotécnica (incluida la aplicación para móviles) (paso 1.2).
- Fase 2: Análisis capacidades demandadas: se concreta la matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción del CS. Para ello, se define el *HTA* del uso de la placa de cocción del CS (paso 2.1), se identifican los atributos de la interfaz de la placa de cocción del CS y de la aplicación móvil (paso 2.2) y se identifican las capacidades demandadas teniendo en cuenta la clasificación de INKLUGI (paso 2.3).
- Fase 3: Estimación de la exclusión: se calcula la tasa de exclusión usando la herramienta INKLUGI (paso 3.1).

Tras realizar la evaluación de accesibilidad del producto a rediseñar se define el *brief* de diseño. En el *brief* se recogen los requisitos de accesibilidad a cumplir teniendo en cuenta los resultados de la evaluación realizada con INKLUGI PRO y los requisitos que deberá cumplir la placa de cocción rediseñada. Con el *brief* de diseño definido se da paso a la fase de ideación.

## Ideación

En la fase de ideación, primero, se realiza un *brainstorming* para generar el mayor número de ideas posibles. Partiendo de estas ideas y con el apoyo de las directrices generales de INKLUDIRE se van definiendo los conceptos. Para terminar de detallar estos conceptos se usan las directrices específicas de INKLUDIRE. Como resultado de esta fase se elige uno de los conceptos para desarrollarlo a detalle en la siguiente fase. La elección del concepto se hace con un matriz de priorización en base al *brief* de diseño definido en la exploración.

## Desarrollo

La fase de desarrollo se centra en la definición del concepto seleccionado como resultado de la fase de ideación. Para ello, se hace uso de las directrices específicas de INKLUDIRE. Así, basándose en las indicaciones de las directrices INKLUDIRE se detalla la interfaz. Para concretar algunas de las características de la interfaz se ha

recurrido a las directrices específicas de referencia que se señalan en las directrices INKLUDIRE aplicadas. Como resultado de esta fase se desarrolla un prototipo digital del rediseño y se evalúa la accesibilidad de esta propuesta con la herramienta INKLUDIRE PRO con el fin de validar el rediseño.

- Fase 1: Conocer modo de interacción: se concreta el objetivo general (paso 1.1) y se simula la interacción con la nueva interfaz sobre el prototipo desarrollado (paso 1.2).
- Fase 2: Análisis capacidades demandadas: se concreta la matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción rediseñada. Para ello, se define el HTA (paso 2.1), se identifican los atributos de la nueva interfaz (paso 2.2) y se identifican las capacidades demandadas teniendo en cuenta la clasificación de INKLUGI (paso 2.3).
- Fase 3: Cálculo de la exclusión: se calcula la tasa de exclusión usando la herramienta INKLUGI (paso 3.1).

### 7.2.3 Rediseño de la placa de cocción del CS

En este punto se recoge el rediseño de la placa de cocción del CS. Para ello, a continuación, se muestran las fases de exploración, ideación y desarrollo llevadas a cabo para el rediseño de la placa de cocción del CS.

#### 7.2.3.1 Exploración

La fase de exploración se inicia con la evaluación de la accesibilidad de la placa de cocción del CS con la herramienta INKLUGI PRO. Los resultados de esta evaluación se tendrán en cuenta para la definición del *brief* de diseño. Así, se muestra los resultados de la evaluación de la placa de cocción del CS según las fases de aplicación de INKLUGI PRO.

#### Evaluación de la accesibilidad de la placa de cocción del CS con INKLUGI PRO

##### Fase 1: Conocer modo de interacción

En esta fase se han aplicado los pasos 1.1 y 1.2 de INKLUGI PRO.

- Paso 1.1: Concreción de tarea general a realizar

Para la evaluación de la interfaz de la placa de cocción del CS se ha concretado el siguiente objetivo:

“Regular la temperatura y el tiempo con el temporizador de la placa de cocción.”

- Paso 1.2: Recogida de información

Para la recogida de la información se ha recurrido a un vídeo grabado del uso de la placa de cocción proporcionado por el CS. Dicho video, está destinado a mostrar las características y funcionalidades de la aplicación y se observa a la persona usuaria utilizar la placa de cocción una vez está desbloqueada. Durante su uso se puede apreciar cómo se conecta con la placa a través del bluetooth, cómo aumenta y reduce la temperatura de un fogón y cómo se programa el temporizador. El proceso de apagado de la placa no se ve en el video.

**Fase 2: Análisis de las capacidades demandadas**

En esta fase se ha completado la matriz tareas vs. capacidades siguiendo los pasos 2.1, 2.2 y 2.3 de INKLUGI PRO y se ha realizado una lectura de los resultados cualitativos.

- Paso 2.1: Análisis de tareas

En la Tabla 7.11 se muestra el *HTA* de la interacción con la interfaz de la placa de cocción del CS. En la tabla se pueden ver las tareas y subtareas que se debe realizar para regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción, así como, los *feedbacks* dados por la placa.

**Tabla 7.11:** *HTA* del uso de la placa de cocción del CS

<b>Tareas</b>
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción
1.1. Puesta en marcha de la aplicación móvil
<i>Feedback</i> auditivo
1.1.1. Doble clic en pantalla de dispositivo móvil
<i>Feedback</i> visual
<i>Feedback</i> auditivo
1.2. Vincular aplicación a la placa
1.2.1. Localizar <i>bluetooth</i> en la pantalla “Home”
1.2.2. Conectar <i>bluetooth</i> haciendo doble clic sobre <i>Bluetooth</i>
<i>Feedback</i> visual
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Bluetooth connecting induction hob</i> ”

---

### 1.3. Encender placa

---

#### 1.3.1. Localizar sección “*Induction Hob*” deslizando dedo sobre pantalla “*Home*”

---

*Feedback* auditivo indicando la sección “*Induction Hob*”

---

*Feedback* visual

---

#### 1.3.2. Activar placa deslizando dedo sobre pantalla “*Home*”

---

*Feedback* auditivo “*Power on*”

---

*Feedback* visual

---

#### 1.3.3. Confirmar encendido de placa haciendo doble clic sobre pantalla “*Home*”

---

*Feedback* auditivo “*Heating Zone Left On, Status: On, Level: 1, Time: 0*”

---

*Feedback* visual

---

### 1.4. Regular temperatura

---

#### 1.4.1. Seleccionar fogón izquierdo deslizando dedo sobre pantalla “*Heating Zone Menu*”

---

*Feedback* auditivo “*Heating Zone Left boating*”

---

*Feedback* visual

---

##### 1.4.1.1. Confirmar selección de fogón haciendo doble clic sobre pantalla “*Heating Zone Menu*”

---

*Feedback* auditivo “*Power Level 1 adjustable*”

---

*Feedback* visual

---

#### 1.4.2. Subir temperatura un nivel (*Level 2*)

---

##### 1.4.2.1. Deslizar dedo sobre pantalla “*Induction Hob Left*” (hacia arriba)

---

*Feedback* auditivo “*Power Level 2*”

---

*Feedback* auditivo

---

*Feedback* visual luminoso (en la placa)

---

##### 1.4.2.2. Confirmar operación de aumentar temperatura

---

###### 1.4.2.2.1. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o el tacto

---

###### 1.4.2.2.2. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)

---

*Feedback* auditivo

---

*Feedback* visual

---

---

1.4.3. Bajar temperatura un nivel (*Level 2*)

---

1.4.3.1. Deslizar dedo sobre pantalla "*Induction Hob Left*" (hacia abajo)

---

*Feedback* auditivo "*Power Level 2*"

---

*Feedback* auditivo

---

*Feedback* visual luminoso (en la placa)

---

1.4.3.2. Confirmar operación de disminuir temperatura

---

1.4.3.2.1. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o el tacto

---

1.4.3.2.2. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)

---

*Feedback* auditivo

---

*Feedback* visual

---

1.5. Regular el temporizador

---

1.5.1. Seleccionar "*Timer Configuration*"

---

1.5.1.1. Localizar "*Timer Configuration*"

---

1.5.1.1.1. Deslizar el dedo sobre pantalla "*Induction Hob Left*"

---

*Feedback* visual

---

*Feedback* auditivo "*Heating Zone Switch Off*"

---

1.5.1.1.2. Deslizar el dedo sobre pantalla "*Induction Hob Left*"

---

*Feedback* visual

---

*Feedback* auditivo "*Timer Configuration*"

---

1.5.1.2. Confirmar selección haciendo doble clic sobre pantalla "*Induction Hob Left*"

---

*Feedback* visual

---

*Feedback* auditivo "*Zero Adjustable*" (00:00)

---

1.5.2. Establecer tiempo de cocción

---

1.5.2.1. Definir tiempo de cocción deslizando dedo sobre pantalla "*Timer One*" (hacia arriba)

---

*Feedback* visual

---

*Feedback* auditivo "*Zero, one, zero*" (00:01)

---

1.5.2.2. Confirmar tiempo de cocción

---

1.5.2.2.1. Doble clic sobre pantalla “*Timer One*”

*Feedback* auditivo

*Feedback* visual luminoso (en la placa)

1.5.2.2.2. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o tacto

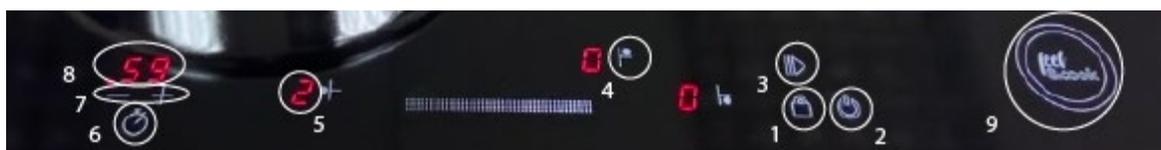
1.5.2.2.3. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)

*Feedback* auditivo

*Feedback* visual

- Paso 2.2: Caracterización de la interfaz

En las imágenes de la Figura 7.5, de la Figura 7.6, en la Tabla 7.12 y en la Tabla 7.13 se puede ver la caracterización de la app y de la interfaz de la placa de cocción del CS. En la Figura 7.5 se señalan y numeran los elementos visuales de la interfaz integrada en la placa de cocción del CS. En la Tabla 7.12 se listan los números de los elementos de la Figura 7.5 y se les añade un nombre descriptivo. En la Figura 7.6 se señalan y numeran los elementos de la aplicación correspondiente a la placa de cocción del CS. En la Tabla 7.13 se listan y nombran los elementos de la aplicación, así como, las indicaciones auditivas y los comandos gestuales necesarios para la interacción.



**Figura 7.5:** Interfaz de la placa de cocción del CS

**Tabla 7.12:** Elementos de la interfaz de la placa de cocción del CS

Elemento	Nombre
1	Símbolo bloqueo/desbloqueo
2	<i>On/Off</i>
3	<i>Booster</i>
4	Símbolo posición fogón
5	Símbolo luminoso nivel de temperatura
6	Símbolo accionador de temporizador
7	Aumento/disminución
8	Símbolo luminoso indicador de tiempo restante
9	Símbolo luminoso aceptación de operación
10	Señala auditiva



**Figura 7.6:** Interfaz de la app de la placa de cocción del CS

**Tabla 7.13:** Elementos de la interfaz de la app de la placa de cocción del CS

<b>Elemento</b>	<b>Nombre</b>	<b>Elemento</b>	<b>Nombre</b>
A	Home	E	Induction Hob Left
B	<i>Bluetooth</i>	E1	Símbolo “Heating Zone Left”
B1	Símbolo <i>bluetooth</i>	E2	Símbolo nivel de temperatura “ <i>Heating Zone Left</i> ”
B2	Texto informativo “ <i>Connected</i> ”/” <i>Disconnected</i> ”	E3	Símbolo disminuir temperatura
C	<i>Induction Hob</i>	E4	Símbolo aumentar temperatura
C1	Símbolo apagar	E5	Símbolo apagar fogón
C2	Símbolo encender	E6	Símbolo temporizador
C3	Icono indicador placa	E7	Texto informativo “ <i>Remaining Time</i> ”
D	<i>Heating Zone Menu</i>	E8	Texto “Menu”
D1	Texto descripción “ <i>Heating Zone Left</i> ”	E9	Símbolo <i>bluetooth</i>
D2	Símbolo “ <i>Heating Zone Left</i> ”	F	<i>Timer One</i>
D3	Símbolo nivel de temperatura “ <i>Heating Zone Left</i> ”	F1	Texto informativo tiempo restante
D4	Texto descripción “ <i>Heating Zone Back</i> ”	F2	Símbolo disminuir tiempo
D5	Símbolo “ <i>Heating Zone Back</i> ”	F3	Símbolo aumentar tiempo
D6	Símbolo nivel de temperatura “ <i>Heating Zone Back</i> ”	F4	Texto “ <i>Heating Zone</i> ”
D7	Texto descripción “ <i>Heating Zone Front</i> ”	F5	Símbolo <i>bluetooth</i>
D8	Símbolo “ <i>Heating Zone Front</i> ”	G	Indicación auditiva
D9	Símbolo nivel de temperatura “ <i>Heating Zone Front</i> ”	S	Comando gestual pasar al siguiente apartado <i>swipe</i>
D10	Texto “ <i>Home</i> ”	DT	Comando gestual realizar selección <i>double tap</i>
D11	Símbolo <i>bluetooth</i>		

Una vez identificados los elementos de la interfaz de la placa de cocción del CS con los que se interactúa para regular la temperatura y el temporizador se procede a rellenar la segunda columna de la matriz tareas vs. capacidades. Para ello, se ha cogido el HTA definido en el paso previo y se ha añadido una segunda columna donde se recogen los códigos de los elementos involucrados en cada tarea (Tabla 7.14). Así, por ejemplo, en la tarea “puesta en marcha de la aplicación móvil” intervienen el elemento 10 (Señala auditiva) de la interfaz de la placa de cocción y los elementos A (Home) y DT (Comando gestual realizar selección *double tap*) de la app de la placa de cocción del CS.

**Tabla 7.14:** Elementos de la interfaz de la placa de cocción del CS relacionados con las tareas

Tareas	Elementos de la interfaz
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción	9, 10, A, B, C, D, E, F, G, S, DT
1.1. Puesta en marcha de la aplicación móvil	10, A, DT
<i>Feedback</i> auditivo	10
1.1.1. Doble clic en pantalla de dispositivo móvil	DT, A
<i>Feedback</i> visual	A
<i>Feedback</i> auditivo	10
1.2. Vincular aplicación a la placa	A, B, G, DT
1.2.1. Localizar <i>bluetooth</i> en la pantalla “Home”	A, B
1.2.2. Conectar <i>bluetooth</i> haciendo doble clic sobre <i>Bluetooth</i>	DT, B
<i>Feedback</i> visual	B
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Bluetooth connecting induction hob</i> ”	G
1.3. Encender placa	A, C, D, G, S, DT
1.3.1. Localizar sección “ <i>Induction Hob</i> ” deslizando dedo sobre pantalla “Home”	S, A, C
<i>Feedback</i> auditivo indicando la sección “ <i>Induction Hob</i> ”	G
<i>Feedback</i> visual	A, C
1.3.2. Activar placa deslizando dedo sobre pantalla “Home”	S, A, C

<b>Tareas</b>	<b>Elementos de la interfaz</b>
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Power on</i> ”	G
<i>Feedback</i> visual	A, C
1.3.3. Confirmar encendido de placa haciendo doble clic sobre pantalla “ <i>Home</i> ”	DT, A, C, D
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Heating Zone Left On, Status: On, Level: 1, Time: 0</i> ”	G
<i>Feedback</i> visual	D
1.4. Regular temperatura	9, 10, D, E, G, S, DT
1.4.1. Seleccionar fogón izquierdo deslizando dedo sobre pantalla “ <i>Heating Zone Menu</i> ”	S, DT, D, E
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Heating Zone Left boating</i> ”	G
<i>Feedback</i> visual	D
1.4.1.1. Confirmar selección de fogón haciendo doble clic sobre pantalla “ <i>Heating Zone Menu</i> ”	DT, D, E
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Power Level 1 adjustable</i> ”	G
<i>Feedback</i> visual	E
1.4.2. Subir temperatura un nivel ( <i>Level 2</i> )	9, S, E
1.4.2.1. Deslizar dedo sobre pantalla “ <i>Induction Hob Left</i> ” (hacia arriba)	9, S, E
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Power Level 2</i> ”	G
<i>Feedback</i> auditivo	10
<i>Feedback</i> visual luminoso (en la placa)	9
1.4.2.2. Confirmar operación de aumentar temperatura	9
1.4.2.2.1. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o el tacto	9
1.4.2.2.2. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)	9
<i>Feedback</i> auditivo	10
<i>Feedback</i> visual	9, E
1.4.3. Bajar temperatura un nivel ( <i>Level 2</i> )	9, S, E

<b>Tareas</b>	<b>Elementos de la interfaz</b>
1.4.3.1. Deslizar dedo sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> " (hacia abajo)	9, S, E
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Power Level 2</i> "	G
<i>Feedback</i> auditivo	10
<i>Feedback</i> visual luminoso (en la placa)	9
1.4.3.2. Confirmar operación de disminuir temperatura	9
1.4.3.2.1. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o el tacto	9
1.4.3.2.2. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)	9
<i>Feedback</i> auditivo	10
<i>Feedback</i> visual	9, E
1.5. Regular el temporizador	9, 10, E, F, G, S, DT
1.5.1. Seleccionar " <i>Timer Configuration</i> "	S, DT, E, F
1.5.1.1. Localizar " <i>Timer Configuration</i> "	S, E
1.5.1.1.1. Deslizar el dedo sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> "	S, E
<i>Feedback</i> visual	E
<i>Feedback</i> auditivo "Heating Zone Switch Off"	G
1.5.1.1.2. Deslizar el dedo sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> "	S, E
<i>Feedback</i> visual	E
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Timer Configuration</i> "	G
1.5.1.2. Confirmar selección haciendo doble clic sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> "	DT, E, F
<i>Feedback</i> visual	F
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Zero Adjustable</i> " (00:00)	G
1.5.2. Establecer tiempo de cocción	9, S, DT, F
1.5.2.1. Definir tiempo de cocción deslizando dedo sobre pantalla " <i>Timer One</i> " (hacia arriba)	S, F
<i>Feedback</i> visual	F

Tareas	Elementos de la interfaz
<i>Feedback</i> auditivo “Zero, one, zero” (00:01)	G
1.5.2.2. Confirmar tiempo de cocción	9, DT, F
1.5.2.2.1. Doble clic sobre pantalla “ <i>Timer One</i> ”	DT, F
<i>Feedback</i> auditivo	10
<i>Feedback</i> visual luminoso (en la placa)	9
1.5.2.2.2. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o tacto	9
1.5.2.2.3. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)	9
<i>Feedback</i> auditivo	10
<i>Feedback</i> visual	9

- Paso 2.3: Identificación de capacidades demandadas

Para identificar las capacidades demandadas por la interfaz de la placa de cocción del CS, primero, se selecciona la herramienta que se usará para la estimación de la exclusión. En este caso de estudio se usará INKLUGI (DBZ-MU, 2018).

Después, se han añadido a la Tabla 7.14 tantas columnas como ítems tiene la clasificación de capacidades de INKLUGI formando de este modo la matriz tareas principales vs. capacidades de la Tabla 7.15. Una vez formada la matriz se ha ido fila por fila indicando que ítems son demandados para realizar cada tarea. Por ejemplo, para “Puesta en marcha de la aplicación móvil” son requeridos los ítems V1 (leer la letra pequeña de un periódico), A1 (oír sonidos fuertes), C4 (comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos), C6 (llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda), M2 (mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión), D1 (levantar o transportar algo con las manos o brazos) y D3 (manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión). En la Tabla D.2 del Anexo D: Matrices tareas vs. capacidades caso de estudio 3 y 5 se puede ver la matriz completa.

**Tabla 7.15:** Matriz tareas principales vs. capacidades de la interfaz de la placa de cocción del CS

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción	9, 10, A, B, C, D, E, F, G, S, DT	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.1 Puesta en marcha de la aplicación móvil	10, A, DT	•	•			•	•		•	•	•
1.2 Vincular aplicación a la placa	A, B, G, DT	•		•	•	•	•		•	•	•
1.3 Encender placa	A, C, D, G, S, DT	•		•	•	•	•		•	•	•
1.4 Regular temperatura	9, 10, D, E, G, S, DT	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.5 Regular el temporizador	9, 10, E, F, G, S, DT	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Nota: para una mejor lectura se muestran solo los ítems demandados.

Tras completar la matriz identificando las capacidades demandadas para la interacción con la placa de cocción del CS se obtienen los primeros resultados de la evaluación de la accesibilidad:

**Consideraciones generales:**

- Todas las capacidades son demandadas para la interacción con la interfaz, pero no todos los ítems (Tabla 7.15). Así, en cuanto a visión el ítem demandado es: (V1) leer la letra pequeña de un periódico; en cuanto a audición: (A1) oír sonidos fuertes y (A2) oír una conversación con varias personas; en cuanto a cognición: (C2) comprender lo que dicen otras personas, (C4) comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos, (C6) llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda y (C7) llevar a cabo tareas complejas sin ayuda; en cuanto a movilidad: (M2) mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión; y en cuanto a destreza: (D1) levantar o transportar algo con las manos o brazos y (D3) manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión.
- Se combina en todo momento el uso de la aplicación con la interacción directa con la placa tiflotécnica. Así, a través de la app se regulan los parámetros y a través de la placa se confirman.

- La secuencia de tareas usada para la regulación de los parámetros sufre pequeñas variantes según la acción a realizar. Por ejemplo, es suficiente con confirmar en la placa la subida y bajada de temperatura, en cambio, para establecer el tiempo de cocción es necesario confirmarlo tanto en la aplicación como en la placa.
- Se simplifica de manera considerable la interacción directa con la placa, reduciéndola al uso de un único atributo (el número 9), es decir, no es necesario usar el control táctil estándar de la placa de cocción para la interacción con esta.
- Todos los *feedbacks* son tanto auditivos como visuales ofreciendo una doble opción sensorial. Sin embargo, se cree que sería posible obtener un *feedback* háptico a través del móvil. Así, se consigue ampliar el *target* de personas usuarias y en consecuencia reducir la exclusión.

#### **Por capacidades:**

- **Visión**

Es necesaria solamente la visión de cerca en el caso de usar la interfaz gráfica. Sin embargo, se sabe que es posible interactuar con la placa de cocción del CS sin hacer uso de la visión.

- **Audición**

A nivel auditivo INKLUGI distingue dos niveles, la audición de sonidos con respecto a la audición de una conversación. Basándose en esto, se diferencia la demanda auditiva de los *feedbacks* según su tipología, un pitido o una frase. Existen los dos tipos de *feedbacks* en la interacción con la placa tiflotécnica, no hay que olvidar que interesa cuidar en especial los *feedbacks* auditivos para posibilitar y facilitar tanto su audición como su comprensión.

- **Cognición**

Las subtareas individuales son sencillas, pero en su conjunto la demanda cognitiva para la interacción es considerable. La combinación de la aplicación con la placa física para la interacción hace que sea necesario interiorizar su funcionamiento. Los *feedbacks* auditivos no indican los pasos a seguir.

*Double Tap (DT)* y *Swipe (S)* son los dos comandos que se usan para la interacción con la app. *DT* corresponde a realizar un doble toque con el dedo y *S* a deslizar el dedo sobre la pantalla del móvil. Sin embargo, se aprecian pequeñas incoherencias en su uso, por ejemplo, la activación de las funciones de *On/Off* y *Connected/Disconnected*. Conceptualmente son muy

parecidas, pero las interacciones o comandos empleados son diferentes para cada uno de los casos. Para la función de *On/Off* se emplea el comando *Swipe (S)* y para la función *Connected/Disconnected* en cambio, *Double Tap (DT)*.

Las incoherencias en las funciones de la aplicación como *On/Off* y *Connected/Disconnected*, que conceptualmente son muy parecidas, pero se accionan con comandos diferentes, *Swipe (S)* y *Double Tap (DT)* respectivamente, tienen como resultado un aumento de la carga cognitiva. Pasa lo mismo con las diferencias en la secuencia de tareas.

- **Movilidad**

Para interactuar con la placa de cocción del CS es necesario mantener el cuerpo en la misma posición y cerca de la placa debido, en parte, a la legislación vigente.

- **Destreza**

La necesidad de interactuar tanto con la placa como con la aplicación móvil hace necesario el uso de ambas manos tanto para levantar y transportar el móvil como para manipular objetos pequeños. Se podría dar solución al uso de ambas manos pudiendo apoyar la aplicación o interactuando con ella a través de la voz.

### Fase 3: Estimación de exclusión

En esta fase se ha aplicado el paso 3.1 de INKLUGI PRO.

- Paso 3.1: Estimación de la exclusión

Cogiendo como base la matriz tareas vs. capacidades (Tabla 7.15) se ha procedido al cálculo de la tasa de exclusión con la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018). La tasa de exclusión calculada con INKLUGI nos muestra el porcentaje de población española que tendrá dificultad o no podrá interactuar con la interfaz de la placa de cocción del CS analizada.

Para estimar la exclusión, en primer lugar, se ha señalado el nombre del producto, placa de cocción del CS, y las 4 primeras tareas principales de la columna de tareas de la matriz (Tabla 7.15): (i) puesta en marcha de la aplicación móvil, (ii) vincular aplicación a la placa, (iii) encender placa, y (iv) regular temperatura. Después, se procede con la estimación de la exclusión respondiendo las preguntas que INKLUGI realiza. Ante estas preguntas, se ha respondido SI en los ítems demandados de las capacidades y NO en los no demandados por cada una de las 4 tareas indicadas. Así, por ejemplo, a la

pregunta “¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a leer la letra pequeña de un periódico?” (DBZ-MU, 2018) se ha respondido SI en las cuatro tareas o a la pregunta “¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a oír una alarma, una sirena u otros sonidos fuertes sin audífono u otro tipo de ayuda técnica externa para oír?” (DBZ-MU, 2018) se ha respondido SI en la tarea “puesta en marcha de la aplicación móvil” y “regular temperatura” y NO en el resto de las tareas señaladas tal y como se indica en la matriz tarea vs. capacidades (Tabla 7.15). Se obtiene como resultado de este proceso la tasa de exclusión correspondiente a las 4 tareas señaladas. Se repite este proceso señalando la tarea principal restante y la tarea general de la matriz tareas vs. capacidades (Tabla 7.15): (v) regular el temporizador y (vi) regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción. De esta segunda ronda se obtiene como resultado la tasa de exclusión correspondiente a la última tarea principal indicada y al uso de la placa de cocción del CS en general.

En este caso, además, sabiendo que la placa puede ser usada por personas ciegas se ha estimado la exclusión por segunda vez considerando que la visión no es requerida para la interacción con la placa. Para ello, se ha repetido el proceso explicado en el párrafo previo respondiendo NO en las preguntas correspondientes a la visión. Para el resto de las preguntas se ha seguido lo indicado en la matriz tareas vs. capacidades de la placa de cocción del CS (Tabla 7.15).

Así, en la Tabla 7.16, se muestran los resultados de la estimación de la exclusión de la tarea general y de las tareas principales considerando la demanda de visión y, en la Tabla 7.17, sin considerar la demanda de visión. En el primer caso, considerando la demanda visual, la interfaz de la placa de cocción del CS excluye a un total de 3.198.869 personas españolas para su uso, es decir, un 7,27 % de la población española. De las tareas analizadas, la tarea de “puesta en marcha de la aplicación móvil” es la que excluye a menos personas, a un 6,21 %. Al contrario, las tareas “regular temperatura” y “regular el temporizador” son las que más personas excluyen, a un 7,27 %. Entre las tareas más excluyentes y las menos excluyentes hay una diferencia de 465.387 personas. Esto significa que hay 465.387 personas que pueden poner en marcha la aplicación móvil, pero tendrán dificultades o no podrán regular la temperatura o regular el temporizador en la placa de cocción del CS. En el segundo caso, sin considerar la demanda visual, la interfaz de la placa de cocción del CS excluye a un total de 2.865.710 personas españolas para su uso, es decir, un 6,51 % de la población española.

Así, que la placa pueda usarse independientemente a la capacidad visual incluye para su uso a 333.159 personas. Con tasas de exclusión menores son las mismas tareas las menos excluyentes y las más excluyentes.

**Tabla 7.16:** Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción del CS según las principales tareas de uso considerando la demanda de visión

Tareas	Elementos de la interfaz	Personas excluidas	% de personas excluidas
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción	9, 10, A, B, C, D, E, F, G, S, DT	3.198.869	7,27 %
1.1 Puesta en marcha de la aplicación móvil	10, A, DT	2.733.482	6,21 %
1.2 Vincular aplicación a la placa	A, B, G, DT	3.118.129	7,09 %
1.3 Encender placa	A, C, D, G, S, DT	3.118.129	7,09 %
1.4 Regular temperatura	9, 10, D, E, G, S, DT	3.198.869	7,27 %
1.5 Regular el temporizador	9, 10, E, F, G, S, DT	3.198.869	7,27 %

En la Tabla 7.18 se muestra el nivel de exclusión desglosado por capacidades considerando la demanda visual, es decir, el nivel de exclusión dado en el uso de la interfaz de la placa de cocción del CS debido a la demanda de cada capacidad en particular. En la tabla se puede ver la tasa total de exclusión por capacidades y el número de personas españolas y el porcentaje de la población española que no podrá, tendrá mucha dificultad o tendrá algo de dificultad para usar la placa de cocción del CS por capacidades. Así, la demanda de destreza es la que supone una mayor tasa de exclusión, un 3,50 %, y la demanda de cognición la que supone una menor tasa de exclusión, un 1,51 %, (Tabla 7.18). Asimismo, es la destreza la que tiene una mayor tasa de exclusión en cada uno de los grupos: no puede usarlo 1,12 %, mucha dificultad 1,26 % y algo de dificultad 1,11 %. A la hora de considerar la exclusión por capacidades haciendo uso de la placa de cocción del CS sin visión la única diferencia radica en las tasas de exclusión debidas a la demanda visual. En este caso la exclusión dada por la demanda de visión se reduciría a 0 manteniéndose los valores para el resto de las capacidades.

**Tabla 7.17:** Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción del CS según las principales tareas de uso sin considerar la demanda de visión

Tareas	Elementos de la interfaz	Personas excluidas	% de personas excluidas
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción	9, 10, A, B, C, D, E, F, G, S, DT	2.865.710	6,51 %
1.1 Puesta en marcha de la aplicación móvil	10, A, DT	2.341.982	5,32 %
1.2 Vincular aplicación a la placa	A, B, G, DT	2.776.109	6,31 %
1.3 Encender placa	A, C, D, G, S, DT	2.776.109	6,31 %
1.4 Regular temperatura	9, 10, D, E, G, S, DT	2.865.710	6,51 %
1.5 Regular el temporizador	9, 10, E, F, G, S, DT	2.865.710	6,51 %

**Tabla 7.18:** Personas excluidas por la placa de cocción del CS por capacidades considerando la demanda visual

Capacidad	Total	No pueden usarlo	Mucha dificultad	Algo de dificultad
Visión	1,69 %	0,56 %	0,65 %	0,48 %
	742.881	244.228	285.518	213.135
Audición	2,51 %	0,46 %	1,03 %	1,03 %
	1.106.465	202.270	452.516	451.680
Cognición	1,51 %	0,73 %	0,41 %	0,38 %
	666.320	321.458	178.365	166.496
Movilidad	2,63 %	0,54 %	1,08 %	1,01 %
	1.157.952	236.538	475.584	445.829
Destreza	3,50 %	1,12 %	1,26 %	1,11 %
	1.540.091	494.808	555.322	489.961
Total	7,27%	2,39%	2,67%	2,21%
	3.198.869	1.051.969	1.175.337	971.563

Habiendo analizado la accesibilidad de la placa de cocción del CS y considerando las tendencias del mercado de las placas de cocción se ha definido el *brief* de diseño. En este caso no se ha hecho uso de INKLUDIRE para la definición de las directrices.

### **Brief**

El rediseño de la interfaz de la placa de cocción del CS deberá disminuir el porcentaje de personas excluidas para que pueda ser operable, es decir, identificable, comprensible y alcanzable por una mayor cantidad de personas y facilite la interacción con la misma. Para ello, la principal medida que se adoptará será la eliminación de la app para la interacción con la placa y se promoverá que la interfaz de la propia placa pueda ser usada sin hacer uso de la visión.

Asimismo, se marcan los siguientes objetivos:

- Reducir la exclusión derivada de la demanda de capacidades para la interacción de la placa tiflotécnica para que presente un nivel de exclusión total menor del 6,5%.
- Mantener la posibilidad de interactuar con la placa sin hacer uso de la visión, es decir, mantener en un 0% la exclusión derivada de la demanda de la visión.
- Reducir de un 1,70% a un 1,40% la exclusión derivada de la demanda cognitiva para la tarea de regular temperatura.
- Hacer que no sea necesario el uso de ambas manos para una interacción ágil reduciendo la tasa de exclusión debido a la destreza.

Además, deberá tener en cuenta las tendencias en interfaces actuales y cumplir con las siguientes características:

- Los controles estarán ubicados en la parte frontal de la placa.
- Dispondrá de un avisador acústico.
- Dispondrá de la opción de modo silencioso.
- Dispondrá de 9 niveles de cocción.
- Dispondrá de un indicador del estado encendido de la placa.
- Sus dimensiones serán las siguientes: alto, ancho, fondo (mm): 51 x 592 x 522.

El control de la placa dispondrá de las siguientes funciones:

- Función memoria, pudiendo recuperar de forma inmediata los datos de ajustes de potencia y funciones con las que se estaba cocinando antes del apagado accidental de la placa.
- Función pausa.

- Programación del tiempo de cocción e indicador del tiempo de cocinado restante, hasta 99 minutos.

En cuanto a la seguridad, ofrecerá las siguientes funciones:

- Bloqueo permanente, activable una vez la placa este apagada.
- Auto desconexión, esto implica que cada potencia tendrá definido un tiempo máximo de funcionamiento y si este se superase, la zona de cocción se desconectaría.

Una vez definido el *brief* como resultado de la fase de exploración se da paso a la ideación.

### 7.2.3.2 Ideación

Para realizar la ideación y definir una interfaz accesible que cumpla con las especificaciones del *brief*, se ha dividido la ideación en dos partes: (i) ideación de la estructura de la placa y (ii) ideación de los elementos de control.

Para la ideación de estas dos partes se ha recurrido a la matriz tareas vs. capacidades de la placa de cocción del CS (Tabla D.2 del Anexo D: Matrices tareas vs. capacidades caso de estudio 3 y 5) para identificar qué capacidades principales impactan en cada una de ellas y se ha guiado la ideación con las directrices de diseño accesible INKLUDIRE. También se ha considerado la capacidad háptica que no se contempla en la matriz mencionada y sí tiene su grupo de directrices INKLUDIRE. Así, se han propuesto diferentes ideas con el fin de poder seleccionar posteriormente el conjunto de elementos de interfaz más accesible posible. Para la ideación de cada apartado se han considerado los grupos y subgrupos de directrices de diseño accesible INKLUDIRE que mejor se ajustan a cada elemento considerando las capacidades en las que inciden, por ejemplo, para la ideación de los elementos visuales se han considerado las directrices del subgrupo “línea de visión” perteneciente al grupo visión. En los siguientes apartados se recoge el resultado de la ideación.

#### **Ideación de la estructura de la placa**

La estructura de la placa se refiere a la composición general de los fogones y el centro de mandos (o el cuadrante donde se recogen los elementos de control). Las capacidades demandadas por la estructura de la placa son la visión, la cognición, la destreza y el tacto (Tabla 7.15). Teniendo en cuenta las capacidades demandadas por la estructura de la placa, se recurre a los grupos de las directrices generales INKLUDIRE correspondientes a dichas capacidades y se seleccionan los subgrupos de directrices que se aplicarán a la hora de idear la estructura de la placa. En la Tabla 7.19 se pueden

ver los grupos, subgrupos y directrices generales INKLUKIRE que se consideran para la ideación de la estructura de la placa. Así, para minimizar la demanda de visión se ha considerado del grupo de visión de las directrices generales INKLUKIRE 4 subgrupos: (i) multimodal, (ii) perceptible en el contexto, (iii) forma y orientación distintivas y (iv) puntos de referencia distinguibles. Para minimizar la demanda de cognición se han considerado 5 subgrupos del grupo de cognición: (i) multimodal, (ii) información de apoyo, (iii) fácil de entender, (iv) familiaridad y (v) disposición. Para minimizar la demanda de destreza se han considerado 2 de los subgrupos del grupo de destreza: (i) facilidad de uso y (ii) esfuerzo físico. Por último, también se han considerado 2 subgrupos del grupo de tacto: (i) multimodal y (ii) puntos de referencia.

**Tabla 7.19:** Grupos, subgrupos y directrices generales INKLUKIRE tenidas en cuenta para la ideación de la estructura de la placa de cocción

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz general INKLUKIRE</b>
Visión	Multimodal	Se proporcionará toda la información visual importante, como controles e indicadores, de forma auditiva y/o táctil.  Además del control visual, se proporcionarán diferentes opciones de control, por ejemplo, por voz o táctil.
	Perceptible en el contexto	La información visual deberá ser perceptible en su contexto de uso.
	Forma y orientación distintiva	La orientación, la forma y la posición de los controles deberá ser significativa.
	Puntos de referencia distinguibles	Los puntos de referencia de los controles serán fácilmente distinguibles de forma visual y táctil.
Cognición	Multimodal	Presentar la información simultáneamente de tantas formas como sea posible (visual, auditiva y táctil).  Además del modo de funcionamiento por voz, se proporcionarán modos alternativos de control (por ejemplo, visual, audible o táctil).
	Información de apoyo	Mostrará la suficiente información para evitar el tener que retener la información en la memoria.
	Fácil de entender	El orden y la secuencia de las tareas se flexibilizará y simplificará para facilitar su uso.
	Familiaridad	La interacción con un producto será coherente con productos similares y tendrá en cuenta la experiencia de las personas usuarias.

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz general INKLUDIRE</b>
	Disposición	La disposición de los controles será lógica y fácil de entender.
Destreza	Facilidad de uso	Tendrá en cuenta las características físicas de la persona usuaria (tamaño, diversidad funcional...) y la disposición de los elementos de control para proporcionar una interacción fácil de usar.
	Esfuerzo físico	Se reducirá la carga de trabajo físico y destreza necesaria al mínimo garantizando la seguridad de uso y minimizando el alcance y la fuerza requerida.
Tacto	Multimodal	Se proporcionará toda la información auditiva importante también de forma visual y/o auditiva.  Además del modo de funcionamiento táctil, se proporcionarán modos alternativos de control (por ejemplo, por voz o visual).
	Puntos de referencia	Se usarán puntos y barras de referencia para distinguir las principales funciones y facilitar su identificación táctilmente.

Además, teniendo presente que la estructura de la placa debe de ser identificable, comprensible y alcanzable se ha procedido a definir los siguientes 2 puntos con ayuda de las directrices específicas INKLUDIRE: (i) geometría y tamaño de los fogones y (ii) posición de los fogones y el centro de mandos.

- Geometría y tamaño de los fogones

En la Tabla 7.20 se muestran los grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE usadas para definir la geometría y el tamaño de los fogones. Así, se han considerado las directrices correspondientes a los subgrupos de “línea de visión” y “forma” del grupo de visión y a los subgrupos de “punto de referencia” y “patrones de interacción” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

De esta forma, para definir la geometría que delimita la zona del fogón donde se colocarán las ollas y sartenes entre otros se ha tenido en cuenta que esta delimitación pueda ser perceptible tanto antes de colocar la olla como después de haberla colocado, es decir, que el utensilio de cocina que se posiciones sobre esta zona no interrumpa la línea de visión del fogón y que a su vez permita palparla para identificar si la posición de la olla es correcta mediante el tacto.

Además, se ha marcado el centro de cada fogón, para que la persona usuaria disponga de un punto de referencia a la hora de colocar la olla sobre este. (Figura 7.7)

En cuanto al tamaño, se han considerado los tamaños estándares identificados en el análisis de mercado. Los diámetros más comunes para los fogones son 15, 21 y 32 cm siendo este último diámetro empleado para cobijar un fogón más pequeño, comúnmente de 15 cm. Estos tamaños de fogones apoyan la familiaridad de la persona usuaria y el hecho de que, al ser las dimensiones más comunes, la mayoría de las personas usuarias dispondrán de utensilios de cocina que se adapten a estos tamaños. Sin embargo, en lugar de centrar el diseño únicamente en estos diámetros, se han propuesto otras ideas, principalmente con la idea de que la placa implementase una zona de *FlexInducción*, facilitando una mayor zona de cocción además de la comodidad que aporta no tener que colocar la olla en un sitio en concreto.

**Tabla 7.20:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUKIRE tenidas en cuenta para definir la geometría y el tamaño de los fogones

Grupo	Subgrupo	Directrices específicas INKLUKIRE
Visión	Línea de visión	Se mantendrá sin obstáculos la línea de visión.
	Forma	Formas de controles asociadas a sus funciones.
Cognición	Punto de referencia	Marcar de forma táctil los puntos de referencia.
	Patrones de interacción	Usar diseños y patrones comunes para los controles.

- Posición de los fogones y el centro de mandos

En la Tabla 7.21 se muestra el grupo, el subgrupo y las directrices específicas INKLUKIRE usadas para definir la posición de los fogones y el centro de mandos. Así, se han considerado las directrices correspondientes al subgrupo de “alcance cómodo” del grupo de destreza de las directrices específicas INKLUKIRE.

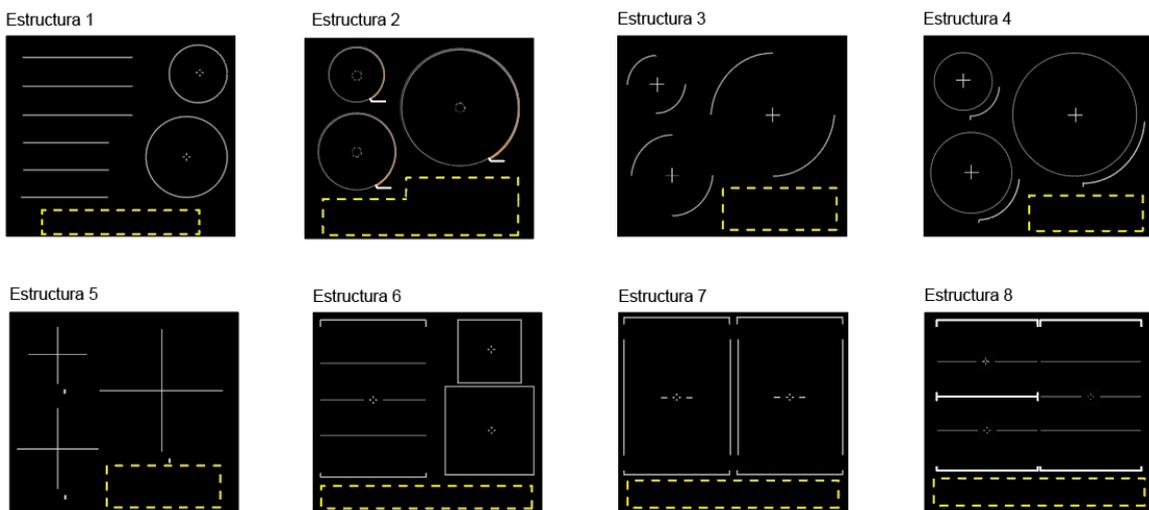
La posición de los fogones y el centro de mandos se encuentran sujetas a la demanda de destreza. El centro de mandos es la zona de la interfaz con la que más se interactúa, por lo tanto, para aportar facilidad de uso y reducir el esfuerzo físico a realizar a la hora de interactuar con la placa es importante posicionarlo

adecuadamente, considerando tanto a las personas usuarias diestras como zurdas y a todos aquellos con alguna limitación física.

**Tabla 7.21:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUKIDIRE tenidas en cuenta para definir la posición de los fogones y el centro de mandos

Grupo	Subgrupo	Directriz específica INKLUKIDIRE
Destreza	Alcance cómodo	Proporcionar un alcance cómodo de todos los componentes.  Proporcionar un alcance delantero sin obstáculos.

Con todo ello, se han propuesto, por un lado, varias geometrías y tamaños de fogones, por otro lado, diferentes posiciones para los fogones y el centro de mandos (marcado con un recuadro amarillo de rayas discontinuas). En la Figura 7.7 se muestran las 8 propuestas para la estructura de la placa. Por ejemplo, la estructura 1 combina una zona de *FlexInducción*, en la zona izquierda de la placa, con dos fogones, en la zona derecha, delimitados con círculos y marcados sus centros con una cruz. El centro de mandos se posiciona en la zona frontal de la placa. Así, se combinan diferentes geometrías y tamaños en las 8 propuestas manteniendo la posición frontal del centro de mandos en todas ellas.



**Figura 7.7:** Propuestas para la estructura de la placa

### Ideación de los elementos de control

Las capacidades demandadas por los elementos de control (Tabla 7.13, Tabla 7.14, Tabla 7.15, Figura 7.5 y Figura 7.6) de la placa son la visión, el tacto, la cognición y la destreza. Teniendo en cuenta las capacidades demandadas por los elementos de

control de la placa, se recurre a los grupos de las directrices generales INKLUDIRE correspondientes a dichas capacidades y se seleccionan los subgrupos de directrices que se aplicarán a la hora de idear los elementos de control. En este caso serán los mismo que los usados para la ideación de la estructura de la placa (Tabla 7.19).

Además, teniendo presente que los elementos de control de la placa deben ser identificables, comprensibles y alcanzables se ha procedido a definir estos teniendo en cuenta también las directrices específicas INKLUDIRE.

Para idear y definir los elementos de control se han considerado las siguientes partes: (i) los tipos de control que pueden incluirse en una placa, (ii) los iconos de los elementos de control, (iii) la disposición de los elementos de control, (iv) la disposición de los puntos, barras y símbolos táctiles y (v) la disposición de las luces indicadoras.

- Tipos de control

En la Tabla 7.22 se muestran los grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE usadas para definir los elementos de control. Así, se ha considerado la directriz correspondiente al subgrupo de “patrones de interacción” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.22:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir los elementos de control

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz específica INKLUDIRE</b>
Cognición	Patrones interacción	de Usar diseños y patrones comunes para los controles.

Resulta esencial que los elementos con los que se controlen las diferentes funciones de la placa, independientemente del tipo de control que sean, hagan uso de patrones de interacción comunes para que la persona usuaria acceda a usarlos de manera intuitiva. Este será un punto para tener en cuenta a la hora de elegir entre las diferentes tipologías de control que se podrían implementar en una placa: dial, doble dial (un dial sobre otro), control táctil común, ruleta, pantalla táctil, rastreo visual, control por voz, control remoto desde un dispositivo externo o control remoto desde una aplicación móvil.

- Diseño de los iconos de los elementos de control

En la Tabla 7.23 se muestran los grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE usadas para definir los elementos de control. Así, se han

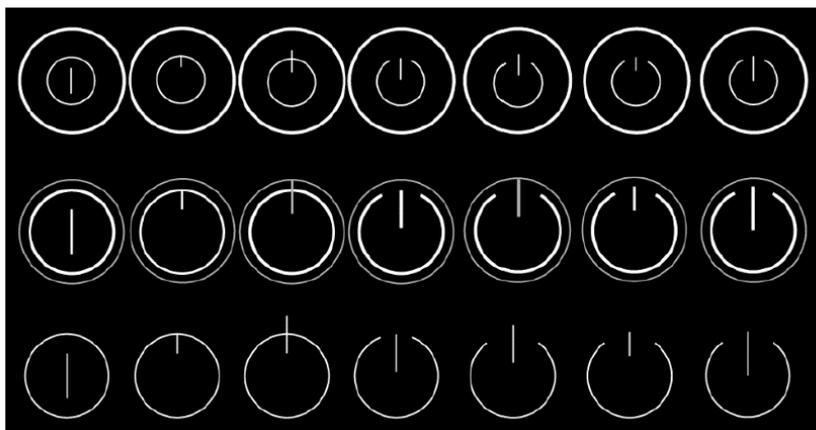
considerado las directrices correspondientes a los subgrupos de “tamaño” y “contraste” del grupo de visión y a los subgrupos de “patrones de interacción” y “punto de referencia” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

Los iconos son elementos visuales, por lo tanto, deben ser perceptibles en el contexto y deben tener una forma distintiva. Además, deben ser fáciles de entender y resultarles familiares a las personas usuarias. Para las personas que hagan uso de la visión a la hora de interactuar con la placa es importante que estos iconos representes claramente lo que cada elemento controla.

**Tabla 7.23:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir los iconos de los elementos de control

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz específica INKLUDIRE</b>
Visión	Tamaño	Hay que asegurar de que los elementos tengan un tamaño adecuado.  Usar el tamaño de los elementos para determinar su jerarquía.  Tener en cuenta el rango recomendado de la relación entre anchura y altura.  Respetar las recomendaciones de la proporción del relieve.
	Contraste	Proporcionar un alto contraste visual entre elementos.
Cognición	Patrones de interacción	Usar diseños y patrones comunes para los controles.
	Puntos de referencia	Marcar de forma táctil los puntos de referencia.

Se han ideado diferentes ilustraciones para cada uno de los elementos de control: bloqueo/desbloqueo, encendido/apagado, *booster*, posición del fogón, nivel de temperatura, temporizador y aumento/disminución. Un ejemplo de ello es la Figura 7.8 donde se muestran las ilustraciones creadas para el icono de encendido/apagado.



**Figura 7.8:** Propuestas para el icono de encendido/apagado

- Disposición de los elementos de control

En la Tabla 7.24 se muestran los grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUKIRE usadas para definir la disposición de los elementos de control en el centro de mandos. Así, se han considerado las directrices correspondientes a los subgrupos de “línea de visión”, “contraste” y “organización” del grupo de visión y a los subgrupos de “patrones de interacción” y “punto de referencia” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUKIRE.

**Tabla 7.24:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUKIRE tenidas en cuenta para definir la disposición de los elementos de control

Grupo	Subgrupo	Directriz específica INKLUKIRE
Visión	Línea de visión	Se mantendrá sin obstáculos la línea de visión.
	Contraste	Proporcionar un alto contraste visual entre elementos.
	Organización	Se considerarán la posición, la orientación y la disposición de la información visual.
Cognición	Patrones de interacción	de Usar diseños y patrones comunes para los controles.
	Puntos de referencia	Marcar de forma táctil los puntos de referencia.

Para la disposición de los elementos de control en el centro de mandos es importante la familiaridad, manteniendo un orden de uso de los elementos, así como, una disposición acorde a los patrones de interacción comunes aceptados.

- Disposición de puntos, barras y símbolos táctiles

En la Tabla 7.25 se muestran los grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE usadas para definir la disposición de los puntos, barras y símbolos táctiles. Así, se han considerado las directrices correspondientes a los subgrupos de “disposición” y “ubicación” del grupo de tacto de las directrices específicas INKLUDIRE.

En cuanto a los símbolos detectables táctilmente, es recomendable posicionarlos sobre los mandos, tal y como se menciona en las directrices concretas del grupo Tacto.

**Tabla 7.25:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la disposición de puntos, barras y símbolos táctiles

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz específica INKLUDIRE</b>
Tacto	Disposición	Proporcionar una disposición adecuada de los diferentes elementos táctiles.
	Ubicación	Preferiblemente ubicar los puntos y barras táctiles sobre los mandos.

- Disposición de luces indicadoras

En la Tabla 7.26 se muestran los grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE usadas para definir la disposición de las luces indicadoras. Así, se han considerado las directrices correspondientes a los subgrupos de “organización”, “contraste” y “línea de visión” del grupo de visión de las directrices específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.26:** Grupos, subgrupos y directrices específicas INKLUDIRE tenidas en cuenta para definir la disposición de luces indicadoras

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz específica INKLUDIRE</b>
Visión	Organización	Se considerarán la posición, la orientación y la disposición de la información visual.
	Contraste	Proporcionar un alto contraste visual entre elementos.  Posibilitar el ajuste del contraste.
	Línea de visión	Se mantendrá sin obstáculos la línea de visión.

Al igual que los símbolos detectables táctilmente, es recomendable posicionar las luces indicadoras junto a lo que indican. En algunos casos, como en los controles “Pop up”, los propios elementos emergen del teclado en forma de luz, accionándose únicamente cuando se requieren. Así, se consigue también guiar a la persona usuaria en los pasos que tiene que dar durante la interacción.

Teniendo en cuenta las directrices específicas mencionadas para cada elemento de control, se han ideado 8 conceptos de placas de cocción. Para ello, se han combinado las diferentes ideas propuestas con el objetivo de obtener el conjunto de elementos que resulte lo más accesible posible. Las siguientes 3 características son comunes en los 8 conceptos:

1. 3 zonas de cocción.
2. Control situado en la parte delantera de la placa para facilitar el alcance.
3. Control tipo “*Pop up*” que emerge de la placa en forma de luz mostrando únicamente lo esencial en cada paso para guiar a la persona usuaria en los pasos a seguir en el proceso de uso de la placa.

Cada concepto se ha ilustrado y se ha complementado con una breve explicación de su funcionamiento. Se han recortado las ilustraciones de los conceptos de manera que se vea únicamente el centro de mandos, ya que esta es la parte de la placa con la que más se interactúa y la que se necesita visualizar para comprender su funcionamiento. A continuación, se describen los 8 conceptos.

### **Concepto 1**

En la Figura 7.9 se muestra el centro de mandos del concepto 2. Cada una de las 3 zonas de cocción tiene su propio botón de encendido/apagado, control de potencia y temporizador independiente. La Figura 7.9 muestra el control “*pop up*” centrado en la zona delantera de la placa donde se ven las tres zonas de control de los tres fogones y las opciones de pausa, bloqueo y audio generales de la placa. Con este tipo de control, se consigue que los diferentes controles emerjan de la placa según se avanza en su uso, guiando a la persona usuaria en los pasos a seguir para accionar la placa. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.



Figura 7.9: Concepto 1

### Concepto 2

En la Figura 7.10 se muestra el centro de mandos del concepto 2. Cada una de las 3 zonas de cocción tiene su propio botón de encendido/apagado, control de potencia y temporizador independiente. Implementa un control “pop up” centrado en la zona delantera de la placa. Como se aprecia en la Figura 7.10, cada indicador tiene su propio tipo de retroalimentación visual, además de un incremento de luminancia según se aumenta la potencia y el tiempo de cocción, para indicar visualmente el estado de cada fogón. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

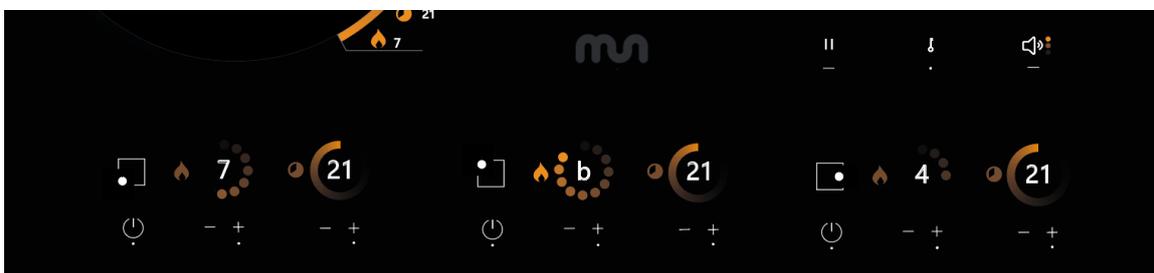


Figura 7.10: Concepto 2

### Concepto 3

En la Figura 7.11 se muestra el centro de mandos del concepto 3. Tiene un único botón de encendido para las tres zonas de cocción. Así como, un único *SliderControl*, visible en la Figura 7.11 y un temporizador que controlan los 3 fogones simplificando la interfaz, pero, a su vez, aumentando la posibilidad de activar un fogón por error. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

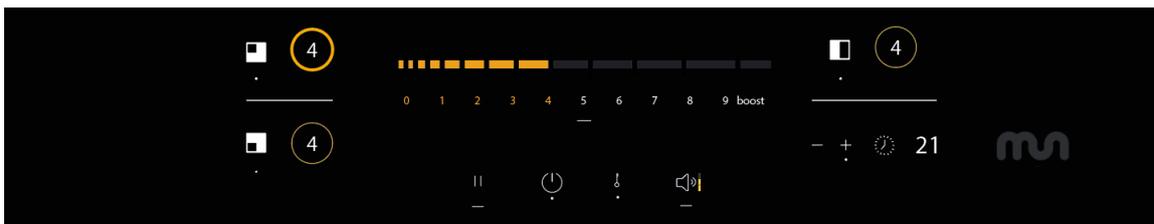


Figura 7.11: Concepto 3

### Concepto 4

En la Figura 7.12 se muestra el centro de mandos del concepto 4. Se caracteriza por la ruleta ubicada en el centro de mandos. A diferencia de otras placas accionadas con ruleta, ésta sirve para seleccionar el fogón deseado en lugar de seleccionar la potencia como se conoce comúnmente, lo que puede crear confusión. Para encender una zona de cocción, se debe posicionar la ruleta sobre la marca correspondiente a la zona deseada y pulsar la ruleta haciendo que dicha zona se encienda. Para el control de potencia y del temporizador se han implementado dos pequeñas palancas con las que se controlarían todos los fogones, presionando la palanca hacia delante se consigue un aumento y presionándola hacia uno mismo, una disminución, ya sea de potencia o de tiempo. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

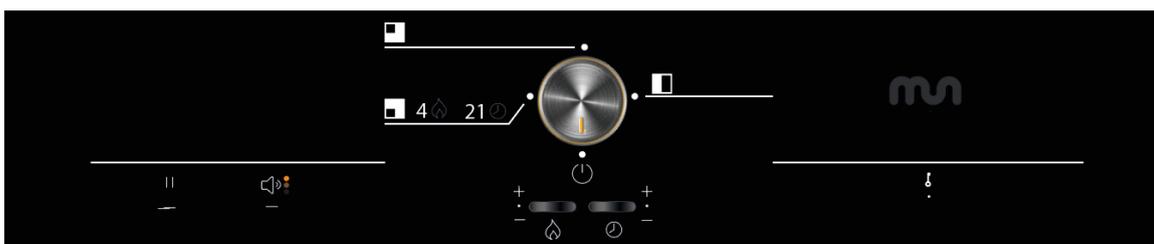


Figura 7.12: Concepto 4

### Concepto 5

En la Figura 7.13 se muestra el centro de mandos del concepto 5. El aspecto determinante de este concepto es el tipo de interacción táctil que emplean las personas invidentes en las aplicaciones móvil. Está interacción ha sido previamente analizada en la placa tiflotécnica y se basa en interactuar con la interfaz de las aplicaciones móviles u productos de apoyo mediante los gestos de interacción de “*Double tap*” y “*Swipe*”. En este caso, a diferencia de interactuar

con un móvil u aparato externo, se hace uso de la placa empleando estos gestos en su propia superficie. Para ello, el concepto tiene tres áreas táctiles, una por zona de cocción, que permite seleccionar mediante dichos gestos de interacción, la potencia y el tiempo de cocción de cada zona independientemente. Con esto se evita tener que usar un producto de apoyo y a su vez tener que pulsar un botón de aceptación como en la placa tiflotécnica, ya que la interacción se da sobre la propia placa. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

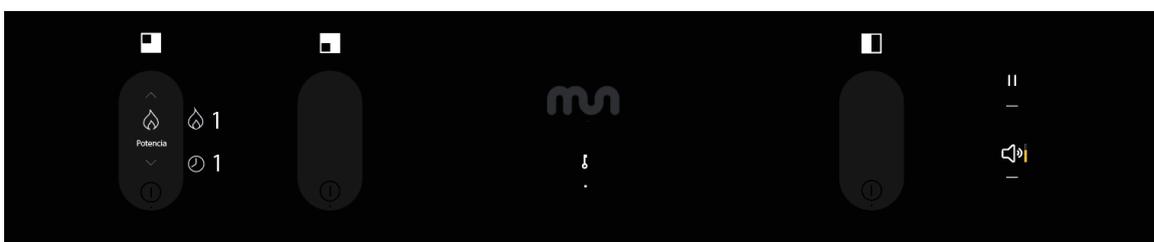


Figura 7.13: Concepto 5

### Concepto 6

En la Figura 7.14 se muestra el centro de mandos del concepto 6. Emplea el mismo tipo de interacción que el anterior, pero en lugar de tener un área táctil para controlar cada fogón, se controlan todos desde la misma área, desde donde se puede seleccionar el fogón deseado, su potencia y el tiempo de cocción. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

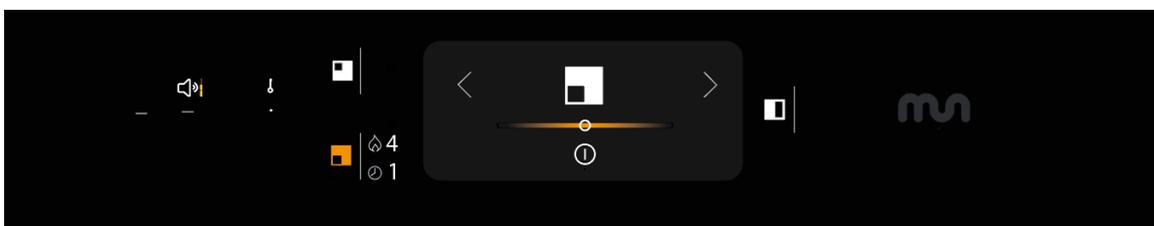


Figura 7.14: Concepto 6

### Concepto 7

En la Figura 7.15 se muestra el centro de mandos del concepto 7. Tiene un botón de encendido/apagado, un control de potencia y temporizador independiente para cada zona de cocción. Así como, un control deslizante de geometría circular para cada fogón, que se ilumina con más intensidad a medida que se aumentan tanto la potencia como el tiempo de cocción, para indicar a la persona usuaria el resultado de la acción realizada. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

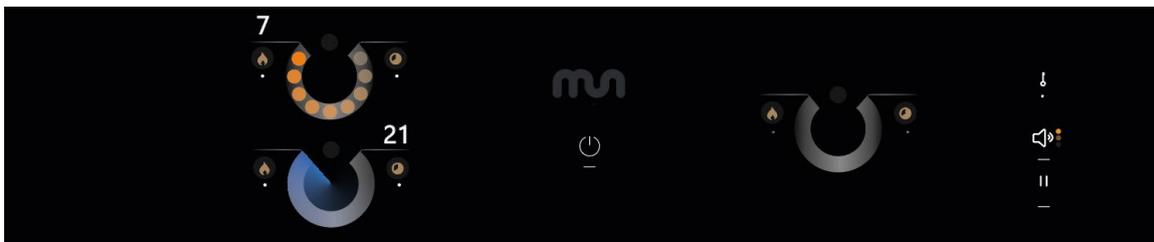


Figura 7.15: Concepto 7

### Concepto 8

En la Figura 7.16 se muestra el centro de mandos del concepto 8. Consta de tres ruletas en el centro de mandos. Cada ruleta tiene dos niveles (incorporando una ruleta sobre otra) estas sirven para seleccionar la potencia (ruleta inferior) y el tiempo de cocción (ruleta superior de radio menor) de cada uno de los fogones. Para encender una zona de cocción se debe pulsar sobre la ruleta de la zona deseada. Una vez encendida y definida la potencia deseada se podría pulsar una segunda vez para accionar el control del temporizador y poder seleccionar el tiempo de cocción. Al pulsar una tercera vez, queda definido el tiempo de cocción. Resulta destacable que se muestra la escala de niveles de potencia, así como, del temporizador y se puede observar su nivel máximo, pudiendo servir de guía para la persona usuaria. Para apagar dicha zona, solo haría falta volver a pulsar sobre la ruleta. Incorpora la función pausa y función memoria, además de la opción de bloqueo de seguridad. Aporta retroalimentación visual y auditiva

en forma de pitidos y asistente de voz, que indica y guía a la persona usuaria en el proceso de uso de la placa.

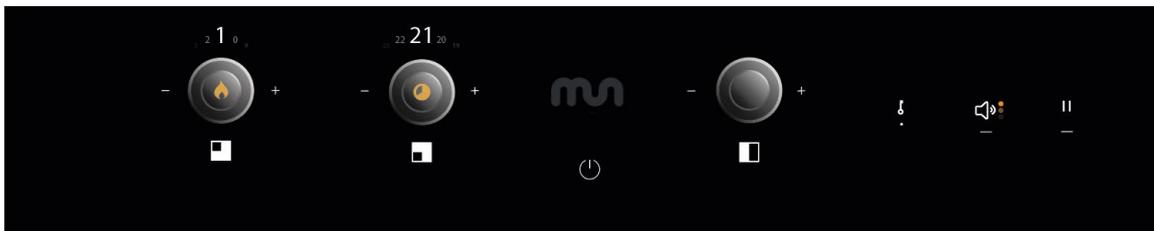


Figura 7.16: Concepto 8

Tras la ideación y definición de los diferentes conceptos, el equipo de investigación ha valorado el cumplimiento del *brief* por parte de cada uno de ellos y ha seleccionado el concepto que mejor cumple el *brief*. Así, se ha seleccionado el concepto 5 (Figura 7.17) para proceder con su desarrollo. Este concepto consta de tres zonas de cocción *FlexInducción* y cada una de ellas tiene su propio control en la parte frontal de la placa de cocción. Los controles son multimodales y se pueden regular tanto haciendo uso de la destreza como con la voz. Además, consta de puntos y barras táctiles para guiar a la persona usuaria con deficiencia visual a la hora de localizar cada control. La regulación de las zonas de cocción y el temporizador se realiza con los comandos *DT* y *S* en cada control, acercándose al modo de interacción de la app. También tiene la opción de bloque de placa (en la zona central de la zona de mandos), de pausa (zona derecha de la zona de mandos) y control de audio (zona derecha de la zona de mandos).

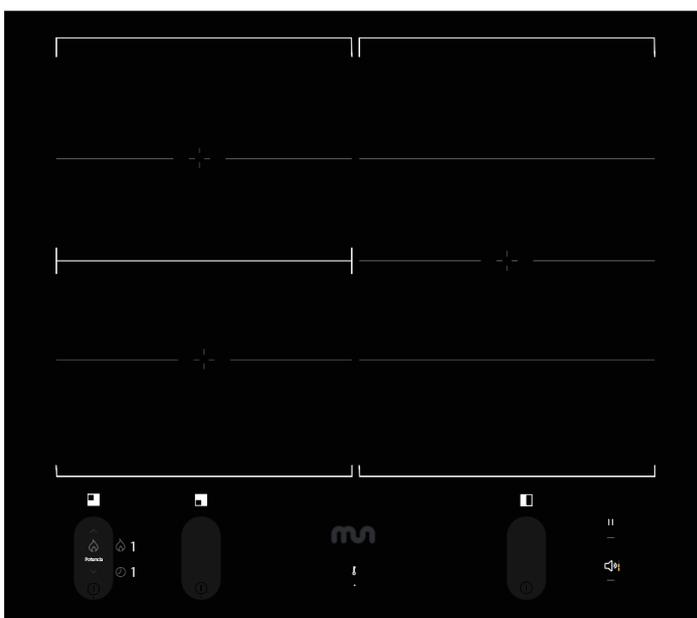


Figura 7.17: Concepto seleccionado

### 7.2.3.3 Desarrollo

En el desarrollo del rediseño de la placa de cocción se han abordado los siguientes puntos: (i) definición en detalle los elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada, (ii) evaluación de la accesibilidad de la placa de cocción rediseñada con la herramienta INKLUGI PRO y (iii) verificación del cumplimiento de los aspectos de accesibilidad del *brief*.

#### Definición de los elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada

Para la concreción de los elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada se ha recurrido a las directrices de referencia en las que se basan las directrices específicas INKLUDIRE para obtener un mayor nivel de especificidad. Los elementos que definen la interfaz de la placa de cocción rediseñada se han agrupado en 6 grupos: (i) serigrafía, (ii) puntos y barras táctiles, (iii) control táctil, (iv) control por voz, (v) retroalimentación visual, y (vi) retroalimentación auditiva. A continuación, se muestran las directrices específicas que se han considerado para definir los elementos de cada grupo.

- Serigrafía

En la Tabla 7.27 se muestran los grupos y subgrupos de las directrices específicas INKLUDIRE, así como, las directrices de referencia en las que se basan y que han sido usadas para definir las serigrafías. Así, se han considerado las directrices de referencia correspondientes a los subgrupos de “espaciado” y “tamaño” del grupo de tacto y al subgrupo de “organización” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.27:** Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de las serigrafías

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Tacto	Espaciado	“Cuando se utilice más de un símbolo en el mismo contexto de uso, deberá dejarse un espacio suficiente entre los símbolos para que la legibilidad táctil no se vea afectada por los símbolos adyacentes.” (ISO, 2019a)
	Tamaño	“Cuando un símbolo contorneado y un símbolo relleno del mismo patrón se utilicen en el mismo contexto de uso, la anchura del patrón contorneado no será tan amplia que pueda producirse una confusión entre los símbolos contorneados y los rellenos.” (ISO, 2019a)

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Cognición	Organización	“Proporcionar etiquetas, leyendas y/o marcas para identificar la función del interruptor e indicar la posición actual del interruptor.” (ETSI, 2009)

Las serigrafías son las que permitirán delimitar las zonas de los fogones, así como, otros elementos de la interfaz de la placa. Además, con su propio relieve se consigue que las personas con visión reducida puedan ubicarse ante la interfaz con mayor facilidad.

- Puntos y barras táctiles

En la Tabla 7.28 se muestran los grupos y subgrupos de las directrices específicas INKLUDIRE, así como, las directrices de referencia en las que se basan y que han sido usadas para definir los puntos y las barras táctiles. Así, se han considerado las directrices de referencia correspondientes a los subgrupos de “espaciado” y “tamaño” del grupo de tacto y al subgrupo de “organización” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.28:** Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de puntos y barras táctiles

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Tacto	Tamaño	“Cuando los puntos y las barras táctiles se utilicen conjuntamente en el mismo contexto de uso, para evitar confusiones, el tamaño de los puntos debe ser inferior a 1,5 mm y la longitud de las barras debe ser superior a 5 mm” (ISO, 2019a)
		“El ancho de línea de los símbolos y caracteres táctiles debe ser aproximadamente una décima parte del tamaño del símbolo táctil y del carácter, y debe estar dentro de un rango de 0,5mm a 3,0mm.” (ISO, 2019a)
		“La altura del relieve de los símbolos y caracteres táctiles deberá estar comprendida entre 0,3 mm y 1,5 mm” (ISO, 2019a)
	Ubicación	“Los símbolos y caracteres táctiles deben estar cerca del objeto que se quiere identificar y la posición debe ser coherente en un entorno.” (ISO, 2019a)

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Cognición	Punto de referencia	“En los bloques de mandos, para facilitar la navegación alrededor de los mandos se debe colocar un punto o una barra táctil sobre un mando específico o cerca de él.” (AENOR, 2011d)

Los puntos táctiles se han empleado para que la persona usuaria pueda relacionar el control con la zona de acción controlada. Los puntos táctiles se sitúan debajo de cada control.

La barra táctil situada debajo del icono de bloqueo/desbloqueo de la placa se ha implementado para que se diferenciase de los puntos y así evitar posibles confusiones. También se han colocado barras en forma de “L” invertida en el lateral derecho de la zona de mandos para delimitar las zonas de configuración de la placa.

- Control táctil

En la Tabla 7.29 se muestran los grupos y subgrupos de las directrices específicas INKLUDIRE, así como, las directrices de referencia en las que se basan y que han sido usadas para definir el control táctil. Así, se han considerado las directrices de referencia correspondientes a los subgrupos de “tipos de control”, “línea de visión” y “organización” del grupo de visión; a los subgrupos “patrones de interacción” y “organización” del grupo de cognición; a los subgrupos de “alcance”, “gestos de interacción” y “organización del grupo de destreza; y, por último, al subgrupo de “caracteres y símbolo” del grupo de tacto de las directrices específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.29:** Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición del control táctil

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Visión	Tipos de control	“Se requiere una retroalimentación sobre los efectos de la posición del deslizador elegido para todas las personas usuarias, pero en particular para los ciegos y las personas con problemas de visión.” (ETSI, 2009)
	Línea de visión	“Sistemas con una línea de visión clara de los componentes importantes para las personas usuarias sentadas o de pie.” (ISO, 2014)

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
	Organización	“Los controles dispuestos verticalmente pueden ser más fáciles de localizar para las personas ciegas que los dispuestos horizontalmente.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)
Cognición	Patrones de interacción	“Hacer que el funcionamiento de los controles siga los estereotipos de movimiento.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)
		“Utilizar diseños o patrones comunes para los controles.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)
		“Aplicar el deslizador de acuerdo con los estereotipos establecidos (izquierda y abajo para disminuir, y derecha y arriba para aumentar).” (ETSI, 2009)
	Organización	“Ubicar los controles junto a lo que controlan.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)
Destreza	Alcance	“Sistemas con un alcance cómodo de todos los componentes para las personas usuarias sentadas o de pie.” (ISO, 2014)
	Gestos de interacción	“Controles que eviten la necesidad de manipular varios elementos al mismo tiempo.” (ISO, 2014)
		“Permite operar con la mano izquierda o la derecha.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)
	Organización	“Diseño y espaciado de los controles que impidan la activación involuntaria de un control distinto del previsto.” (ISO, 2014)
Tacto	Caracteres y símbolos	“Los controles de entrada serán operables por tacto y perceptibles táctilmente sin activación.” (Information and Communication Technology (ICT) Standards and Guidelines, 2017)

La placa rediseñada consta de dos modos de interacción táctiles. El primero trata de emplear los gestos de interacción que se emplean para interactuar con la aplicación móvil en el caso de la placa tiflotécnica, es decir, empleando los gestos de interacción a los que las personas ciegas están familiarizadas que son doble toque (*DT*) y deslizar (*S*), además de estos dos también se usará el gesto de interacción de presionar (*PS*). Así, para aumentar y disminuir tanto la potencia como el tiempo de cocción, habría que deslizar el dedo sobre el control “*Pop up*” que emerge de la placa. De este modo, para establecer tanto la potencia como

el tiempo habría que pulsar sobre dicho control dos veces (*DT*). El segundo modo de interacción táctil resulta similar a las placas de cocina comunes, pudiendo darse toda la interacción con la interfaz con el único gesto de interacción de presionar (*PS*). Además, en lugar de tener un tipo de control de potencia y tiempo deslizante, tendría los comunes símbolos de aumento (plus) y disminución (minus). Para pasar de un modo de control a otro, bastaría con pulsar el icono de cambio de tipo de control, situado en el lateral inferior derecho de la placa.

A pesar de implementar estos dos modos de interacción táctil, en este caso de estudio se ha desarrollado y analizado únicamente el primero, dejando como futura línea de trabajo el desarrollo y posterior análisis del mencionado segundo modo de interacción.

- Control por voz

En la Tabla 7.30 se muestra el grupo y subgrupo de las directrices específicas INKLUDIRE, así como, la directriz de referencia en la que se basa y que ha sido usada para definir el control por voz. Así, se ha considerado la directriz de referencia correspondientes al subgrupo de “entrada acústica” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

**Tabla 7.30:** Grupo, subgrupo y directriz de referencia usada para la definición del control por voz

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz específica</b>
Cognición	Entrada acústica	“Permitir que más de una palabra tenga la misma respuesta, es decir, redundancia en la elección de entradas de comando (a veces llamado "mapeo múltiple")” (ETSI, 2009)

Otro tipo de control que implementa la placa rediseñada es el control por voz. En este caso, se podrá hacer uso de la voz para interactuar con la placa, pero no puede darse toda la interacción de este modo. Por ejemplo, el desbloqueo y bloqueo de la placa no se puede efectuar mediante el control por voz.

Para activar el control por voz se debe pulsar el icono de cambio de tipo de control, tras lo cual la placa indicará auditivamente que el control por voz está activado y se podrá interactuar con él. Este tipo de control tiene un tiempo concreto de pausa establecido, es decir, si no detecta ningún comando se cambiará al tipo de control que estaba establecido previamente. Por lo tanto,

cada vez que se quiera hacer uso de dicho control, deberá activarse mediante el icono de cambio de control.

Los comandos que se pueden emplear mediante el control por voz son los siguientes:

- Enciende la zona de cocción trasera
- Selecciona la zona de cocción trasera
- Establece la potencia
- Sube/Baja la potencia
- Establece el tiempo
- Apaga la zona de cocción trasera
- Pausa la placa
- Sube el volumen (del asistente de voz)
- Baja el volumen (del asistente de voz)

Cada una de las acciones realizadas mediante el control por voz aportan una retroalimentación tanto visual como auditiva.

- Retroalimentación visual

En la Tabla 7.31 se muestran los grupos y subgrupos de las directrices específicas INKLUDIRE, así como, las directrices de referencia en las que se basan y que han sido usadas para definir la retroalimentación visual. Así, se han considerado las directrices de referencia correspondientes a los subgrupos de “tamaño”, “color”, “línea de visión”, “luminancia” y “fuente” del grupo de visión; y a los subgrupos “organización”, “retroalimentación”, “cantidad de información” y “lenguaje” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

La placa consta de dos tipos de retroalimentación visual: (i) las luces piloto (LP) ubicadas junto a los elementos para indicar su estado y (2) los iconos del “*Pop up control*” (PUC) que emergen de la placa en forma de luz.

Las luces piloto son los puntos de luz que indican el estado de los diferentes elementos únicamente con estar encendidas o apagadas. Este tipo de retroalimentación ha sido implementado para tres elementos de la placa: el bloqueo/desbloqueo, la función pausa y los controles de las zonas de cocción.

**Tabla 7.31:** Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de la retroalimentación visual

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Visión	Tamaño	“El tamaño de las luces indicadoras se diseñará adecuadamente para que sean claramente visibles para las personas usuarias, teniendo en cuenta la distancia de visión y la capacidad visual de las personas usuarias.” (UNE, 2019)
	Color	“Utilice las convenciones de codificación de colores aceptadas, por ejemplo: verde avanzar.” (ETSI, 2009)
		“La denominación de los colores de las luces indicadoras debe utilizar términos de color basados en los colores fundamentales.” (UNE, 2019)
	Línea de visión	“La luminancia de la luz indicadora debe fijarse a un nivel de buena visibilidad en el eje y condición de la visión.” (UNE, 2019)
	Luminancia	“La pantalla debe proporcionar suficiente brillo para que sea cómoda de ver en diferentes condiciones de iluminación en los distintos entornos reales en los que se vaya a utilizar.” (ETSI, 2009)
Fuente	“Utilizar fuentes sin <i>serifa</i> .” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)	
Cognición	Organización	“Si se proporciona un marcado de la luz de función, entonces debe colocarse cerca de la luz indicadora para que una persona usuaria pueda entender claramente el significado de la función de luz.” (UNE, 2019)
		“Las luces indicadoras para los controles deben estar ubicadas de manera que cada luz se corresponda claramente con cada uno de los controles.” (UNE, 2019)
	Retroalimentación	“La pantalla de estado debe mostrar el estado continuo, usar una señal óptica no intrusiva.” (ETSI, 2009)
	Cantidad de información	“Reducir el número de controles.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)  “Ocultar (o estratificar) comandos o información poco utilizados.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
	Lenguaje	“Utilizar números arábigos en lugar de romanos (por ejemplo, usar 1, 2, 3 en lugar de I, II, III).” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)

Los *PUC* son los controles que permanecen ocultos cuando no son necesarios y emergen del teclado en función de las necesidades de la persona usuaria, por ejemplo, la función de pausa no emerge hasta que una de las zonas de cocción tenga una potencia establecida, ya que no habría nada que pausar de no ser así. Son 8 los elementos que forman parte del *PUC*: (i) el indicador de potencia, (ii) el indicador del tiempo restante, (iii) los controles de aumento y disminución de potencia, (iv) los controles de programación del temporizador, (v) el control seleccionador de control de potencia/temporizador, (vi) el control de la función de pausa, (vii) el control del volumen del asistente de voz y (viii) el control de ajuste del modo de interacción.

- Retroalimentación auditiva

En la Tabla 7.32 se muestran los grupos y subgrupos de las directrices específicas INKLUDIRE, así como, las directrices de referencia en las que se basan y que han sido usadas para definir la retroalimentación auditiva. Así, se han considerado las directrices de referencia correspondientes a los subgrupos de “señal”, “habla”, “velocidad”, “volumen” y “organización” del grupo de audición; y a los subgrupos “alternativas”, “retroalimentación”, “cantidad de información”, “ayuda” y “entrada” del grupo de cognición de las directrices específicas INKLUDIRE.

La retroalimentación auditiva también presenta dos tipos: (i) los pitidos (P), para indicarle a la persona usuaria la realización de una acción y (ii) las indicaciones del asistente de voz (AV) que aportan información precisa de las acciones realizadas en la placa y de su estado.

Mediante los pitidos se hace saber a la persona usuaria la finalización de una acción. Los pitidos no podrán silenciarse y su volumen será el preestablecido por razones de seguridad. Hay tres patrones de pitidos diferentes: (i) uno de ellos es un conjunto de 3 pitidos continuados (P1), que indica el bloqueo o desbloqueo de la placa, ya sea manual o automático; (ii) otro pitido, con una duración de 1 segundo (P2) indica la realización de cualquier acción, tras pulsar la realización

de cualquier acción se recibe este tipo de retroalimentación; y (iii) el último patrón de pitido es un pitido de duración de 3 segundos (P3) que indica la finalización del tiempo de cocción establecido. Este pitido se repite indefinidamente y se silencia una vez la persona usuaria realice cualquier acción en la placa.

**Tabla 7.32:** Grupos, subgrupos y directrices de referencia usadas para la definición de la retroalimentación auditiva

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
Audición	Señal	<p>“En el caso de los productos destinados a ser utilizados en condiciones de fuerte ruido ambiental por personas usuarias con dificultades de audición, o cuando el ruido no es apropiado, la información debe proporcionarse utilizando otros sentidos además del de la audición (por ejemplo, visualizaciones). Las señales de alarma auditiva deben estar en el rango y la frecuencia acordes con la norma ISO 9355-2; no se deben utilizar campanas y ruidos para comunicar más de tres significados diferentes.” (ISO, 2006)</p> <p>“En el caso de las señales o los tonos, utilice un número muy limitado de códigos fácilmente reconocibles que utilicen variaciones de ritmo (cadencia) y de tono (frecuencia); preferiblemente menos de 7 en un mismo contexto.” (ETSI, 2009)</p> <p>“Se debe presentar una señal auditiva antes de las instrucciones habladas cuando sea necesario para atraer la atención de la persona usuaria. La señal debe estar diseñada de tal manera que pueda ser apagada por la persona usuaria.” (UNE, 2019b)</p>
	Habla	<p>“Modular la salida tanto como sea posible a la voz humana en los sistemas de habla sintética. Si es posible, simule el acento, la edad y el sexo de la persona usuaria.” (ETSI, 2009)</p>
	Velocidad	<p>“Desarrollar el menú específicamente para la salida de voz. Evite el uso de homónimos (palabras que suenan similares). Usar palabras sueltas, o pares de palabras comunes (tal vez también en la jerga). Mantenga un buen ritmo y una frecuencia de habla casi constante, mantenga el intervalo entre los elementos del menú bastante corto (de 0,5 a 1,0 segundos). Usa la voz femenina. Limite el número de opciones en cualquier presentación de menú a un máximo de seis.” (ETSI, 2009)</p>

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Directriz específica</b>
	Volumen	“El volumen del sonido de las instrucciones habladas debe ser ajustable por la persona usuaria, dependiendo de su capacidad auditiva, la distancia del producto, el ruido del entorno, etc.” (UNE, 2019b)
	Organización	<p>“Si es posible, las instrucciones habladas deben ser presentadas en el orden de las operaciones del producto. Si no hay un orden fijo de operaciones se debe permitir que la persona usuaria seleccione instrucciones habladas para operaciones específicas o que el desarrollador proporcione un orden predeterminado de instrucciones habladas. El orden por defecto de las operaciones debe basarse en consideraciones tales como la seguridad, la frecuencia de uso o la importancia.” (UNE, 2019b)</p> <p>“Nunca presente dos tareas verbales al mismo tiempo (por ejemplo, dos mensajes). Cada aviso debe esperar una respuesta.” (ETSI, 2009)</p>
Cognición	Alternativas	“Proporcionar toda la información auditiva importante también en forma visual (o tenerla disponible). Esto incluye cualquier salida de voz, así como, las señales y advertencias auditivas.” (Vanderheiden & Vanderheiden, 1992)
	Retroalimentación	“Se debe proporcionar información sobre la acción del control.” (ETSI, 2009)
	Cantidad de información	<p>“Nunca presente dos tareas verbales al mismo tiempo (por ejemplo, dos mensajes). Cada aviso debe esperar una respuesta.” (ETSI, 2009)</p> <p>“Tener los pasos para completar las tareas minimizados y explicados claramente.” (ISO, 2014)</p> <p>“Las instrucciones verbales para una sola operación deben consistir en una o dos frases con un número limitado de palabras clave.” (UNE, 2019b)</p>
	Ayuda	<p>“Proporcionar pistas o indicaciones para las secuencias de acciones requeridas” (Vanderheiden &amp; Vanderheiden, 1992)</p> <p>“Disponer de pistas que les ayuden a completar las tareas.” (ISO, 2014)</p>

Grupo	Subgrupo	Directriz específica
		“Recibir instrucción o capacitación dirigida a prepararlos para los nuevos conocimientos necesarios para interactuar satisfactoriamente con el sistema.” (ISO, 2014)
	Entrada	“Las instrucciones habladas relacionadas con una acción particular de la persona usuaria deben terminar tan pronto como la persona usuaria comience la acción.” (UNE, 2019b)
		“Si un producto tiene una salida de audio distinta de la de las instrucciones habladas, el volumen del sonido de las instrucciones habladas debe ajustarse independientemente del de la salida de audio, incluidas las señales auditivas.” (UNE, 2019b)

Las indicaciones del asistente de voz aportan información del estado de la placa y las zonas de cocción como “zona de cocción trasera encendida”, además de dar indicaciones de los pasos a seguir para guiar a la persona usuaria, por ejemplo, “deslice hacia arriba para aumentar la potencia”. Existe la posibilidad de modificar el volumen del asistente de voz que emite la información presionando en su icono pudiendo incluso llegar a desactivarlo. Estará disponible en 3 volúmenes diferentes y en modo silencio, presionando sobre el mismo icono para pasar de un nivel de volumen a otro.

Tras definir estas características con el apoyo de las directrices INKLUDIRE Específicas, se ha modelado el producto en 3D y se ha renderizado. También se ha realizado el diagrama de uso de la placa, definiendo las tareas a seguir para la realización de diferentes acciones y las respuestas que se reciben en cada una de ellas. Así, se ha podido realizar la evaluación de la accesibilidad de la placa de cocción rediseñada con la herramienta INKLUGI PRO. Con esta evaluación se concluye el rediseño de la placa de cocción del CS.

### **Evaluación de la accesibilidad de la placa de cocción rediseñada con INKLUGI PRO**

#### **Fase 1: Conocer modo de interacción**

En esta fase se han aplicado los pasos 1.1 y 1.2 de INKLUGI PRO.

- Paso 1.1: Concreción de tarea general a realizar

Para la evaluación de la interfaz de la placa de cocción rediseñada se ha concretado el siguiente objetivo de tal forma que se puedan comparar los resultados con la evaluación de la placa de cocción del CS:

“Regular la temperatura y el tiempo con el temporizador de la placa de cocción.”

- Paso 1.2: Recogida de información

Para la recogida de la información se ha recurrido al diagrama de uso y al video explicativo generados en la fase de desarrollo del proceso de rediseño de la placa de cocción. Además, la persona que realiza la evaluación será la responsable del rediseño por lo que conoce bien el funcionamiento de la placa de cocción rediseñada.

**Fase 2: Análisis de las capacidades demandadas**

En esta fase se ha completado la matriz tareas vs. capacidades siguiendo los pasos 2.1, 2.2 y 2.3 de INKLUGI PRO y se ha realizado una lectura de los resultados cualitativos.

- Paso 2.1: Análisis de tareas

En la Tabla 7.33 se muestra el *HTA* de la interacción con la interfaz de la placa de cocción rediseñada. En la tabla se pueden ver las tareas y subtareas que se debe realizar para regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción, así como, los *feedbacks* dados por la placa.

**Tabla 7.33:** *HTA* del uso de la placa de cocción rediseñada

<b>Tareas</b>
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción
1.1. Desbloquear la placa
1.1.1. Localizar icono de desbloqueo con la mirada y/o el tacto
1.1.2. Desbloquear la placa presionando durante 3 segundos el icono desbloqueo con el dedo
<i>Feedback</i> visual, desaparece la luz de bloqueo roja
<i>Feedback</i> visual, emergen los símbolos de regular el volumen del asistente de voz y ajuste de modo de interacción
<i>Feedback</i> auditivo, pitido

---

## Tareas

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "placa desbloqueada, coloque recipiente y pulse el símbolo de encendido de la zona de cocción deseada"

---

### 1.2. Encender el fogón

---

#### 1.2.1. Localizar control de la zona de cocción deseada con la mirada y/o el tacto

---

#### 1.2.1. Encender zona de cocción deseada presionar icono encendido del control de la zona de cocción deseada

---

*Feedback* visual, emerge el símbolo de potencia en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada

---

*Feedback* visual, emerge la luz verde indicadora de control de zona de cocción encendido

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "zona de cocción trasera encendida"

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "potencia"

---

### 1.3. Regular temperatura

---

#### 1.3.1. Establecer temperatura en el nivel 1

---

#### 1.3.1.1. Entrar en el seleccionador de potencia haciendo doble clic en la pantalla

---

*Feedback* visual, emerge el nivel 0 en la pantalla, indicando la potencia actual

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "potencia 0"

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "deslice hacia arriba para aumentar la potencia"

---

#### 1.3.1.2. Aumentar potencia deslizando dedo hacia arriba en la pantalla

---

*Feedback* visual, cambio del nivel 0 por el 1

---

*Feedback* visual, en la zona lateral izquierda del control emerge el símbolo de potencia y el nivel 1

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "potencia 1"

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "haga doble clic para establecer la potencia"

---

#### 1.3.1.3. Seleccionar potencia haciendo doble clic en la pantalla

---

---

**Tareas**


---

*Feedback* visual, emerge el símbolo de temporizador en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "potencia 1 establecida en la zona trasera"

---

#### 1.4. Regular temporizador

---

##### 1.4.1. Establecer temporizador en 1 minuto

---

###### 1.4.1.1. Entrar en el seleccionador de temporizador haciendo doble clic en la pantalla

---

*Feedback* visual, emerge el minuto 0 en la pantalla, indicando el tiempo actual

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "tiempo 0 minutos"

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "deslice hacia arriba para aumentar la potencia"

---

###### 1.4.1.2. Aumentar tiempo deslizando dedo hacia arriba en la pantalla

---

*Feedback* visual, cambio de minuto 0 por minuto 1

---

*Feedback* visual, en la zona lateral izquierda del control emerge el símbolo de temporizador y el minuto 1

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "tiempo 1 minuto"

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "haga doble clic para establecer el tiempo"

---

###### 1.4.1.3. Seleccionar tiempo haciendo doble clic en la pantalla

---

*Feedback* visual, emerge el símbolo de temporizador en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada

---

*Feedback* auditivo, pitido

---

*Feedback* auditivo, asistente de voz "tiempo de cocción de 1 minuto establecido en la zona trasera"

---

- Paso 2.2: Caracterización de la interfaz

En las imágenes de la Figura 7.18 y en la Tabla 7.34 se puede ver la caracterización de la interfaz de la placa de cocción rediseñada. En la Figura 7.18 se señalan y numeran los elementos visuales de la interfaz de la placa de cocción rediseñada. En la Tabla 7.34 se listan y nombran los elementos de la interfaz, así como, las indicaciones auditivas y los comandos gestuales necesarios para la interacción.

Una vez identificados los elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada con los que se interactúa para regular la temperatura y el temporizador se procede a rellenar la segunda columna de la matriz tareas vs. capacidades. Para ello, se ha cogido el *HTA* definido en el paso previo y se ha añadido una segunda columna donde se recogen los códigos de los elementos involucrados en cada tarea (Tabla 7.35). Así, por ejemplo, en la tarea “desbloquear la placa” intervienen los elementos 1 (símbolo bloqueo/desbloqueo), 6 (barra indicadora de posición del icono de bloqueo/desbloqueo), 14 (símbolo luminoso de ajuste de volumen de asistente de voz), 15 (símbolo luminoso de ajuste de modo de interacción), 16 (luz roja indicadora de bloqueo de placa), AV (indicación auditiva del asistente de voz), P1 (señal acústica: pitido de placa bloqueada/desbloqueada) y PS (comando gestual presionar/pulsar) de la interfaz de la placa de cocción.

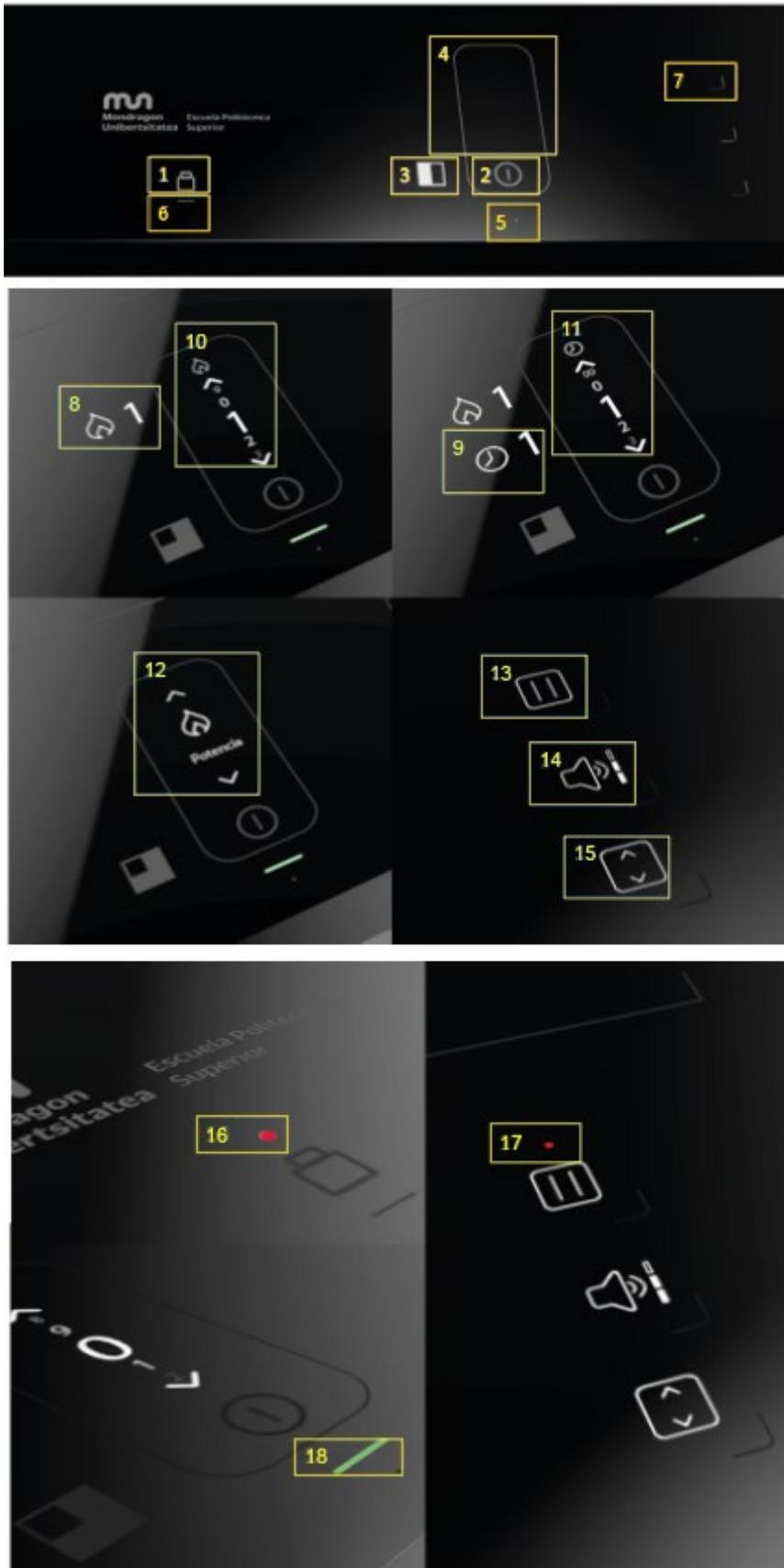


Figura 7.18: Elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada

**Tabla 7.34:** Elementos de la interfaz de la placa de cocción rediseñada

Elemento	Nombre
1	Símbolo bloqueo/desbloqueo
2	<i>On/Off</i>
3	Símbolo posición fogón
4	Línea delimitante del control táctil
5	Puntos indicadores de zona de control del fogón
6	Barra indicadora de posición del icono de bloqueo/desbloqueo
7	Barras delimitantes de las zonas de opciones de configuración de la placa
8	Símbolo luminoso nivel de temperatura
9	Símbolo luminoso indicador de tiempo restante
10	Aumento/disminución de potencia
11	Aumento/disminución de tiempo
12	Elección de control de potencia/temporizador
13	Símbolo luminoso función pausa
14	Símbolo luminoso de ajuste de volumen de asistente de voz
15	Símbolo luminoso de ajuste de modo de interacción
16	Luz roja indicadora de bloqueo de placa
17	Luz roja indicadora de placa pausa
18	Luz verde indicadora de control de zona de cocción encendido
AV	Indicación auditiva del asistente de voz
P1	Señal acústica: pitido de placa bloqueada/desbloqueada
P2	Señal acústica: pitido indicador de realización de acción
P3	Señal acústica: pitido indicador de fin del tiempo de cocción establecido
DT	Comando gestual doble toque
PS	Comando gestual presionar/pulsar
S	Comando gestual deslizar

**Tabla 7.35:** Elementos de la nueva interfaz relacionados con las tareas

Tareas	Elementos de la interfaz
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 18, AV, P1, P2, PS, DT, S
1.1. Desbloquear la placa	1, 6, 14, 15, 16, AV, P1, PS
1.1.1. Localizar icono de desbloqueo con la mirada y/o el tacto	1, 6
1.1.2. Desbloquear la placa presionando durante 3 segundos el icono desbloqueo con el dedo	1, PS
<i>Feedback</i> visual, desaparece la luz de bloqueo roja	16
<i>Feedback</i> visual, emergen los símbolos de regular el volumen del asistente de voz y ajuste de modo de interacción	14, 15
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P1
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "placa desbloqueada, coloque recipiente y pulse el símbolo de encendido de la zona de cocción deseada"	AV
1.2. Encender el fogón	2, 3, 4, 5, 12, 18, AV, P2, DT, PS, S
1.2.1. Localizar control de la zona de cocción deseada con la mirada y/o el tacto	2, 3, 4, 5
1.2.1. Encender zona de cocción deseada presionar icono encendido del control de la zona de cocción deseada	2, PS
<i>Feedback</i> visual, emerge el símbolo de potencia en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada	12
<i>Feedback</i> visual, emerge la luz verde indicadora de control de zona de cocción encendido	18
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "zona de cocción trasera encendida"	AV
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia"	AV

Tareas	Elementos de la interfaz
1.3. Regular temperatura	4, 8, 10, 12, AV, P2, DT, S
1.3.1. Establecer temperatura en el nivel 1	
1.3.1.1. Entrar en el seleccionador de potencia haciendo doble clic en la pantalla	12, DT
<i>Feedback</i> visual, emerge el nivel 0 en la pantalla, indicando la potencia actual	10
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia 0"	AV
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "deslice hacia arriba para aumentar la potencia"	AV
1.3.1.2. Aumentar potencia deslizando dedo hacia arriba en la pantalla	4, 10, S
<i>Feedback</i> visual, cambio del nivel 0 por el 1	10
<i>Feedback</i> visual, en la zona lateral izquierda del control emerge el símbolo de potencia y el nivel 1	8
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia 1"	AV
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "haga doble clic para establecer la potencia"	AV
1.3.1.3. Seleccionar potencia haciendo doble clic en la pantalla	10, DT
<i>Feedback</i> visual, emerge el símbolo de temporizador en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada	10
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia 1 establecida en la zona trasera"	AV
1.4. Regular temporizador	4, 9, 11, 12, AV, P2, DT, S
1.4.1. Establecer temporizador en 1 minuto	
1.4.1.1. Entrar en el seleccionador de temporizador haciendo doble clic en la pantalla	12, DT

Tareas	Elementos de la interfaz
<i>Feedback</i> visual, emerge el minuto 0 en la pantalla, indicando el tiempo actual	11
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "tiempo 0 minutos"	AV
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "deslice hacia arriba para aumentar la potencia"	AV
1.4.1.2. Aumentar tiempo deslizando dedo hacia arriba en la pantalla	4, 11, S
<i>Feedback</i> visual, cambio de minuto 0 por minuto 1	11
<i>Feedback</i> visual, en la zona lateral izquierda del control emerge el símbolo de temporizador y el minuto 1	9
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "tiempo 1 minuto"	AV
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "haga doble clic para establecer el tiempo"	AV
1.4.1.3. Seleccionar tiempo haciendo doble clic en la pantalla	11, DT
<i>Feedback</i> visual, emerge el símbolo de temporizador en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada	11
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "tiempo de cocción de 1 minuto establecido en la zona trasera"	AV

- Paso 2.3: Identificación de capacidades demandadas

Para identificar las capacidades demandadas por la interfaz de la placa de cocción rediseñada, primero, se selecciona la herramienta que se usará para la estimación de la exclusión. En este caso de estudio se usará INKLUGI (DBZ-MU, 2018).

Después, se han añadido a la Tabla 7.35 tantas columnas como ítems tiene la clasificación de capacidades de INKLUGI formando de este modo la matriz tareas vs. capacidades de la Tabla 7.36. Una vez formada la matriz, se ha ido fila por fila indicando qué ítems son demandados para realizar cada tarea.

La Tabla 7.36 muestra las capacidades que son demandas por la interfaz de la placa de cocción rediseñada para la realización de las principales tareas del HTA. En la Tabla D.3 del Anexo D: Matrices tareas vs. capacidades caso de estudio 3 y 5 se puede ver la matriz completa. Por ejemplo, para “desbloquear la placa” son requeridos los ítems V1 (leer la letra pequeña de un periódico), A1 (oír sonidos fuertes), A2 (oír una conversación con varias personas), C2 (comprender lo que dicen otras personas), C4 (comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos), C6 (llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda), C7 (llevar a cabo tareas complejas sin ayuda), M2 (mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión) y D3 (manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión).

**Tabla 7.36:** Matriz tareas principales vs. capacidades de la interfaz de la placa de cocción rediseñada

Tareas	Elementos de la interfaz	Elementos de la interfaz								
		V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D3
1. Interacción con la interfaz	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 18, AV, P1, P2, PS, DT, S	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.1 Desbloquear la placa	1, 6, 14, 15, 16, AV, P1, PS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.2 Encender el fogón	2, 3, 4, 5, 12, 18, AV, P2, DT, PS, S	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.3 Regular temperatura	4, 8, 10, 12, AV, P2, DT, S	•		•	•	•	•		•	•
1.4 Regular el temporizador	4, 9, 11, 12, AV, P2, DT, S	•		•	•	•	•		•	•

Nota: para una mejor lectura se muestran solo los ítems demandados.

Tras completar la matriz identificando las capacidades demandadas para la interacción con la placa de cocción rediseñada se obtienen los primeros resultados de la evaluación de la accesibilidad:

**Consideraciones generales:**

- Todas las capacidades son demandadas para la interacción con la interfaz, pero no todos los ítems de las capacidades (Tabla 7.36). Así, en cuanto a visión el ítem demandado es: (V1) leer la letra pequeña de un periódico; en

cuanto a audición: (A1) oír sonidos fuertes y (A2) oír una conversación con varias personas; en cuanto a cognición: (C2) Comprender lo que dicen otras personas, (C4) comprender gestos, símbolos, dibujos, sonidos o expresarse a través de ellos, (C6) llevar a cabo tareas sencillas sin ayuda y (C7) llevar a cabo tareas complejas sin ayuda; en cuanto a movilidad: (M2) mantener el cuerpo en la misma posición sin ayuda y sin supervisión; y en cuanto a destreza: (D3) manipular objetos pequeños con manos y dedos sin ayuda y sin supervisión.

- La interacción se da directamente con los controles de la placa, sin necesidad de una app, también en los casos en los que no se hace uso de la visión para la interacción.
- La secuencia de tareas usada para la regulación tanto de la potencia como del temporizador es la misma.
- Todos los *feedbacks* son tanto auditivos como visuales ofreciendo una doble opción sensorial.
- Los *feedbacks* auditivos indican los pasos a seguir además de indicar el estado de la placa de manera continuada, por lo que la demanda de la memoria a largo plazo no resulta un problema. Sin embargo, esto hace que la comprensión del habla coja importancia, haciendo que la carga cognitiva aumente.

#### **Por capacidades:**

- **Visión**

En cuanto a la capacidad de visión, se aprecia que es necesaria solamente la visión de cerca. Sin embargo, se sabe que es posible interactuar con la placa de cocción rediseñada sin hacer uso de la visión.

- **Audición**

A nivel auditivo INKLUGI distingue dos niveles, la audición de sonidos con respecto a la audición de una conversación. Basándose en esto, se diferencia la demanda auditiva de los *feedbacks* según su tipología, un pitido o una frase. Existen los dos tipos de *feedbacks* en la interacción con la placa rediseñada, no hay que olvidar que interesa cuidar en especial los *feedbacks* auditivos para posibilitar y facilitar tanto su audición como su comprensión.

- **Cognición**

*Double Tap (DT)* y *Swipe (S)* son los dos principales comandos que se usan para la interacción con la placa y se mantiene durante todo el uso de la placa la coherencia de cada las funciones que aporta cada uno de los gestos. Es

decir, siempre se usan para realizar el mismo tipo de interacción: “establecer una opción” y “pasar a la siguiente una opción”, respectivamente.

- **Movilidad**

Para interactuar con la placa de cocción rediseñada es necesario mantener el cuerpo en la misma posición y cerca de la placa debido, en parte, a la legislación vigente.

- **Destreza**

Se requiere el uso de una única mano. El uso de la mano está directamente relacionado con la interacción directa con la placa. Es por esto, por lo que se requiere el alcance y la destreza de la mano.

### Fase 3: Estimación de exclusión

En esta fase se ha aplicado el paso 3.1 de INKLUGI PRO.

- Paso 3.1: Estimación de la exclusión

Cogiendo como base la matriz tareas vs. capacidades (Tabla 7.36) se ha procedido al cálculo de la tasa de exclusión con la herramienta INKLUGI (DBZ-MU, 2018). La tasa de exclusión calculada con INKLUGI nos muestra el porcentaje de población española que tendrá dificultad o no podrá interactuar con la interfaz de la placa de cocción rediseñada.

Para estimar la exclusión, en primer lugar, se ha señalado el nombre del producto, placa de cocción rediseñada, y las 4 tareas principales de la columna de tareas de la matriz (Tabla 7.36): (i) desbloquear la placa, (ii) encender el fogón, (iii) regular temperatura y (iv) regular temporizador. Después, se procede con la estimación de la exclusión respondiendo las preguntas que INKLUGI realiza. Ante estas preguntas, se ha respondido SI en los ítems demandados de las capacidades y NO en los no demandados por cada una de las 4 tareas indicadas. Así, por ejemplo, a la pregunta “¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a leer la letra pequeña de un periódico?” (DBZ-MU, 2018) se ha respondido SI en las cuatro tareas o a la pregunta “¿Para poder utilizar este producto es necesario hacer algo similar a oír una alarma, una sirena u otros sonidos fuertes sin audífono u otro tipo de ayuda técnica externa para oír?” (DBZ-MU, 2018) se ha respondido SI en la tarea “desbloquear la placa” y “encender fogón” y NO en el resto de las tareas señaladas tal y como se indica en la matriz tarea vs. capacidades (Tabla 7.36). Se obtiene como resultado de este proceso la tasa de exclusión correspondiente a la placa de cocción rediseñada y a las 4 tareas señaladas.

En este caso, además, sabiendo que la placa puede ser usada por personas ciegas se ha estimado la exclusión por segunda vez considerando que la visión no es requerida para la interacción con la placa. Para ello, se ha repetido el proceso explicado en el párrafo previo respondiendo NO en las preguntas correspondientes a la visión. Para el resto de las preguntas se ha seguido lo indicado en la matriz tareas vs. capacidades de la placa de cocción rediseñada (Tabla 7.36).

Así, en la Tabla 7.37, se muestran los resultados de la estimación de la exclusión de la tarea general y de las tareas principales considerando la demanda de visión y, en la Tabla 7.38, sin considerar la demanda de visión.

**Tabla 7.37:** Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción rediseñada según las principales tareas de uso considerando la demanda de visión

Tareas	Elementos de la interfaz	Personas excluidas	% de personas excluidas
1. Interacción con la interfaz	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 18, AV, P1, P2, PS, DT, S	2.920.707	6,64 %
1.1 Desbloquear la placa	1, 6, 14, 15, 16, AV, P1, PS	2.920.707	6,64 %
1.2 Encender el fogón	2, 3, 4, 5, 12, 18, AV, P2, DT, PS, S	2.920.707	6,64 %
1.3 Regular temperatura	4, 8, 10, 12, AV, P2, DT, S	2.831.608	6,44 %
1.4 Regular el temporizador	4, 9, 11, 12, AV, P2, DT, S	2.831.608	6,44 %

En el primer caso (Tabla 7.37), considerando la demanda visual, la interfaz de la placa de cocción rediseñada excluye a un total de 2.920.707 personas españolas para su uso, es decir, un 6,64 % de la población española. De las tareas analizadas, las tareas de “regular temperatura” y “regular temporizador” es la que excluye a menos personas, a un 6,44 %. Al contrario, las tareas “desbloquear la placa” y “encender el fogón” son las que más personas excluyen, a un 6,64 %. Entre las tareas más excluyentes y las menos excluyentes hay una diferencia de 89.099 personas. Esto significa que hay 89.099 personas que pueden poner en marcha la aplicación móvil, pero tendrán dificultades o no podrán regular la temperatura o regular el temporizador en la placa de cocción rediseñada. En el segundo caso (Tabla 7.38), sin considerar la demanda visual, la interfaz de la

placa de cocción rediseñada excluye a un total de 2.554.950 personas españolas para su uso, es decir, un 5,81 % de la población española. Así, que la placa pueda usarse independientemente a la capacidad visual incluye para su uso a 365.757 personas. Con tasas de exclusión menores son las mismas tareas las menos excluyentes y las más excluyentes.

**Tabla 7.38:** Personas excluidas por la interfaz de la placa de cocción rediseñada según las principales tareas de uso sin considerar la demanda de visión

Tareas	Elementos de la interfaz	Personas excluidas	% de personas excluidas
1. Interacción con la interfaz	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 18, AV, P1, P2, PS, DT, S	2.554.950	5,81 %
1.1 Desbloquear la placa	1, 6, 14, 15, 16, AV, P1, PS	2.554.950	5,81 %
1.2 Encender el fogón	2, 3, 4, 5, 12, 18, AV, P2, DT, PS, S	2.554.950	5,81 %
1.3 Regular temperatura	4, 8, 10, 12, AV, P2, DT, S	2.454.651	5,58 %
1.4 Regular el temporizador	4, 9, 11, 12, AV, P2, DT, S	2.454.651	5,58 %

En la Tabla 7.39 se muestra el nivel de exclusión desglosado por capacidades considerando la demanda visual, es decir, el nivel de exclusión dado en el uso de la interfaz de la placa de cocción rediseñada debido a la demanda de cada capacidad en particular. En la tabla se puede ver la tasa total de exclusión por capacidades y el número de personas españolas y el porcentaje de la población española que no podrá, tendrá mucha dificultad o tendrá algo de dificultad para usar la placa de cocción rediseñada por capacidades. Así, la demanda de movilidad es la que supone una mayor tasa de exclusión, un 2,63 %, y la demanda de cognición la que supone una menor tasa de exclusión, un 1,51 %, (Tabla 7.39). Sin embargo, si se miran los datos por grupos dentro de cada capacidad es la cognición la capacidad que mayor tasa de exclusión tiene en el grupo de “no pueden usarlo” (0,73 %), la movilidad en el grupo de “mucho dificultad” (1,08) y la audición en el grupo de “algo de dificultad” (1,03 %). A la hora de considerar la exclusión por capacidades haciendo uso de la placa de cocción rediseñada sin visión la única diferencia radica en las tasas de exclusión debidas a la demanda visual. En este caso la exclusión dada por la demanda de

visión se reduciría a 0 manteniéndose los valores para el resto de las capacidades.

**Tabla 7.39:** Personas excluidas por la placa de cocción rediseñada por capacidades considerando la demanda visual

<b>Capacidad</b>	<b>Total</b>	<b>No pueden usarlo</b>	<b>Mucha dificultad</b>	<b>Algo de dificultad</b>
Visión	1,69 %	0,56 %	0,65 %	0,48 %
	742.881	244.228	285.518	213.135
Audición	2,51 %	0,46 %	1,03 %	1,03 %
	1.106.465	202.270	452.516	451.680
Cognición	1,51 %	0,73 %	0,41 %	0,38 %
	666.320	321.458	178.365	166.496
Movilidad	2,63 %	0,54 %	1,08 %	1,01 %
	1.157.952	236.538	475.584	445.829
Destreza	1,80 %	0,54 %	0,64 %	0,62 %
	793.365	239.547	282.342	271.476

En la Tabla 7.40 se muestra la diferencia entre la tasa de exclusión totales de la placa de cocción del CS y la placa de cocción rediseñada tanto considerando la demanda de visión como sin considerarla. La interfaz de la placa de cocción rediseñada mejora la tasa de exclusión de la placa de cocción del CS y suponen una diferencia de 277.162 personas españolas que no quedan excluidas para el uso de la placa de cocción rediseñada con respecto a la placa de cocción del CS considerando la demanda de visión, y 310.760 personas españolas en el caso de no considerar la demanda de visión.

**Tabla 7.40:** Diferencia entre la tasa de exclusión de la placa de cocción del CS y la placa de cocción rediseñada

	Placa de cocción del CS	Placa de cocción rediseñada	Diferencia
Tasa de exclusión considerando la demanda de visión	7,27%	6,64 %	0,63 %
	3.198.869	2.920.707	277.162
Tasa de exclusión sin considerar la demanda de visión	6,51%	5,81 %	0,7 %
	2.865.710	2.554.950	310.760

### Verificación del cumplimiento de los aspectos de accesibilidad del *brief*

Tras la definición y evaluación de la interfaz de la placa de cocción rediseñada se procede a la verificación del cumplimiento de los aspectos de accesibilidad del *brief*. Para ello, en la Tabla 7.41 se recogen los objetivos marcados y los resultados obtenidos de los conceptos de accesibilidad señalados en el *brief*.

**Tabla 7.41:** Objetivos marcados y resultados obtenidos de los conceptos de accesibilidad del *brief*

Concepto de accesibilidad	Objetivo marcado	Resultado obtenido
Disminuir el porcentaje de personas excluidas	6,5 %	6,64 % (con visión) 5,81 % (sin visión)
No necesidad de app para interacción sin visión	Si	Si
Mantener exclusión por demanda de visión	0 %	0 %
Reducir tasa de exclusión por demanda de cognición	1,40 %	1,51 %
Reducir tasa de exclusión por demanda de destreza	< 3,50 %	1,80 %
Interacción con una mano	Si	Si

Se han alcanzado 4 de los 6 objetivos de accesibilidad (Tabla 7.41):

1. En la placa de cocción rediseñada no es necesario interactuar por medio de una app. Tampoco para una interacción sin hacer uso de la visión.
2. Se mantiene en 0% el valor de la exclusión dada por la demanda de visión.
3. Se reduce la tasa de exclusión por la demanda de destreza de un 3,5 % a un 1,80 %.

4. Se puede interactuar con la placa de cocción rediseñada haciendo uso de una sola mano.

Además, se ha disminuido la tasa de exclusión dada para el uso de la placa de cocción. La tasa de exclusión de la placa de cocción rediseñada para el caso en el que no se considera la demanda visual es del 5,81 %. Sin embargo, no se ha alcanzado el objetivo marcado en el *brief* para el caso en el que se considera la demanda visual.

Finalmente, no se ha conseguido reducir la tasa de exclusión debida a la demanda de cognición que se mantiene en el 1,51 %.

### 7.3 Conclusiones de los casos de estudio

Se han desarrollado 5 casos de estudio en los cuales se ha aplicado la herramienta INKLUGI PRO y un caso de aplicación de las directrices de accesibilidad INKLUDIRE:

Haciendo uso de la herramienta INKLUGI PRO se ha podido evaluar la accesibilidad de las interfaces de placas de cocción y lavadoras. De este modo, se considera una herramienta válida para evaluar la accesibilidad de las interfaces de los electrodomésticos.

En los casos de estudio 1, 2 y 3 se ha aplicado la herramienta INKLUGI PRO para la evaluación de las interfaces de productos comerciales. Sin embargo, en los casos de estudio 4 y 5 INKLUGI PRO ha sido aplicada para la evaluación de prototipos con diferente grado de desarrollo. Así, se puede afirmar que la herramienta INKLUGI PRO puede ser aplicada en diferentes estadios del proceso de diseño inclusivo, desde la exploración hasta el desarrollo.

En la fase 1 de aplicación de la herramienta INKLUGI PRO se han experimentado las diferentes opciones para la recogida de información: (i) realizar observaciones, (ii) interactuar directamente con el producto, y (iii) analizar documentación audiovisual o escrita. Así, además de las observaciones de personas usuarias interactuando con la interfaz evaluada, la observación de vídeos grabados de la interacción y la interacción directa por parte de la persona evaluadora con la interfaz en un laboratorio han resultado formas útiles de conocer el modo de interacción. Sin embargo, cuanto mayor acceso al producto evaluado tiene la persona evaluadora se profundiza más en los diferentes modos de interacción con un producto. De este modo, la interacción directa por parte de la persona evaluadora con el producto proporciona un mayor conocimiento de las diferentes opciones de uso de un producto y el análisis de la documentación audiovisual resulta la opción más limitada.

En cuanto a la fase 2 de aplicación, donde se identifican las capacidades demandadas por la interfaz evaluada resulta el eje de la herramienta INKLUGI PRO. En esta fase, se estructura de forma pautada la información obtenida sobre el modo de interacción y se marcan las bases para el cálculo de la exclusión. Para ello, se ha detallado el uso de los productos analizados haciendo uso del *HTA* (Hackos & Redish, 1998) y se han identificado las capacidades demandadas para su uso experimentado con la clasificación de capacidades del *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) y de INKLUGI (DBZ-MU, 2018). Así, se han obtenido los primeros resultados de las evaluaciones que son de índole cualitativa.

La fase 3 de aplicación, estimación de la exclusión, se puede realizar tanto con el *Exclusion Calculator* como con la herramienta INKLUGI. De esta fase se obtienen los resultados cualitativos de la evaluación con INKLUGI PRO. El uso de cualquiera de las dos herramientas para la estimación de la exclusión, *Exclusion Calculator* o INKLUGI, facilitan identificar tanto las tareas como las capacidades más excluyentes en el uso de un producto. Así, la combinación de los resultados cualitativos obtenidos en la fase 2 y los resultados cuantitativos resultantes de la fase 3 hacen que se puedan identificar las zonas críticas de las interfaces en cuanto a accesibilidad. Las tasas de exclusión (resultados cuantitativos) marca la cantidad de gente que queda excluida por la demanda de cada capacidad y gracias a la matriz tareas vs. capacidades generada en la fase 2 se puede relacionar cada capacidad con las tareas y con los atributos de la interfaz específicos involucrados en la acción. De esta forma, el equipo de diseño puede priorizar las líneas de diseño a seguir para aumentar el nivel de accesibilidad de la interfaz tanto definiendo la demanda de qué capacidades se quiere reducir como actuando directamente sobre la tarea o los elementos de la interfaz.

En cuanto a las herramientas de evaluación de la exclusión *Exclusion Calculator* e INKLUGI se cree que los resultados obtenidos con el *Exclusion Calculator* pueden ser más adecuados para señalar el nivel de accesibilidad de las interfaces de electrodomésticos e identificar las interfaces más accesibles en una comparativa. El *Exclusion Calculator* permite una mayor matización a la hora de señalar el nivel de capacidad demandada haciendo uso de una escala del 1 al 12. La herramienta INKLUGI señala el nivel de forma binaria y esto tiende a homogenizar los resultados en interfaces similares. Sin embargo, sucede lo contrario en la posible influencia de la persona evaluadora a la hora de indicar el nivel de capacidad demandado para realizar el cálculo de la tasa de exclusión. La herramienta INKLUGI solo exige señalar si los ítems de su clasificación de capacidades son demandados o no. El *Exclusion Calculator* sin embargo, requiere matizar en una escala del 1 al 12 el nivel de capacidad demandado

quedando a criterio de la persona evaluadora señalar el nivel teniendo en cuenta las referencias indicadas por la propia herramienta.

Además, la estimación de la exclusión con las dos herramientas propuestas – *Exclusión Calculator* e INKLUGI – tiene una clara limitación y es que no considera la posible complementariedad entre la demanda de las diferentes capacidades. Es decir, como se ha visto en los casos de estudio mostrados en este capítulo, por ejemplo, la mayoría de las veces los *feedbacks* auditivos y visuales son complementarios y es suficiente con poder percibir uno de ellos para interactuar con la interfaz. Sin embargo, en la evaluación se considera que la interfaz demanda ambas capacidades y, por consiguiente, deriva en una mayor tasa de exclusión, en vez de considerarla como medida inclusiva (posibilita la interacción por más personas). La persona evaluadora deberá de tener en cuenta esta limitación en las evaluaciones y tomar medidas, por ejemplo, como se ha hecho en el caso de estudio 5 calculando dos veces la exclusión – una primera vez considerando la demanda de visión y otra segunda vez sin considerar la demanda de visión-. Considerar la complementariedad entre la demanda de las capacidades en la estimación de la exclusión es una mejora a implementar.

Con todo ello, se puede afirmar que las diferentes opciones de recogida de información, de clasificación de capacidades y de estimación de la exclusión validadas en la aplicación de INKLUGI PRO la convierten en una herramienta versátil que se adapta ante diferentes condiciones de aplicación según las características y los recursos de cada proyecto.

En cuanto a las directrices de accesibilidad INKLUDIRE se han aplicado en las fases de ideación y desarrollo. Así, han guiado al equipo investigador a idear y definir a detalle la interfaz de la placa de cocción rediseñada en el caso de estudio 5.

En la fase de ideación la combinación de las directrices INKLUDIRE generales y específicas ha sido suficiente para ir concretando las características de la interfaz de la solución. Sin embargo, en la fase de desarrollo ha sido necesario consultar las directrices de referencia específicas en busca de directrices más concretas. Así, resulta importante mantener el vínculo con las referencias originales y las directrices INKLUDIRE se convierten en un vehículo facilitador para la aplicación de las directrices existentes.

A pesar de haber hecho uso de INKLUDIRE en las fases de ideación y desarrollo, no se han alcanzado todos los objetivos de accesibilidad marcados en el *brief* de diseño (Tabla 7.41). Desde este punto de vista, cabe valorar las limitaciones que un producto puede tener en cuanto a la mejora de la accesibilidad a la hora de marcar los objetivos de

exclusión debidos a la demanda de capacidades. No obstante, de cara a mejorar el resultado en cuanto a accesibilidad se propone el uso de INKLUDIRE para definir el propio *brief*. Uso que sí se ha contemplado en la definición de la herramienta, pero no se ha aplicado en el caso de estudio.

La agrupación de las directrices INKLUDIRE por capacidades se alinea tanto con la clasificación de capacidades usada por INKLUGI (DBZ-MU, 2018) como por el *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015). Este hecho facilita la complementariedad entre la evaluación de la accesibilidad con INKLUGI PRO y la propuesta de mejoras teniendo en cuenta las directrices INKLUDIRE. Además, INKLUDIRE considera también el tacto. Así, marca como posible mejora de la herramienta INKLUGI PRO considerar el tacto en la evaluación de la accesibilidad.

Capítulo 8

## **CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS**

## 8 Conclusiones y líneas futuras

En este capítulo se muestran las conclusiones y líneas futuras de la tesis. Para ello, se recogen primero las conclusiones generales para, después, argumentar la validación de las hipótesis definidas en la introducción. Posteriormente, se listan las aportaciones realizadas con la tesis y las limitaciones del estudio. Se finaliza el capítulo con las líneas futuras.

### 8.1 Conclusiones generales

El aumento de la prevalencia de la discapacidad junto al envejecimiento de la población hace necesario pensar en clave de accesibilidad a la hora de abordar el diseño de productos. Especialmente en el caso de los productos que dan respuesta a las ABVD como son los electrodomésticos. Sin embargo, solo el 14% de las principales marcas de electrodomésticos del mercado (Tabla 3.6) explicitan trabajar la accesibilidad de sus productos. Son tres las medidas asumidas por las marcas de electrodomésticos para trabajar la accesibilidad: (i) los estándares ADA, (ii) las corrientes de diseño como el Diseño Universal o Diseño Accesible y (iii) las intervenciones directas que realizan las marcas en características específicas de los productos. Ninguna de estas medidas promueve la accesibilidad de forma integral (Tabla 3.9). Sin embargo, la implementación de enfoques de diseño accesible se postula como la medida que da como resultado productos más completos en cuanto a accesibilidad. Samsung y Miele son las dos marcas que apuestan por esta vía y, a su vez, las características de sus productos dan respuesta a la demanda de un mayor número de capacidades (Tabla 3.9). Así, existe en el sector de los electrodomésticos la necesidad de trabajar la accesibilidad de sus productos de forma que se minimice las capacidades demandadas para su uso.

Así, en esta tesis se definen y validan las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE que se integran en las fases de exploración, análisis, ideación, desarrollo e implementación de la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ-MU (Figura 6.5). Entre ambas herramientas aportan a los procesos de diseño datos como la tasa de exclusión, las tareas críticas en el uso de un producto, los atributos limitantes de las interfaces o las características a tener en cuenta en el diseño de productos accesibles. Estos datos ayudan a incorporar aspectos de accesibilidad en los procesos de diseño.

Por un lado, INKLUGI PRO es una herramienta de evaluación de la accesibilidad que integra herramientas de recogida de información y análisis de tareas con herramientas

de estimación de la exclusión a lo largo de tres fases de aplicación (Figura 6.1): (Fase 1) conocer modo de interacción, (Fase 2) análisis de capacidades demandadas y (Fase 3) estimación de la exclusión. Para ello, se basa en un marco teórico que aglutina las herramientas de observaciones (Martin & Hanington, 2012), entrevistas (Martin & Hanington, 2012), HTA (Hackos & Redish, 1998), *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) e INKLUGI (DBZ-MU, 2018) (Figura 6.1). La combinación de estas herramientas refuerza el análisis de la accesibilidad basado en la estimación de la exclusión relacionando las capacidades demandadas en el uso de un producto con las tareas a realizar y los elementos de la interfaz que intervienen gracias a la matriz de tareas vs. capacidades (Figura 6.2).

Además, se puede decir que INKLUGI PRO:

- Posibilita una evaluación metódica y pautada de la accesibilidad que relaciona las tareas a realizar con las características de la interfaz y las capacidades demandadas para el uso de un producto.
- La herramienta INKLUGI PRO es lo suficientemente flexible para adaptar su aplicación a los recursos disponibles en cuanto a disponibilidad del producto, acceso a personas usuarias o tiempo. Por un lado, se puede identificar el modo de interacción siguiendo diferentes vías -observaciones, entrevistas, interacción con el producto a analizar o documentación audiovisual o escrita-. Por otro lado, la estimación de la exclusión se puede realizar a través de dos herramientas INKLUGI o *Exclusion Calculator*. Dependiendo de la herramienta usada se puede obtener la tasa de exclusión teniendo en cuenta los datos de España o del Reino Unido. Además, puede ser aplicada tanto para la evaluación de productos comercializados como prototipos en fase de desarrollo. Estas opciones han quedado validadas con los casos de estudio 1, 2, 3, 4 y 5.
- El uso de la INKLUGI (DBZ-MU, 2018) para la estimación de la exclusión tiende a homogeneizar los resultados en interfaces similares debido a la forma binaria (SI/NO) de especificar el nivel demandado de las capacidades. La escala del 1 al 12 del *Exclusion Calculator* (University of Cambridge, 2015) da pie a poder plasmar mejor los matices en el nivel de las capacidades demandadas en el uso de un producto. Sin embargo, determinar un valor en la escala del 1 al 12 puede dar pie a pequeños desvíos dependiendo de la persona evaluadora.

Por otro lado, las directrices INKLU D I R E proporcionan pautas para definir y detallar productos que minimicen las capacidades demandadas para que puedan ser usados por el mayor número de personas posible. Es decir, INKLU D I R E proporciona directrices

para la definición de productos accesibles. Para ello, las directrices INKLUDIRE se basan en 1.482 directrices obtenidas de 24 referencias (Tabla 6.2) y se agrupan por capacidades (Figura 6.4).

Además, se puede decir que INKLUDIRE:

- Guía la definición e incorporación de criterios de accesibilidad en la definición de las características de los productos de una forma pautada señalando, primero, las directrices generales a cumplir en la definición de los conceptos. Detallando, después, directrices específicas para definir las características de los productos. Y, finalmente, manteniendo la unión con las directrices de referencia para ofrecer una mayor especificidad en el desarrollo del producto.
- Da respuesta a la necesidad de aunar bajo una misma clasificación las 1.482 directrices de accesibilidad existentes de 24 referencias.

Tanto INKLUGI PRO como INKLUDIRE tienen como eje vertebrador las capacidades. La evaluación de INKLUGI PRO ayuda a identificar las capacidades demandadas para el uso de un producto gracias a la matriz de tareas vs. capacidades (Tabla 7.6, Tabla 7.15 y Tabla 7.36) y da como resultado la tasa de exclusión por capacidades (Tabla 7.9, Tabla 7.10, Tabla 7.18 y Tabla 7.39). Las directrices INKLUDIRE se agrupan por capacidades (Figura 6.4) señalando pautas de diseño para minimizar su demanda (de la Tabla 7.19, a la Tabla 7.26). Así, ambas herramientas se complementan entre sí y las directrices INKLUDIRE ayudan a minimizar las capacidades demandadas en el uso de un producto identificadas con INKLUGI PRO tal y como se ha visto en el caso de estudio 5.

## 8.2 Validación de las hipótesis

En este apartado se razona la validación de las hipótesis definidas al inicio de las tesis. Las 4 hipótesis son:

- Hipótesis 1: Las principales marcas de electrodomésticos no trabajan de forma integral la accesibilidad de sus productos.
- Hipótesis 2: La evaluación de la accesibilidad con la herramienta INKLUGI PRO permite identificar para cada subtarea a realizar en el uso de los electrodomésticos las partes críticas de sus interfaces.
- Hipótesis 3: El uso de INKLUDIRE ayuda en la definición de las características de accesibilidad en el diseño de las interfaces de electrodomésticos accesibles.

Hipótesis 4: El uso de INKLUGI PRO e INKLU D I R E conjuntamente permite el diseño de interfaces de electrodomésticos accesibles.

A continuación, se justifica la validación de cada una de las hipótesis:

Hipótesis 1: Las principales marcas de electrodomésticos no trabajan de forma integral la accesibilidad de sus productos.

Solo 13 de las 91 marcas de electrodomésticos analizadas dicen trabajar la accesibilidad de sus productos (Tabla 3.5). Estas 13 marcas usan 3 medidas para ello: (i) el cumplimiento de los estándares ADA, (ii) la aplicación de enfoques de diseño accesible y (iii) la implementación de características específicas en sus productos. Sin embargo, ninguna de ellas ofrece medidas para minimizar en el uso de un producto la demanda de todos los ítems de la clasificación de capacidades del *Exclusion Calculator* (Tabla 3.9). Así, se puede afirmar que las marcas de electrodomésticos no trabajan de forma integral la accesibilidad de sus electrodomésticos.

Hipótesis 2: La evaluación de la accesibilidad con la herramienta INKLUGI PRO permite identificar para cada subtarea a realizar en el uso de los electrodomésticos las partes críticas de sus interfaces.

La matriz de tareas vs. capacidades, definida en la fase 2 de INKLUGI PRO, con la estimación de la exclusión, calculada en la fase 3 de INKLUGI PRO, ha dado pie en los casos de estudio 1, 2, 3, 4 y 5 a hacer una lectura detallada de la accesibilidad de las interfaces de los electrodomésticos analizados pudiendo relacionar las características de accesibilidad directamente con las tareas y los elementos de las interfaces. Para ello, en los casos de estudio 1, 2, 3, 4 y 5 se han identificado las capacidades más excluyentes (Tabla 7.9, Tabla 7.10, Tabla 7.18 y Tabla 7.39) que impactan en la accesibilidad de los electrodomésticos analizados. Asimismo, en los casos de estudio 1, 2, 3 y 4 se han identificado las tareas más excluyentes que se relacionan con los elementos concretos de las interfaces (Tabla 7.7, Tabla 7.16, Tabla 7.17, Tabla 7.37 y Tabla 7.38). Así, se han identificado las partes críticas de las interfaces de los electrodomésticos y se ha podido validar la hipótesis 2.

Hipótesis 3: El uso de INKLU D I R E ayuda en la definición de las características de accesibilidad en el diseño de las interfaces de electrodomésticos accesibles.

Se ha hecho uso de las directrices generales y específicas INKLU D I R E en las fases de ideación y desarrollo del proceso de rediseño de la placa de cocción del CS, caso

de estudio 5. Esto ha permitido definir la estructura de la placa de cocción (Figura 7.7), los elementos de control (de la Figura 7.9 a la Figura 7.16) y los elementos de la placa de cocción rediseñada (Figura 7.17 y Figura 7.18) teniendo en cuenta criterios de accesibilidad. Así, las directrices INKLUDIRE han ayudado a la concreción de las características de accesibilidad de la interfaz de la placa de cocción rediseñada (de la Tabla 7.19 a la Tabla 7.32) y queda validada la hipótesis 3.

Hipótesis 4: El uso de INKLUGI PRO e INKLUDIRE conjuntamente permite el diseño de interfaces de electrodomésticos accesibles.

En el caso de estudio 5 se ha rediseñado la placa de cocción del CS haciendo uso de INKLUGI PRO e INKLUDIRE: La tasa de exclusión total de la placa de cocción del CS, producto de partida, es del 7,27 % considerando la demanda visual y del 6,51 % sin considerar la demanda visual (Tabla 7.40). La tasa de exclusión de la placa de cocción rediseñada es del 6.64 % considerando la demanda visual y del 5,81 % sin considerar la demanda visual (Tabla 7.40). Así, se puede afirmar que el rediseño de la placa de cocción del CS aplicando INKLUGI PRO e INKLUDIRE ha dado como resultado una placa de cocción más accesible y, por lo tanto, que el uso de INKLUGI PRO e INKLUDIRE conjuntamente permite el diseño de interfaces de electrodomésticos accesibles. De este modo, queda validada la hipótesis 4.

### 8.3 Aportaciones de la tesis

Las principales aportaciones realizadas con esta tesis son:

- Análisis del mercado de los electrodomésticos en cuanto a accesibilidad se refiere.
- Análisis de la eficacia de las medidas de accesibilidad aplicadas por las principales marcas de electrodomésticos en cuanto a las capacidades demandadas.

Artículo relacionado (en revisión):

Beitia, A., González de Heredia, A., Aranceta, J., & Justel, D. (2022). Accessibility in large household appliances: What measures do the major brands use and how effective are they? *Journal of Accessibility and Design for All*.

- Dos nuevas herramientas complementarias que están dirigidas a integrar los aspectos de accesibilidad en los procesos de diseño minimizando el nivel de las capacidades demandadas.

- Definición de la herramienta INKLUGI PRO para la evaluación de la accesibilidad a través de la cual se identifican los puntos críticos de un producto.

Publicación relacionada:

Beitia, A., Justel, D., & González de Heredia, A. (2021). Análisis bibliométrico de herramientas de evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los productos de consumo. *25th International Congress on Project Management and Engineering*.

- Definición de las directrices INKLU DIRE para el diseño accesible que aglutinan bajo una misma clasificación 1.482 directrices obtenidas de 24 referencias.

Publicación relacionada:

Beitia, A., Domínguez, I., & Justel, D. (2021). Análisis crítico de las normas para un diseño accesible de productos de consumo. *25th International Congress on Project Management and Engineering*.

- Comparativa de accesibilidad de las interfaces de diferentes modelos de placas de cocción.

Publicación relacionada:

Beitia, A., Alonso, B., González de Heredia, A., Justel, D., & Aranceta, J. (2019). Análisis de Accesibilidad en Interfaces de Placas de Cocción. *XX International Conference on Human-Computer Interaction (Interacción 2019)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3335595.3335614>

Beitia, A., Justel, D., & González de Heredia, A. (2019). Análisis de accesibilidad de interfaces de electrodomésticos. Comparativa entre placas de cocción y lavadoras. *III Congreso internacional de tecnología y turismo para la diversidad*.

- Comparativa de accesibilidad de las interfaces de diferentes modelos de lavadoras.

Publicación relacionada:

Beitia, A., González de Heredia, A., Justel, D., & Alonso, B. (2019). Análisis de accesibilidad en interfaces de lavadoras. *XXIII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos*, 695-707.

Beitia, A., Justel, D., & González de Heredia, A. (2019). Análisis de accesibilidad de interfaces de electrodomésticos. Comparativa entre placas de cocción y lavadoras. *III Congreso internacional de tecnología y turismo para la diversidad*.

- Rediseño de la interfaz de la placa de cocción del CS que puede ser usada por personas con deficiencia visual sin necesidad de elementos intermediarios como puede ser un dispositivo móvil.

## 8.4 Limitaciones

Se han identificado las siguientes limitaciones del trabajo de investigación presentado en este documento:

- En el análisis de la accesibilidad de los electrodomésticos del mercado no se han tenido en cuenta posibles productos o soluciones específicamente pensados para personas con discapacidad a modo de tecnologías de apoyo.
- Las herramientas de estimación de la exclusión no contemplan la posible complementariedad de las capacidades y recae en la persona evaluadora tenerlo en cuenta. Por ejemplo, los *feedbacks* visuales y auditivos muchas veces son complementarios y aunque la interfaz demande ambas capacidades es suficiente con percibir uno de los *feedbacks* para poder usar el producto. Las herramientas de estimación de la exclusión *Exclusion Calculator* e INKLUGI no contemplan dicha posible complementariedad y asume ambas capacidades requeridas como excluyentes. Así, recae en la persona evaluadora tener en cuenta dicha complementariedad a la hora de realizar la evaluación de la accesibilidad con INKLUGI PRO.

## 8.5 Líneas futuras

Con la presente tesis doctoral se han podido cumplir los objetivos definidos y validar las hipótesis planteadas en la introducción. Sin embargo, queda pendiente la publicación de parte del trabajo realizado. Además, dicho trabajo ha abierto nuevas oportunidades de investigación y ha dado pie a marcar las siguientes líneas futuras:

**Línea futura 1:** Los casos de estudio realizados en la presente tesis doctoral se han limitado a la aplicación de las herramientas INKLUGI PRO e INKLUDIRE en electrodomésticos. Sin embargo, la base teórica sobre la que se sustentan ambas herramientas no se limita a esta tipología de productos y se cree que ambas herramientas pueden ser válidas para el diseño accesible de productos de consumo en general.

**Línea futura 2:** Del mismo modo se cree que las directrices INKLUGI PRO puede reducir el gap entre lo que quiere la persona usuaria y lo que se desarrolla disminuyendo (sin evitar) la necesidad de realizar contrastes con las personas usuarias. Se plantea como línea futura la validación de esta hipótesis.

**Línea futura 3:** Para la generación de INKLUDIRE se han tenido en cuenta 24 referencias y 1.482 directrices obtenidas de ellas. Sin embargo, se considera una herramienta abierta a actualizaciones a través de la incorporación de nuevas referencias y directrices.

**Línea futura 4:** Se cree interesante crear una versión digital para profesionales de la herramienta INKLUGI -INKLUGI PRO-, y digitalizar las directrices de diseño accesible INKLUDIRE de tal forma que se automatice el proceso de selección de las directrices a aplicar partiendo de la evaluación realizada con INKLUGI PRO.

**Línea futura 5:** Los tiempos de pandemia no han sido oportunos para contrastar las directrices INKLUDIRE con las personas usuarias e identificar si las pautas de diseño definidas dan respuesta a sus necesidades. Se cree que realizar estos contrastes pueden aportar robustez a la herramienta.

**Línea futura 6:** El trabajo desarrollado en esta tesis doctoral ha estado dirigido al desarrollo de productos accesibles, sin embargo, desde el Diseño Industrial y dentro del DBZ-MU se aborda también el diseño de servicios o experiencias. Se plantea como línea futura para la línea de investigación de Diseño Inclusivo abordar el diseño accesible de servicios y/o experiencias.

**Línea futura 7:** El desarrollo tecnológico hace que evolucionen las interfaces y den paso a nuevas formas de interactuar con los productos. De interfaces físicas con botones y ruletas a pantallas táctiles y más recientemente a la interacción a través de asistentes de voz. Así, las nuevas formas de interactuar derivadas del desarrollo tecnológico plantean nuevos retos desde el punto de vista de la accesibilidad que quedan por abordar.

Capítulo 9

**BIBLIOGRAFÍA**

## 9 Bibliografía

- Abate, T. P., Ono, R., & Kowaltowski, D. C. C. K. (2016). Tools to include blind students in school building performance assessments. *Journal of Accessibility and Design for All*, 6(1), 1-25. <https://doi.org/10.17411/jaccess.v6i1.102>
- Adam, D. L., & Okimoto, M. L. L. R. (2021). Multimodal technology: Improving accessibility of the design of home appliances. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 275, 452-460. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80091-8\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80091-8_53)
- AENOR. (2001). *UNE-EN ISO 10075-2:2001 Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño (ISO 10075-2:1996)*.
- AENOR. (2011a). *UNE-EN ISO 24500:2010 Ergonomía. Diseño accesible. Señales auditivas para productos de consumo (ISO 24500:2010) (Ratificada por AENOR en enero de 2011)*.
- AENOR. (2011b). *UNE-EN ISO 24501:2010 Ergonomía. Diseño accesible. Niveles de presión acústica de las señales auditivas para productos de consumo. (ISO 24501:2010) (Ratificada pro AENOR en febrero de 2011)*.
- AENOR. (2011c). *UNE-EN ISO 24502:2010 Ergonomía. Diseño accesible. Especificación del contraste de luminancia relacionado con la edad en luz coloreada. (Ratificada por AENOR en febrero de 2011)*.
- AENOR. (2011d). *UNE-EN ISO 24503:2011 Ergonomía. Diseño accesible. Utilización de puntos y barras táctiles en productos de consumo (ISO 24503:2011)*.
- AENOR. (2016). *UNE-EN ISO 24504:2016 Ergonomía. Diseño accesible. Niveles de presión acústica de los anuncios vocales para los productos y sistemas de snorización (ISO 24504:2014)(Ratificada por AENOR en agosto de 2016)*.
- AENOR. (2018). *UNE-EN ISO 9241-11:2018 Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad. Definiciones y conceptos. (ISO 9241-11:2018) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en agosto de 2018)*.
- Agarwal, A., Yadav, G., Gupta, D., Tandon, M., Singh, P. K., & Singh, U. (2008). The role of a flash of light for attenuation of venous cannulation pain: A prospective, randomized, placebo-controlled study. *Anesthesia and Analgesia*, 106(3), 814-816. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e318163fcc6>

- Aguirre-Munizaga, M., Vergara-Lozano, V., Delgado-Vera, C., Hidalgo, J., & González-Villalta, R. (2017). A development model of an embedded system for improving the mobility of people with physical disabilities. *Communications in Computer and Information Science*, 749, 146-157. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67283-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67283-0_11)
- Al-Atwan, N. S. S., & Nitulescu, M. (2020). Monitoring and controlling home appliances by different network technologies. *Proceedings of the 2020 21st International Carpathian Control Conference, ICC 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICCC49264.2020.9257242>
- Alajarmeh, N. (2021). Evaluating the accessibility of public health websites: An exploratory cross-country study. *Universal Access in the Information Society*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00788-7>
- An, J., Kang, H., Lee, J., & Lee, H. (2019). *Home appliance, control system by voice recognition and operating method of the same* (Patent N.º US 20190214009A1).
- AODA.ca Inc. (2019). *Accessibility for ontarians with disabilities act*. Accessibility for Ontarians with Disabilities Act. <https://aoda.ca/the-act/>
- APPLiA. (2021). *APPLiA - Home Appliance Europe*. <https://www.applia-europe.eu/>
- Arcelik. (2019). *Sustainability report*. [https://www.arcelikglobal.com/media/5833/arcelik\\_master\\_eng\\_online\\_1808.pdf](https://www.arcelikglobal.com/media/5833/arcelik_master_eng_online_1808.pdf)
- Information and Communication Technology (ICT) Standards and Guidelines, 82 (2017). <https://www.access-board.gov/ict/>
- Aristizabal, L. F., Cano, S., Collazos, C. A., Moreira, F., Alghazzawi, D. M., & Fardoun, H. (2017). Tools and methods applied in interactive systems to evaluate the user experience with deaf/hard of hearing children. *5th International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, TEEM 2017, Part F1322*, University of Salamanca. <https://doi.org/10.1145/3144826.3145365>
- Asociación Española de Normalización. (s. f.). *La normalización*. [https://www.une.org/normalizacion\\_documentos/normalizacion\\_une.pdf](https://www.une.org/normalizacion_documentos/normalizacion_une.pdf)
- Asociación Española de Normalización. (2019a). *UNE-EN ISO 24550:2019 Ergonomía. Diseño accesible. Luces indicadoras en productos de consumo. (ISO 24500:2019) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en febrero de 2020.)*.
- Asociación Española de Normalización. (2019b). *UNE-EN ISO 24551:2019 Ergonomía. Diseño accesible. Instrucciones habladas para productos de consumo. (ISO*

- 24551:2019) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en febrero de 2020.).
- Asociación Española de Normalización. (2021a). *UNE-CEN ISO/TR 22411:2021 Datos ergonómicos para su uso en la aplicación de la Guía ISO/IEC 71:2014 (ISO/TR 22411:2021)*(Ratificada por la Asociación Española de Normalización en marzo de 2021.).
- Asociación Española de Normalización. (2021b). *UNE-EN IEC 63008 Aparatos electrodomésticos y análogos. Accesibilidad de los elementos de control, puertas, tapas, cajones y tiradores (IEC 63008:2020)*.
- Association of Home Appliance Manufacturers. (2021). *AHAM - Association of Home Appliance Manufacturers*. <https://www.aham.org/>
- Baber, C., & Stanton, N. A. (2002). Task analysis for error identification: Theory, method and validation. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(2), 212-227. <https://doi.org/10.1080/14639220210124094>
- Baber, C., & Stanton, N. A. (2008). *Task analysis for error identification*.
- Baier, N., & Schuenemann, A. (2020). *Accessible operation of a household appliance* (Patent N.º US 2020/0186377 A1).
- Balakrishnan, S., Vasudavan, H., & Murugesan, R. K. (2018). Smart home technologies: A preliminary review. *Proceedings of the 6th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City*, 120–127. <https://doi.org/10.1145/3301551.3301575>
- Beitia, A., Alonso, B., Gonzalez de Heredia, A., Justel, D., & Aranceta, J. (2019). Análisis de Accesibilidad en Interfaces de Placas de Cocción. *XX International Conference on Human-Computer Interaction (Interaccion 2019)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3335595.3335614>
- Beitia, A., Gonzalez de Heredia, A., Justel, D., & Alonso, B. (2019). Análisis de accesibilidad en interfaces de lavadoras. *XXIII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos*, 695-707.
- Bemposta Pinheiro, E. J., & Salgado Bruges, D. J. (2019). *Appliance control system and method* (Patent N.º US010362158B2).
- Bevan, N. (2008). Classifying and selecting UX and usability measures. *International workshop on Meaningful Measures: Valid useful user experience measurement*, 13-

- 18.
- Bianchin, M., & Heylighen, A. (2018). Just design. *Design Studies*, 54, 1-22. <https://doi.org/10.1016/J.DESTUD.2017.10.001>
- Blasco, R., Marco, Á., Casas, R., Cirujano, D., & Picking, R. (2014). A smart kitchen for ambient assisted living. *Sensors*, 14(1), 1629-1653. <https://doi.org/10.3390/s140101629>
- Bradley, M., Kristensson, P. O., Langdon, P., & Clarkson, P. J. (2019). *Interaction patterns: The key to unlocking digital exclusion assessment?* (Vol. 786, pp. 564-572). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93885-1\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93885-1_51)
- Bradley, M., Langdon, P., & Clarkson, P. J. (2015). *Assessing the inclusivity of digital interfaces - A proposed method* (Vol. 9175, pp. 25-33). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3_3)
- Brajnik, G. (2006). Web accessibility testing : when the method is the culprit. *International Conference on Computers for Handicapped Persons*, 156-163.
- BSH Home Appliances Corporation. (s. f.). *Bosch*. ADA compliant models. Recuperado 16 de noviembre de 2020, de <https://www.bosch-home.com/us/experience-bosch/ada-compliant-models#tab-navigation>
- Burzagli, L., & Gaggioli, A. (2017). Evaluation method for an app involving kitchen activities. En C. P. & de W. L. (Eds.), *Studies in Health Technology and Informatics* (Vol. 242, pp. 204-207). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-798-6-204>
- Buzzi, M., Leporini, B., & Meattini, C. (2019). Design guidelines for web interfaces of home automation systems accessible via screen reader. *Journal of Web Engineering*, 18(4-6), 477-511. <https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.18468>
- Callejas, Z., & López-Cózar, R. (2009). Designing smart home interfaces for the elderly. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, 95, 10-16. <https://doi.org/10.1145/1651259.1651261>
- Clarkson, J., Coleman, R., Hosking, I., & Waller, S. (2007). *Inclusive Design toolkit*. Cambridge University. <http://www.inclusivedesigntoolkit.com/>
- Condado, P. A., & Lobo, F. G. (2015a). A system for controlling assisted living environments using mobile devices. *Proceedings of the 17th International Sigaccess Conference on Computers & Accessibility on Computers & Accessibility*, 33-38. <https://doi.org/10.1145/2700648.2809839>

- Condado, P. A., & Lobo, F. G. (2015b). A system for controlling assisted living environments using mobile devices. *Proceedings of the 17th International Sigaccess Conference on Computers & Accessibility on Computers & Accessibility*, 33-38. <https://doi.org/10.1145/2700648.2809839>
- Connell, B. R., Jones, M., Mace, R., Mueller, J., Mullick, A., Ostroff, E., Sanford, J., Steinfeld, E., Story, M., & Vanderheiden, G. (1997). *The principles of Universal Design*. [https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about\\_ud/udprinciplestext.htm](https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm)
- Coral, W., Alarcon, A., Llanos, J., & Hernandez, J. (2019). Home automation system for people with visual and motor disabilities in Colombia. *ICINCO 2019 - Proceedings of the 16th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, 1*, 333-340. <https://doi.org/10.5220/0007929303330340>
- Danby. (2021). *Danby*. <https://www.danby.com/en-us/product-categories/ranges-en-us/>
- DBZ-MU. (2018). *INKLUGI*. <https://www.mondragon.edu/inklugi/>
- Design Council. (2020). *The seven tenets of human-centred design*. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/seven-tenets-human-centred-design>
- Directorate-General for Communication. (s. f.). *European Commission*. About the energy label and ecodesign. Recuperado 25 de octubre de 2021, de [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about\\_en](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about_en)
- Directorate-General for Environment. (s. f.). *European Commission - Environment*. Green public procurement. Recuperado 25 de octubre de 2021, de [https://ec.europa.eu/environment/gpp/buying\\_handbook\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/buying_handbook_en.htm)
- Diseinu Berrikuntza Zentroa - Mondragon Unibertsitatea. (2014). *Metodología DBZ-MU - Metodología de innovación centrada en las personas*. <http://dbz.mondragon.edu/es/imagenes/metodologia-dbz>
- Dong, H., McGinley, C., Nickpour, F., & Cifter, A. S. (2013). Designing for designers: Insights into the knowledge users of inclusive design. *Applied Ergonomics*, 46(PB), 284-291. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.003>
- Dong, J., Li, R., Ji, Z., & He, C. (2018). *Research on Multi Human-Computer Interface Design of Household Electrical Appliances*. 10917, 255-270. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91397-1>

- Eliasson, A. C., Krumlinde-Sundholm, L., Rösblad, B., Beckung, E., Arner, M., Öhrvall, A. M., & Rosenbaum, P. (2006). The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: Scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(7), 549-554. <https://doi.org/10.1017/S0012162206001162>
- Erlandson, R. F. (2007). *Universal and accessible design for products, services, and processes* (1.<sup>a</sup> ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420007664>
- ETSI. (2009). Human Factors (HF); Guidelines for ICT products and services; «Design for All» (ETSI EG 202 116). En *Human Factors* (pp. 1-203).
- ETSI. (2011). *Human Factors; Inclusive eServices for all: Optimizing the accessibility and the use of upcoming user-interaction technologies (ETSI EG 202 848)*. 1, 1-172.
- European Commission. (2019). *Accessibility requirements for ICT products and services (EN 301549)*. 1, 1-138.
- The EIDD Stockholm Declaration, (2004).
- Frigidaire. (s. f.). *Frigidaire*. Products. Search: accessibility. Recuperado 16 de noviembre de 2020, de <https://www.frigidaire.ca/Search-Results/?sort=&q=accessibility>
- Garcia-Betances, R. I., Cabrera-Umpierrez, M. F., Ottaviano, M., Pastorino, M., & Arredondo, M. T. (2016). Parametric cognitive modeling of information and computer technology usage by people with aging-and disability-derived functional impairments. *Sensors (Switzerland)*, 16(2), 266 (23 pp.). <https://doi.org/10.3390/s16020266>
- García, I. M. (2010). *Criterios e instrumentos de evaluación*. [http://www.eumed.net/libros-gratis/2010b/687/CRITERIOS\\_E\\_INSTRUMENTOS\\_DE\\_EVALUACION.htm](http://www.eumed.net/libros-gratis/2010b/687/CRITERIOS_E_INSTRUMENTOS_DE_EVALUACION.htm)
- GE Appliances. (2020a). *GE Appliances*. GE ADA compliant appliances. <https://www.geappliances.com/ge/ada-compliant/>
- GE Appliances. (2020b). *Haier Appliances*. Americans with Disabilities Act - ADA Haier Appliances. <https://www.haierappliances.com/search/support-search-content/38456>
- Gentry, T. (2009). Smart homes for people with neurological disability: State of the art. *NeuroRehabilitation*, 25(3), 209-217. <https://doi.org/10.3233/NRE-2009-0517>

- Gonzalez-de-Heredia, A., Justel, D., Iriarte, I., & Lasa, G. (2017). «Elder personas» adapting personas to understand the real needs of elderly people. *The 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17)*, 291-300.
- González de Heredia, A. (2022). *Integración de aspectos de envejecimiento en la metodología de innovación centrada en las personas del DBZ*. Mondragon Unibertsitatea.
- GPII. (2019). *The Global Public Inclusive Infrastructure*. <https://gpil.net/>
- Graham, G., & Chandrashekar, S. (2016). *Inclusive process and tool for evaluation of accessible user experience (AUX)* (Vol. 9737, pp. 59-69). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_6)
- Grundy, Ahlburg, Ali, Breeze, & Slogget. (2001). *Disability Follow-Up to the 1996/97 Family Resources Survey*. UK Data Service. <https://doi.org/10.5255/UKDA-SN-4090-1>
- Guasch, D., Martín-Escalona, I., Macías, J. A., Moreno, L., Hervás, R., & Bautista, S. (2019). Expert-based assessment of an augmentative and alternative communication tool. *Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3335595.3335631>
- Gullà, F., Ceccacci, S., Menghi, R., & Germani, M. (2016). An adaptive smart system to foster disabled and elderly people in kitchen-related task. *9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA 2016*. <https://doi.org/10.1145/2910674.2910678>
- Guo, A., Chen, A., & Bigham, J. P. (2015). ApplianceReader: A wearable, crowdsourced, vision-based system to make appliances accessible. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2043–2048. <https://doi.org/10.1145/2702613.2732755>
- Guo, A., Kim, J., Chen, A., Yeh, T., Hudson, S. E., Mankoff, J., & Bigham, J. P. (2016). Facade: Auto-generating tactile interfaces to appliances. *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 315–316. <https://doi.org/10.1145/2982142.2982187>
- Gupta, N., Gupta, S., & Madsen, M. (2012). EASY Alliance: A new standard to enable access to consumer electronics and home appliances (CEHA) for seniors and the disabled. *Digest of Technical Papers - IEEE International Conference on Consumer Electronics*, 560-561. <https://doi.org/10.1109/ICCE.2012.6161973>

- Hackos, J. T., & Redish, J. C. (1998). *User and Task Analysis for Interface Design*. John Wiley & Sons, Inc.
- Haraikawa, T., Nakagawa, S., Une, Y., Sakane, Y., & Takebayashi, Y. (2006). A unique way of personalized and situational supports for universal access of home appliance network. *Digest of Technical Papers - IEEE International Conference on Consumer Electronics, 2006*, 59-60. <http://dx.doi.org/10.1109/ICCE.2006.1598309>
- Harrington, C. N., Ruzic, L., & Sanford, J. A. (2017). *Universally accessible mHealth apps for older adults: Towards increasing adoption and sustained engagement: Vol. 10279 LNCS* (pp. 3-12). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58700-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58700-4_1)
- Hassenzahl, M. (2010). Experience design: Technology for all the right reasons. *Synthesis lectures on human-centered informatics*, 3(1), 1-95.
- Heine, I., Beaujean, P., & Schmitt, R. (2017). Aid for the user-centered evaluation of human machine interfaces during ramp-up of socio-cyber-physical production systems. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 486, 139-152. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4\\_13](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4_13)
- Henka, A., Stiegler, A., Zimmermann, G., & Ertl, T. (2015). *Conducting acceptance tests for elderly people on the Web. pt.I*, 325-336. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20892-3\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20892-3_32)
- Home Connect GmbH. (s. f.). *Home Connect-Connect your household*. Recuperado 12 de febrero de 2020, de <https://www.home-connect.com/global/>
- Horváth, I. (2007). Comparison of Three Methodological Approaches of Design Research. *The 16th International Conference on Engineering Design*, 361-362. <https://www.designsociety.org/publication/25512/Comparison+of+Three+Methodological+Approaches+of+Design+Research>
- Hosking, I., Waller, S., & Clarkson, P. J. (2010). It is normal to be different: Applying inclusive design in industry. *Interacting with Computers*, 22(6), 496-501. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.08.004>
- Hosono, N., Inoue, H., Nakanishi, M., & Tomita, Y. (2016). *Sensory evaluation method with multivariate analysis for pictograms on smartphone* (Vol. 9735, pp. 521-530). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40397-7\\_50](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40397-7_50)
- Huang, H., Yang, M., & Lv, T. (2018). Ergonomic analysis of washing machines for elderly people: A focus group-based study. *International Journal of Industrial*

- Ergonomics*, 68(September), 211-221. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.08.008>
- Instituto Nacional de Estadística. (2008a). *Encuesta de hogares y medio ambiente*. <http://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?type=pcaxis&path=/t25/p500/2008/p02/&file=pcaxis&L=0>
- Instituto Nacional de Estadística. (2008b). *Encuesta sobre discapacidades, autonomía personal y situaciones de dependencia*.
- International Organization for Standardization. (2008). *ISO 9241-171 Ergonomics of human-system interaction - Part 171: Guidance on software accessibility*. <https://www.iso.org/standard/39080.html>
- Intirion Corporation. (2021). *MicroFridge by Danby. Senior Living*. <https://www.microfridge.com/en-us/senior-living/>
- ISO. (2006). *ISO 20282-1:2006 Ease of operation of everyday products — Part 1: Design requirements for context of use and user characteristics*.
- ISO. (2012). *ISO/IEC 40500:2012 Information technology — W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*.
- ISO. (2013). *ISO 17049:2013 Accessible Design - Application of braille on signage, equipment and appliances*.
- ISO. (2014). *Guide 71 - Guide for addressing accessibility in standards (ISO/IEC Guide 71:2014)*. 2014.
- ISO. (2016). *ISO 24505:2016 Ergonomics — Accessible design — Method for creating colour combinations taking account of age-related changes in human colour vision*.
- ISO. (2019a). *ISO 24508:2019 Ergonomics — Accessible design — Guidelines for designing tactile symbols and characters*.
- ISO. (2019b). *ISO 24509:2019 Ergonomics — Accessible design — Accessibility of information presented on visual displays of small consumer products*.
- ISO. (2020a). *ISO/TS 21054 Ergonomics — Accessible design — Controls of consumer products*.
- ISO. (2020b). *ISO 21801-1:2020 Cognitive accessibility — Part 1: General guidelines*.
- ISO. (2020c). *ISO 24552:2020 Ergonomics — Accessible design — Accessibility of information presented on visual displays of small consumer products*.

- Jamil, M. M. A., & Ahmad, M. S. (2015). A pilot study: Development of home automation system via raspberry Pi. *Proceedings 2nd International Conference on Biomedical Engineering, ICoBE 2015*. <https://doi.org/10.1109/ICoBE.2015.7235916>
- Ley 39/2006 de Promoción de la autonomía personal y atención a las personas en situación de dependencia, Boletín Oficial del Estado 1 (2006). <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-21990-consolidado.pdf>
- Kamikubo, R., Higuchi, K., Yonetani, R., Koike, H., & Sato, Y. (2017). Rapid prototyping of accessible interfaces with gaze-contingent tunnel vision simulation. *19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 387-388. <https://doi.org/10.1145/3132525.3134803>
- Kane, S. K., Frey, B., & Wobbrock, J. O. (2013). Access Lens: A gesture-based screen reader for real-world documents. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 347-350. <https://doi.org/10.1145/2470654.2470704>
- Keates, S., & Clarkson, J. (2003). *Countering design exclusion. An introduction to inclusive design*. Springer.
- Kelly, M. P., Stewart, E., Morgan, A., Killoran, A., Fischer, A., Threlfall, A., & Bonnefoy, J. (2009). A conceptual framework for public health: NICE's emerging approach. *Public Health*, 123(1), e14-e20. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2008.10.031>
- Kim, H. K., Han, S. H., Park, J. J. J., & Park, J. J. J. (2016). The interaction experiences of visually impaired people with assistive technology: A case study of smartphones. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 55, 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.07.002>
- Kim, H., Park, D., Choi, U., Shin, S., Kim, M., & Lee, K. (2019). Multi-device framework with spatial clustering (industry track). *Proceedings of the 20th International Middleware Conference Industrial Track*, 15–21. <https://doi.org/10.1145/3366626.3368127>
- Kim, S., Oh, H., Yim, S., Jeon, J., Hong, J., Lee, J., Lee, T., & Lee, S. (2016). Applying extending hierarchical task analysis to accessibility assessment methodology of home appliance. *Proceedings of HCI Korea*, 245–250. <https://doi.org/10.17210/hcik.2016.01.245>
- Kim, T. (2017). Perceived difficulties in using blenders by user groups and product features. *Archives of Design Research*, 30(4), 37-55. <https://doi.org/10.15187/adr.2017.11.30.4.37>

- Kocsis, O., Vanderheiden, G., Peinado, I., De Lera, E., Smirek, L., Zimmermann, G., Riedel, T., & Fendrich, N. (2017). DSpace: An inclusive repository for cost-efficient development of accessible control interfaces. *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2016*.  
<https://doi.org/10.1109/SSCI.2016.7850062>
- Kshirsagar, S., Sachdev, S., Singh, N., Tiwari, A., & Sahu, S. (2020). IoT enabled gesture-controlled home automation for disabled and elderly. *Proceedings of the 4th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2020*, 821-826. <https://doi.org/10.1109/ICCMC48092.2020.ICCMC-000152>
- Kumar, S., Benedict, S., & Ajith, S. (2019). Application of natural language processing and IoTCloud in smart homes. *2019 2nd International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques, ICCT 2019*, 20-25. <https://doi.org/10.1109/ICCT46177.2019.8969066>
- Kuusinen, J. (2011). The evaluation of accessibility and usability in Home for All-project. *Assistive Technology Research Series*, 29, 866-871. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-814-4-866>
- Large, A.-C., Bach, C., & Calvet, G. (2018). *CONTACT: A human centered approach of multimodal flight deck design and evaluation: Vol. 10906 LNAI* (H. D. (ed.); pp. 593-604). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91122-9\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91122-9_48)
- Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3\_Part\_1), 179-186. [https://doi.org/10.1093/geront/9.3\\_Part\\_1.179](https://doi.org/10.1093/geront/9.3_Part_1.179)
- Lee, J. H., Kim, Y. M., Rhiu, I., & Yun, M. H. (2021). A persona-based approach for identifying accessibility issues in elderly and disabled users' interaction with home appliances. *Applied Sciences*, 11(1), 1-28. <https://doi.org/10.3390/app11010368>
- Lee, S., & Kim, D. (2014). Accessible information structure with no visual feedback for electronic house appliance design. *Gerontechnology*, 13(2), 127-128. <https://doi.org/10.4017/gt.2014.13.02.422.00>
- Leporini, B., & Buzzi, M. (2018). Home automation for an independent living: Investigating the needs of visually impaired people. *Proceedings of the Internet of Accessible Things*. <https://doi.org/10.1145/3192714.3192823>
- LG Electronics. (2019). LG. Todos tus electrodomésticos LG controlados por voz, gracias a la renovada app ThinQ™. <https://www.lg.com/es/acerca-de-lg/comunicados-de->

prensa/lg-thinq-voz.page

- Li, M., Albayrak, A., Zhang, Y., van Eijk, D., & Yang, Z. (2019). Comparison of questionnaire based and user model based usability evaluation methods. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 824, 1081-1098. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5\\_110](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_110)
- Lin, K.-C., & Wu, C.-F. (2015). Practicing universal design to actual hand tool design process. *Applied Ergonomics*, 50, 8-18. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.12.008>
- Liu, S. F., Wang, M. H., Lin, M. C., & Huang, T. S. (2016). *An ergonomics research for developing senior citizens' mobile devices gesture display* (G. R. & K. W. (eds.); Vol. 489, pp. 11-20). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41694-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41694-6_2)
- Lohse, A., Aust, A., Röder, J., & Bullinger, A. C. (2019). *Interdisciplinary adaptation and extension of the user experience questionnaire for videos in learning environments* (B. S., T. R., A. S., F. Y., & A. T. (eds.); Vol. 826, pp. 789-798). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96065-4\\_82](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96065-4_82)
- Lorentzen, L., & Eklund, J. (2016). *How the Swedish Rheumatism Association uses the design for all tests to approve easy to handle packages and products* (di B. G. & K. P. (eds.); Vol. 500, pp. 573-583). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_51)
- Lorentzen, L., & Hedvall, P.-O. (2018). *Bringing human diversity into design processes through empathic modelling BT - 2018 Universal Design and Higher Education in Transformation Congress, UDHEIT 2018, October 30, 2018 - November 2, 2018*. 256, 128-136. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-923-2-128>
- MacKeogh, T., Dillenburg, K., & Donovan, J. (2018). *Applying a universal design approach to empower children with multiple impairments in assistive technology assessment* (C. G., D. C., M. L., & R. D. (eds.); Vol. 256, pp. 870-880). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-923-2-870>
- Mahoney, F. I., & Barthel, D. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14, 56-61. [https://doi.org/10.2320/jinstmet1952.55.4\\_444](https://doi.org/10.2320/jinstmet1952.55.4_444)
- Martin, B., & Hanington, B. M. (2012). *Universal methods of design: 100 ways to research complex problems, develop innovative ideas, and design effective solutions*. Rockport Publishers.
- Masina, F., Orso, V., Pluchino, P., Dainese, G., Volpato, S., Nelini, C., Mapelli, D.,

- Spagnoli, A., & Gamberini, L. (2020). Investigating the accessibility of voice assistants with impaired users: Mixed methods study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(9), e18431-e18431. <https://doi.org/10.2196/18431>
- Masina, F., Pluchino, P., Orso, V., Ruggiero, R., Dainese, G., Mameli, I., Volpato, S., Mapelli, D., & Gamberini, L. (2021). VOICE Actuated Control Systems (VACS) for accessible and assistive smart homes. A preliminary investigation on accessibility and user experience with disabled users. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 725, 153-160. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63107-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63107-9_11)
- Mengoni, M., Raponi, D., & Ceccacci, S. (2016). A method to identify VR-based set-up to foster elderly in design evaluation. *International journal of intelligent engineering informatics*, 4(1), 46-70. <https://doi.org/10.1504/IJIEI.2016.074501>
- Merritt, D. (2017). *User-generated accessibility in virtual world games* (Vol. 10280, pp. 349-358). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57987-0\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57987-0_28)
- Miao, M., Pham, H. A., Friebe, J., & Weber, G. (2016). Contrasting usability evaluation methods with blind users. *Universal Access in the Information Society*, 15(1), 63-76. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0378-8>
- Miele & Cie. KG. (s. f.). *Miele*. Sustainability. Products. Recuperado 16 de noviembre de 2020, de <https://www.miele.com/en/com/4786.htm#highlight=accessible>
- Ministerio de la Presidencia. (2018). 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*, núm 227, 90533 a 90549. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-12699](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-12699)
- Mitsubishi Electric Corporation. (s. f.-a). *Mitsubishi electric*. Universal design. Philosophy. Recuperado 29 de septiembre de 2021, de <https://www.mitsubishielectric.com/en/about/rd/research/highlights/design/universal/philosophy.html>
- Mitsubishi Electric Corporation. (s. f.-b). *Mitsubishi Electric*. Universal design. Development process. Recuperado 28 de octubre de 2019, de <https://www.mitsubishielectric.com/en/about/rd/research/highlights/design/universal/process.page>
- Moen Incorporated. (2020). *Moen*. Smart Home. U by Moen Smart Faucet. <https://www.moen.com/smart-home/u-by-moen-smart-faucet>
- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los derechos de las personas con*

- discapacidad*. <https://doi.org/10.17103/reei.37.08>
- Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. En J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), *Usability Inspection Methods*. John Wiley & Sons.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interface. *SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 249-256.
- Organización Mundial de la Salud. (2002). *Towards a common language for functioning, disability and health: ICF*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/classifications/icf/en/>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. [https://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/es/](https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/)
- Pan, G., Wu, J., Zhang, D., Wu, Z., Yang, Y., & Li, S. (2010). GeeAir: A universal multimodal remote control device for home appliances. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(8), 723–735. <https://doi.org/10.1007/s00779-010-0287-7>
- Parajuli, P., & Eika, E. (2020). A comparative study of accessibility and usability of norwegian university websites for screen reader users based on user experience and automated assessment. *Lecture Notes in Computer Science*, 12188 LNCS, 300-310. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49282-3\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49282-3_21)
- Park, J. W., Shin, J. C., & Jeong, J. (2016). *Home appliance, mobile device and home appliance contyrol system* (Patent N.º US 2016O147207A1).
- Perlick Corporation. (2021). *Perlick*. <https://www.perlick.com/catalogsearch/result/?q=ada+compliant>
- PR Newseire. (2007). *Whirlpool*. Whirlpool brand receives Helen Keller Achievement Award in accessibility for innovative laundry products. <http://whirlpool.mediaroom.com/2007-05-31-Whirlpool-Brand-Receives-Helen-Keller-Achievement-Award-in-Accessibility-for-Innovative-Laundry-Products>
- Qin, J., Cao, S., & Wang, X. (2016). User experience design for Green IT products through wearable computing and Quantified Self. *5th International Conference on Design, User Experience, and Usability. DUXU 2016*, 9747, 507-515. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40355-7\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40355-7_48)
- Raza, A., Baloch, M. H., Hussain, S., Malik, M. Z., Ali, I., Sibghatullah, Ali, A., Kumar, D., & Ali, A. (2020). A home automation through Android mobile app by using Arduino UNO. *Proceedings 23rd IEEE International Multi-Topic Conference, INMIC 2020*.

- <https://doi.org/10.1109/INMIC50486.2020.9318084>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española* (Versión en línea). <https://doi.org/10.2307/331350>
- Retegi, A. (2015). *Inclusive experience design: una metodología de diseño de experiencias basada en las capacidades de las personas*.
- Reyes-Cruz, G., Fischer, J. E., & Reeves, S. (2020). Reframing disability as competency: Unpacking everyday technology practices of people with visual impairments. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376767>
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to plan, design and conduct effective tests* (2.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons.
- Ruser, H., Vorweg, S., & Eicher, C. (2020). Making the home accessible - experiments with an infrared handheld gesture-based remote control. *Communications in Computer and Information Science*, 1226 CCIS, 89-97. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50732-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50732-9_13)
- Ruzic, L., Lee, S. T., Liu, Y. E., & Sanford, J. A. (2016). Development of Universal Design Mobile Interface Guidelines (UDMIG) for aging population. En M. Antona & C. Stephanidis (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Techniques, and Best Practices* (pp. 98-108). Springer International Publishing.
- Ruzic, L., & Sanford, J. A. (2017). Universal Design Mobile Interface Guidelines (UDMIG) for an aging population. En H. R. Marston, S. Freeman, & C. Musselwhite (Eds.), *Mobile e-Health* (pp. 17-37). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60672-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60672-9_2)
- Sainz de Salces, F. J., England, D., & Llewellyn-Jones, D. (2005). Designing for all in the house. *Proceedings of the 2005 Latin American Conference on Human-Computer Interaction*, 283–288. <https://doi.org/10.1145/1111360.1111389>
- Samsung. (2020a). *Samsung. Accessibility*. <https://www.samsung.com/uk/accessibility/vision/>
- Samsung. (2020b). *Samsung. Home-Appliance. Accessibility*. <https://www.samsung.com/uk/accessibility/home-appliance/>
- Sanderson, N. C., Chen, W., Bong, W. K., & Kessel, S. (2016). *The accessibility of MOOC platforms from instructors' perspective* (Vol. 9739, pp. 124-134). Springer

- Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40238-3\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40238-3_13)
- Sanderson, N. C., Chen, W., & Kessel, S. (2015). *The accessibility of web-based media services – an evaluation* (Vol. 9175, pp. 242-252). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3_24)
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2016). *Learning environment for Autism Spectrum Disorders: A universal approach to the promotion of mathematical reasoning*. 162-169. <https://doi.org/10.1145/3019943.3019967>
- Sardroud, O. E., & Choi, Y. M. (2016). *Design and evaluation of a universally accessible academic course search portal* (Vol. 500, pp. 351-360). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_31)
- Schmutz, S., Sonderegger, A., & Sauer, J. (2016). Implementing recommendations from web accessibility guidelines: Would they also provide benefits to nondisabled users. *Human Factors*, 58(4), 611-629. <https://doi.org/10.1177/0018720816640962>
- Scolari, C. A. (2018). *Las leyes de la interfaz*. Gedisa.
- Seklou, K., Kokkinos, P., Tselikas, N. D., & Boukouvalas, A. C. (2019). Monitoring and management of home appliances with NETCONF and YANG. *Proceedings of the 23rd Pan-Hellenic Conference on Informatics*, 25–32. <https://doi.org/10.1145/3368640.3368643>
- Shin, D. H., Bohn, D. K., Agel, J., Lindstrom, K. A., Cronquist, S. M., & Van Heest, A. E. (2015). Hand function with touch screen technology in children with normal hand formation, congenital differences, and neuromuscular disease. *Journal of Hand Surgery*, 40(5), 922-927.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.12.028>
- Silva, P. A., Holden, K., & Jordan, P. (2015). Towards a List of Heuristics to Evaluate Smartphone Apps Targeted at Older Adults: A Study with Apps that Aim at Promoting Health and Well-Being. *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3237-3246. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.390>
- Software, P. (2020). *SortSite Desktop*. <https://www.powermapper.com/products/sortsite/>
- Sun, K. T., Hsieh, K. L., & Syu, S. R. (2020). Towards an accessible use of a brain-computer interfaces-based home care system through a smartphone. *Computational intelligence and neuroscience*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1843269>
- Sun, N. (2020). CareHub: Smart screen VUI and home appliances control for older

- adults. *ASSETS 2020 - 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. <https://doi.org/10.1145/3373625.3418051>
- Swarnkar, R. (2017). *Sliding shelf assembly for a refrigerator appliance* (Patent N.º US 009726423 B1).
- Tang, G., & Webb, P. (2018). The design and evaluation of an ergonomic contactless gesture control system for industrial robots. *Journal of Robotics*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9791286>
- Tavares, C. S. M., Anthero, F., & Scoz, M. (2019). *Analysis of methods for evaluation of assistive technologies focused on computational access of people with cerebral palsy* (Vol. 824, pp. 1411-1419). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5\\_143](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_143)
- Tejada-Gutierrez, A., Gonzalez-Torres, P., Chavez-Sanchez, I., & Aceves-Gonzalez, C. (2019). Inclusive smart parking: Usability analysis of digital parking meter for younger and older users. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 776, 260-268. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-94622-1\\_25](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-94622-1_25)
- Telefónica Empresas en EL PAÍS. (2019). *Internet de las cosas*. <https://elpais.com/publico-especial/thinkbig-empresas/internet-de-las-cosas/>
- Tomberg, V., & Kelle, S. (2016). *Towards universal design criteria for design of wearables*. 500, 439-449. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_39)
- Tomberg, V., & Kelle, S. (2018). *Universal design based evaluation framework for design of wearables* (F. C. & A. T. (eds.); Vol. 608, pp. 105-116). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60639-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60639-2_11)
- Trigás-Ferrín, M., & Ferreira-González, L. (2011). Escalas de valoración funcional en ancianos. *Galicia Clinica*, 72(1), 11-16. <http://galiciaclinica.info/pdf/11/225.pdf>
- Tsakiris, A., Moschonas, P., Kaklanis, N., Paliokas, I., Stavropoulos, G., & Tzovaras, D. (2013). Cognitive impairments simulation in a holistic GUI accessibility assessment framework. *Assistive Technology Research Series*, 33(December 2015), 489-493. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-304-9-489>
- U.S. Dept. of Health and Human Services. (2006). *The research-based web design & usability guidelines*. U.S. Government Printing Office. <https://www.usability.gov/>
- U.S. General Services Administration. (2018). *Section 508*. <https://www.section508.gov/>
- Union Europea. (2019). *Directiva (UE) 2019/882 del Parlamento Europeo y del Consejo*

de 17 de abril de 2019 sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios. *Diario Oficial de la Unión Europea L 151/70*.

Unión Europea. (2016). Directiva (UE) 2016/ 2102 del parlamento europeo y del consejo - de 26 de octubre de 2016 - sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles de los organismos del sector público. I (*Actos legislativos*), 2014(2), 1-15. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2102&from=ES>

United States Department of Justice. (2010). *2010 ADA standards for Accessible Design*. [https://www.ada.gov/2010ADAstandards\\_index.htm](https://www.ada.gov/2010ADAstandards_index.htm)

University of Cambridge. (2015). *Exclusion Calculator Lite v2.1*. <http://calc.inclusivedesign toolkit.com/>

Vanderheiden, G., & Vanderheiden, K. (1992). *Accessible design of consumer products: Guidelines for the design of consumer products to increase their accessibility to people with disabilities or who are aging*. UW-Madison Trace Center. [http://trace.wisc.edu/docs/consumer\\_product\\_guidelines/consumer.htm](http://trace.wisc.edu/docs/consumer_product_guidelines/consumer.htm)

Vieira, J., Osório, J. M. A., Mouta, S., Delgado, P., Portinha, A., Meireles, J. F., & Santos, J. A. (2017). Kansei engineering as a tool for the design of in-vehicle rubber keypads. *Applied Ergonomics*, 61, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.12.019>

Vieira, S., Santos, A., Costa, R., Maritan, T., Aschoff, M., & Verl'issimo, V. (2017). A Study on the use of multiple avatars in 3D sign language dictionaries. *Proceedings of the 23rd Brazillian Symposium on Multimedia and the Web*, 325–332. <https://doi.org/10.1145/3126858.3126865>

Viking Range. (2020). Kitchen & bath design news. *Kitchen & bath design news features Viking appliances*. <https://www.vikingrange.com/consumer/product/more-viking/the-viking-life/news-at-viking/kitchen---bath-design-news-features-viking-appliances>

Wakefield, M. (2018). *Universal design for learning guidelines version 2.2*. CAST. <http://udlguidelines.cast.org/>

Waller, S., Bradley, M., Hosking, I., & Clarkson, P. J. (2015). Making the case for inclusive design. *Applied Ergonomics*, 46(PB), 297-303. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.012>

Waller, S. D., Bradley, M. D., Langdon, P. M., & Clarkson, P. J. (2013). *Visualising the*

- number of people who cannot perform tasks related to product interactions.* 44, 1-31.
- Waller, S. D., Williams, E. Y., Langdon, P. M., & Clarkson, P. J. (2010). Quantifying exclusion for tasks related to product interaction. *Designing Inclusive Interactions*, 57-68.
- Watkins, I., Kules, B., Yuan, X., & Xie, B. (2014). Heuristic evaluation of healthy eating apps for older adults. *Journal of Consumer Health on the Internet*, 18(2), 105-127. <https://doi.org/10.1080/15398285.2014.902267>
- WAVE. (2022). WAVE Web accessibility evaluation tool.
- Wentzel, J., Velleman, E., & Geest, T. (2016a). *Developing accessibility design guidelines for wearables: Accessibility standards for multimodal wearable devices. pt.1*, 109-119. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_11)
- Wentzel, J., Velleman, E., & Geest, T. (2016b). *Developing Accessibility Design Guidelines for Wearables: Accessibility Standards for Multimodal Wearable Devices. pt.1*, 109-119. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_11)
- Whirlpool. (2020). *Whirlpool*. Home, kitchen & laundry appliances & products. <https://www.whirlpool.com/>
- Wildenbos, G. A., Peute, L. W., & Jaspers, M. W. M. (2015). A framework for evaluating mHealth tools for older patients on usability. *Studies in Health Technology and Informatics*, 210, 783-787. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-512-8-783>
- World Wide Web Consortium. (2015). *Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0*. <https://www.w3.org/TR/ATAG20/>
- World Wide Web Consortium. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- Yerlikaya, Z., & Durdu, P. O. (2017). *Evaluation of accessibility of university websites: A case from turkey* (S. C. (Ed.); Vol. 714, pp. 663-668). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58753-0\\_94](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58753-0_94)
- Yu, Y., Jia, L., Liu, Z., Lu, M., Li, Q., Xiong, Y., Dong, X., & Ding, L. (2019). The study of ergonomics evaluation method on hardware and software of mobile phones. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 824, 2029-2038. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5\\_213](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_213)
- Zallio, M., Berry, D., & Casiddu, N. (2017). Adaptive environments for enabling senior

citizens: An holistic assessment tool for housing design and IoT-based technologies. *2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2016*, 419-424. <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2016.7845463>

**ANEXOS**

## Anexo A: Marcas de electrodomésticos y páginas web

	Marca	AHAM	APPLIA	Sitio web consultado
1	Acros	X	X	<a href="https://acros.mx/">https://acros.mx/</a>
2	AEG	X	X	<a href="https://www.aeg.com.es/">https://www.aeg.com.es/</a>
3	AGA	X		<a href="https://www.agaliving.com/">https://www.agaliving.com/</a>
4	Agora		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
5	Altus (Turkia)	X	X	<a href="http://www.altus.com.tr/">http://www.altus.com.tr/</a>
6	Amana	X	X	<a href="https://www.amana.com/">https://www.amana.com/</a>
7	Aqua	X		<a href="https://aquajapanid.com/">https://aquajapanid.com/</a>
8	Arcelik (Turkia)	X	X	<a href="https://www.arcelik.com.tr/">https://www.arcelik.com.tr/</a>
9	Arctic (Rumania)	X	X	<a href="https://www.arctic.ro/">https://www.arctic.ro/</a>
10	Asko		X	<a href="https://www.asko.com/es/">https://www.asko.com/es/</a>
11	Atag (Benelux)		X	<a href="https://www.atag.nl/">https://www.atag.nl/</a>
12	Atlantic		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
13	Balay (España)	X	X	<a href="https://www.balay.es/">https://www.balay.es/</a>
14	Bauknecht	X	X	<a href="https://www.bauknecht.eu/">https://www.bauknecht.eu/</a>
15	Baumatic (UK)		X	<a href="http://www.baumatic.co.uk/">http://www.baumatic.co.uk/</a>
16	Beko	X	X	<a href="https://www.beko.com/">https://www.beko.com/</a>
17	Blomberg (Alemania)	X	X	<a href="http://www.blomberginternational.com/">http://www.blomberginternational.com/</a>
18	Bosch	X	X	<a href="https://www.bosch-home.com/">https://www.bosch-home.com/</a>
19	Brastemp	X	X	<a href="https://www.brastemp.com.br/">https://www.brastemp.com.br/</a>
20	Browne Stove	X		<a href="https://www.brownstoveworksinc.com/">https://www.brownstoveworksinc.com/</a>
21	Candy	X	X	<a href="https://www.candy.es/es_ES">https://www.candy.es/es_ES</a>
22	Casarte	X		<a href="http://www.casarte.com/">http://www.casarte.com/</a>

	<b>Marca</b>	<b>AHAM</b>	<b>APPLIA</b>	<b>Sitio web consultado</b>
23	<b>Clayton</b>		X	---
24	<b>Coldex (Perú)</b>	X	X	<a href="https://www.coldex.pe/">https://www.coldex.pe/</a>
25	<b>COLMO (China)</b>	X		<a href="https://www.colmo.com.cn/index.html">https://www.colmo.com.cn/index.html</a>
26	<b>Comfee</b>	X		<a href="https://www.midea-group.com/Our-Businesses/home-appliances/comfee">https://www.midea-group.com/Our-Businesses/home-appliances/comfee</a>
27	<b>Constructa (Alemania, Holanda, Austria, Israel)</b>	X	X	<a href="https://www.constructa.com/de/">https://www.constructa.com/de/</a>
28	<b>Consul</b>	X	X	<a href="https://loja.consul.com.br/?utm_source=consul.com.br&amp;utm_medium=institucional&amp;utm_content=redirecainstitucional">https://loja.consul.com.br/?utm_source=consul.com.br&amp;utm_medium=institucional&amp;utm_content=redirecainstitucional</a>
29	<b>Cove</b>	X		<a href="https://www.subzero-wolf.com/">https://www.subzero-wolf.com/</a>
30	<b>Danby</b>	X		<a href="https://www.danby.com/en-us/">https://www.danby.com/en-us/</a>
31	<b>Dawlance (Pakistan)</b>	X	X	<a href="https://www.dawlance.com.pk/">https://www.dawlance.com.pk/</a>
32	<b>Defy (South Africa)</b>	X	X	<a href="https://www.defy.co.za/">https://www.defy.co.za/</a>
33	<b>Digihome</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
34	<b>Dikom</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
35	<b>Diqua</b>	X	X	<a href="http://www.diqua.com/">http://www.diqua.com/</a>
36	<b>Electra</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
37	<b>Electrolux</b>	X	X	<a href="https://www.electroluxappliances.com/">https://www.electroluxappliances.com/</a> <a href="https://www.electrolux.es/">https://www.electrolux.es/</a>
38	<b>ElektraBregenz (Austria)</b>	X	X	<a href="https://www.elektrabregenz.com/default.aspx">https://www.elektrabregenz.com/default.aspx</a>
39	<b>Etna (Benelux)</b>		X	<a href="https://www.etna.nl/">https://www.etna.nl/</a>
40	<b>Eureka (Manila)</b>	X	X	<a href="https://www.eureka-home-appliances.com/">https://www.eureka-home-appliances.com/</a>
41	<b>Faber</b>	X		<a href="https://www.faberspa.com/es/">https://www.faberspa.com/es/</a>
42	<b>Finlux</b>		X	<a href="https://finlux.com/es-es/">https://finlux.com/es-es/</a>

	<b>Marca</b>	<b>AHAM</b>	<b>APPLIA</b>	<b>Sitio web consultado</b>
43	<b>Fisher &amp; Paykel</b>	X		<a href="https://www.fisherpaykel.com/cn/?spm=net.32201_pc.hg2020_st_banner_20200914.0">https://www.fisherpaykel.com/cn/?spm=net.32201_pc.hg2020_st_banner_20200914.0</a>
44	<b>Flavel (UK and Ireland)</b>	X	X	<a href="https://www.flavelappliances.com/">https://www.flavelappliances.com/</a>
45	<b>Frigidaire</b>	X	X	<a href="https://www.frigidaire.com/">https://www.frigidaire.com/</a>
46	<b>Gaggenau</b>	X	X	<a href="https://www.gaggenau.com/">https://www.gaggenau.com/</a>
47	<b>Gasfire (Italy)</b>		X	---
48	<b>GE Appliances</b>	X		<a href="https://www.geappliances.com/">https://www.geappliances.com/</a>
49	<b>Gorenje</b>		X	<a href="https://es.gorenje.com/productos">https://es.gorenje.com/productos</a>
50	<b>Gree</b>	X		<a href="http://global.gree.com/ywb/others/search/index.shtml#accessibility">http://global.gree.com/ywb/others/search/index.shtml#accessibility</a>
51	<b>Grundig</b>	X	X	<a href="https://www.grundig.com/es-es">https://www.grundig.com/es-es</a>
52	<b>Haier</b>	X		<a href="https://www.haierappliances.com/">https://www.haierappliances.com/</a>
53	<b>Hisense</b>	X		<a href="https://www.hisense.es/">https://www.hisense.es/</a>
54	<b>Hoover</b>		X	<a href="https://www.hoover.es/es_ES7">https://www.hoover.es/es_ES7</a>
55	<b>Hoover-Otsein (Spain)</b>		X	<a href="https://www.hoover.es/es_ES">https://www.hoover.es/es_ES</a>
56	<b>Hotpoint</b>	X	X	<a href="https://www.hotpoint.eu/">https://www.hotpoint.eu/</a>
57	<b>Iberna (Italia)</b>		X	<a href="http://www.iberna.it/">http://www.iberna.it/</a>
58	<b>Icecool</b>		X	<a href="https://icecool.com.es/">https://icecool.com.es/</a>
59	<b>Indesit</b>	X	X	<a href="https://www.indesit.com/">https://www.indesit.com/</a>
60	<b>Jennair</b>	X	X	<a href="https://www.jennair.com/">https://www.jennair.com/</a>
61	<b>Jinling (China)</b>		X	<a href="http://en.jinlinggroup.com/sh43djmm.html">http://en.jinlinggroup.com/sh43djmm.html</a>
62	<b>Junker (Alemania)</b>	X	X	<a href="https://www.junker-home.com/de/en/">https://www.junker-home.com/de/en/</a>
63	<b>Kelvinator (América)</b>	X	X	<a href="http://www.kelvinator-intl.com/">http://www.kelvinator-intl.com/</a>
64	<b>KitchenAid</b>	X	X	<a href="https://www.kitchenaid.com/">https://www.kitchenaid.com/</a>

Marca	AHAM	APPLIA	Sitio web consultado
65		X	<a href="https://si.gorenje.com/">https://si.gorenje.com/</a>
66	X		<a href="https://www.lacornueusa.com/">https://www.lacornueusa.com/</a>
67		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
68	X		<a href="https://www.haier.com/global/leader/?spm=net.32002_pc.hg2020_ecology_plate_01_20201217.1">https://www.haier.com/global/leader/?spm=net.32002_pc.hg2020_ecology_plate_01_20201217.1</a>
69	X	X	<a href="https://www.leisurecooker.co.uk/">https://www.leisurecooker.co.uk/</a>
70	X	X	<a href="https://www.lg.com/es">https://www.lg.com/es</a>
71	X	X	<a href="https://home.liebherr.com/es/esp/inicio/paginainicio.html">https://home.liebherr.com/es/esp/inicio/paginainicio.html</a>
72		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
73	X		<a href="https://www.littleswan.com/">https://www.littleswan.com/</a>
74		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
75	X		<a href="https://www.marvelrefrigeration.com">https://www.marvelrefrigeration.com</a>
76	X	X	<a href="https://www.maytag.com/">https://www.maytag.com/</a>
77	X		<a href="https://www.microfridge.com/en/US/">https://www.microfridge.com/en/US/</a>
78	X		<a href="https://www.midea.com/us/about-midea">https://www.midea.com/us/about-midea</a>
79	X	X	<a href="https://www.miele.com/">https://www.miele.com/</a>
80		X	<a href="https://www.mora.cz/">https://www.mora.cz/</a>
81	X	X	<a href="https://www.neff-home.com/">https://www.neff-home.com/</a>
82		X	<a href="https://www.pelgrim.nl/">https://www.pelgrim.nl/</a>
83	X		<a href="https://www.perlick.com/">https://www.perlick.com/</a>
84	X	X	<a href="https://www.pitsos.gr/">https://www.pitsos.gr/</a>
85	X	X	<a href="https://www.profilo.com/">https://www.profilo.com/</a>

	<b>Marca</b>	<b>AHAM</b>	<b>APPLIA</b>	<b>Sitio web consultado</b>
86	<b>Rangemaster</b>	X		<a href="https://www.rangemaster.co.uk/">https://www.rangemaster.co.uk/</a>
87	<b>Regal</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
88	<b>Rosières (France)</b>		X	<a href="https://www.rosieres.fr/fr_FR">https://www.rosieres.fr/fr_FR</a>
89	<b>Samsung</b>	X	X	<a href="https://www.samsung.com/es/">https://www.samsung.com/es/</a>
90	<b>Schöntech</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
91	<b>Sharp</b>	X		<a href="https://www.sharpusa.com/">https://www.sharpusa.com/</a>
92	<b>Siemens</b>	X	X	<a href="https://www.siemens-home.bsh-group.com/">https://www.siemens-home.bsh-group.com/</a>
93	<b>Smeg</b>	X	X	<a href="https://www.smeg.es/">https://www.smeg.es/</a>
94	<b>Sub-zero</b>	X		<a href="https://www.subzero-wolf.com/">https://www.subzero-wolf.com/</a>
95	<b>Süsler (Turkey)</b>		X	<a href="http://www.susler.com/">http://www.susler.com/</a>
96	<b>Tappan</b>	X	X	---
97	<b>Thermador (US)</b>	X	X	<a href="https://www.thermador.com/us/">https://www.thermador.com/us/</a>
98	<b>Toshiba</b>	X		<a href="https://www.midea-group.com/Our-Businesses/home-appliances/toshiba">https://www.midea-group.com/Our-Businesses/home-appliances/toshiba</a>
99	<b>U-line</b>	X		<a href="https://www.u-line.com/">https://www.u-line.com/</a>
100	<b>UPO (Finlandia)</b>		X	<a href="https://www.upo.fi/">https://www.upo.fi/</a>
101	<b>Vestfrost</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
102	<b>Viking</b>	X		<a href="https://www.vikingrange.com/consumer/index.jsp">https://www.vikingrange.com/consumer/index.jsp</a>
103	<b>Voltas-Beko</b>	X	X	<a href="https://www.voltasbeko.com/">https://www.voltasbeko.com/</a>
104	<b>Vyatka (Russia)</b>		X	---
105	<b>Wellington</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
106	<b>Westwood</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>
107	<b>Whirlpool</b>	X	X	<a href="https://www.whirlpool.com/">https://www.whirlpool.com/</a>
108	<b>White-Westinghouse (América)</b>	X	X	<a href="http://www.white-westinghouse-intl.com/">http://www.white-westinghouse-intl.com/</a>
109	<b>Windsor</b>		X	<a href="https://vestelinternational.com/en/">https://vestelinternational.com/en/</a>

<b>Marca</b>	<b>AHAM</b>	<b>APPLIA</b>	<b>Sitio web consultado</b>
<b>110 Wolf</b>	X		<a href="https://www.subzero-wolf.com/">https://www.subzero-wolf.com/</a>
<b>111 Zanussi</b>	X	X	<a href="https://www.zanussi.es/">https://www.zanussi.es/</a>
<b>112 Zerowatt (Italia)</b>		X	<a href="http://www.zerowatt.it/">http://www.zerowatt.it/</a>

## **Anexo B: Electrodomésticos que cumplen estándares ADA**

TIPOLOGÍA DE ELECTRODOMÉSTICO		Bosch	Danby	Frigidaire	General Electric	Haier	Micro-Fridge	Perlick	Whirlpool	TOTAL
Placas de cocción	Total	35	---	17	61	---	---	---	20	<b>133</b>
	ADA	19	---	16	58	---	---	---	11	<b>104</b>
	% ADA	54%	---	94%	95%	---	---	---	55%	<b>78%</b>
Encimeras de cocción	Total	2	---	---	---	---	---	---	---	<b>2</b>
	ADA	0	---	---	---	---	---	---	---	<b>0</b>
	% ADA	0%	---	---	---	---	---	---	---	<b>0%</b>
Cocinas	Total	19	6	36	142	2	---	---	41	<b>246</b>
	ADA	0	6	11	74	2	---	---	29	<b>122</b>
	% ADA	0%	100%	31%	52%	100%	---	---	71%	<b>50%</b>
Hornos	Total	36	---	10	76	3	---	---	17	<b>142</b>
	ADA	9	---	6	23	0	---	---	8	<b>46</b>
	% ADA	25%	---	60%	30%	0%	---	---	47%	<b>32%</b>
Microondas	Total	16	16	10	134	3	---	---	17	<b>196</b>
	ADA	0	0	0	19	0	---	---	0	<b>19</b>
	% ADA	0%	0%	0%	14%	0%	---	---	0%	<b>10%</b>
Campanas	Total	24	---	9	73	3	---	---	42	<b>151</b>
	ADA	0	---	0	0	0	---	---	0	<b>0</b>

TIPOLOGÍA DE ELECTRODOMÉSTICO		Bosch	Danby	Frigidaire	General Electric	Haier	Micro-Fridge	Perlick	Whirlpool	TOTAL
	% ADA	0%	---	0%	0%	0%	---	---	0%	<b>0%</b>
Frigoríficos	Total	30	101	30	194	9	---	21	82	<b>467</b>
	ADA	0	0	8	85	1	---	4	23	<b>121</b>
	% ADA	0%	0%	27%	44%	11%	---	19%	28%	<b>26%</b>
Congeladores	Total	---	48	12	12	12	---	12	8	<b>104</b>
	ADA	---	0	0	0	0	---	0	0	<b>0</b>
	% ADA	---	0%	0%	0%	0%	---	0%	0%	<b>0%</b>
Lavavajillas	Total	61	7	13	91	3	---	---	30	<b>205</b>
	ADA	6	0	1	7	1	---	---	4	<b>19</b>
	% ADA	10%	0%	8%	8%	33%	---	---	13%	<b>9%</b>
Lavadoras	Total	3	5	1	33	1	---	---	24	<b>67</b>
	ADA	3	0	0	7	0	---	---	3	<b>13</b>
	% ADA	100%	0%	0%	21%	0%	---	---	13%	<b>19%</b>
Secadoras	Total	3	2	1	50	2	---	---	40	<b>98</b>
	ADA	2	0	0	15	0	---	---	10	<b>27</b>
	% ADA	67%	0%	0%	30%	0%	---	---	25%	<b>28%</b>
	Total	---	---	---	---	---	22	---	---	<b>22</b>
	ADA	---	---	---	---	---	16	---	---	<b>16</b>

TIPOLOGÍA DE ELECTRODOMÉSTICO		Bosch	Danby	Frigidaire	General Electric	Haier	Micro-Fridge	Perlick	Whirlpool	TOTAL
Productos combinados: Frigorífico, congelador y microondas en uno % ADA		---	---	---	---	---	73%	---	---	73%
TOTAL tipología de electrodomésticos	Total	10	7	10	10	9	1	2	10	12
	ADA	5	1	5	8	3	1	1	7	9
	% ADA	50%	14%	50%	80%	33%	100%	50%	70%	75%
TOTAL productos	Total	227	185	139	866	38	22	22	321	1831
	ADA	39	6	42	288	4	16	16	88	487
	% ADA	17%	3%	30%	33%	11%	73%	73%	27%	27%

## Anexo C: Listado de herramientas de evaluación de accesibilidad

	Herramienta	Referencia donde se menciona la herramienta
1	<i>AB-Test</i>	Heine et al. (2017)
2	<i>Action-function diagram</i>	Lin & Wu (2015)
3	<i>aFun toolkit</i>	Aristizabal et al. (2017)
4	<i>Allen's temporal intervals</i>	Large et al. (2018)
5	<i>Artificial Neural Networks</i>	Tavares et al. (2019)
6	<i>Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG)</i>	Sanderson et al. (2015) Sanderson et al. (2016)
7	<i>Barrier Walkthrough</i>	Henka et al. (2015)
8	<i>Benchmark testing</i>	Kim et al. (2016)
9	<i>Canadian Occupational Performance Measure (COPM)</i>	Tavares et al. (2019)
10	<i>Checklist (of task)</i>	Tejada-Gutierrez et al., (2019)
11	<i>CLAAP (Comfort, Likability, Autonomy, Agency, Pleasure)</i>	Graham & Chandrashekar (2016)
12	<i>Cognitive Walkthrough</i>	Bradley et al. (2015) Bradley et al. (2019) Heine et al. (2017) Tomberg & Kelle (2018)
13	<i>Computer typing evaluation software (CTES)</i>	Tavares et al. (2019)
14	<i>CONTACT</i>	Large et al. (2018)
15	<i>Design for all test</i>	Lorentzen & Eklund (2016)
16	<i>Digital Interfaces Exclusion Audit Technique</i>	Bradley et al. (2015) Bradley et al. (2019)
17	<i>Drawing intervention</i>	Aristizabal et al. (2017)
18	<i>EDSU / Environment Design to Sustain Users (EDSU)</i>	Zallio et al. (2017)
19	<i>EDSU / Lifelong Technological Integration</i>	Zallio et al. (2017)
20	<i>EDSU / Lifelong Housing Design</i>	Zallio et al. (2017)

	<b>Herramienta</b>	<b>Referencia donde se menciona la herramienta</b>
21	<i>Equity Framework for Health Technology Assessment (HTA)</i>	Tomberg & Kelle (2018)
22	<i>Ergo-index</i>	Lin & Wu (2015)
23	<i>Exclusion Assessment Process for Digital Interfaces</i>	Bradley et al. (2019)
24	<i>Exclusion Calculation</i>	Lin & Wu (2015)
25	<i>Evaluation scale</i>	Lin & Wu (2015)
26	<i>Fisher faces</i>	Tavares et al. (2019)
27	<i>Framework for evaluating house-level accessibility</i>	Tomberg & Kelle (2018)
28	<i>Framework of the National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE)</i>	Tomberg & Kelle (2018)
29	<i>Framework related to the educational context</i>	Tomberg & Kelle (2018)
30	<i>Focus Group</i>	Tavares et al. (2019)
31	<i>Gaze-contingent tunnel vision simulator</i>	Kamikubo et al. (2017)
32	<i>GOMS</i>	Bradley et al. (2019) Heine et al. (2017)
33	<i>Gross Motor Function Classification System (GMFCS) scale</i>	Tavares et al. (2019)
34	<i>Heuristic evaluation</i>	Bradley et al. (2019) Heine et al. (2017) Kamikubo et al. (2017) Kim et al. (2016) Large et al. (2018) Sanderson et al. (2016) Sardroud & Choi (2016)
35	<i>Heuristics / Nielsen's usability heuristics</i>	Burzagli & Gaggioli (2017) Condado & Lobo (2015) Harrington et al. (2017) Tomberg & Kelle (2018)
36	<i>Heuristics / Heuristics for virtual environment (VE) evaluation</i>	Mengoni et al. (2016)
37	<i>Heuristics / Usability heuristics for touchscreen-based mobile devices</i>	Harrington et al. (2017)

<b>Herramienta</b>	<b>Referencia donde se menciona la herramienta</b>
38 <i>Heuristics / Heuristics to evaluate evaluate accessibility requirements in a specific domain such as AAC systems</i>	Guasch et al. (2019)
39 <i>Heuristics / Heuristics to evaluate iPad apps for older adult users</i>	Harrington et al. (2017)
40 <i>Heuristics / Heuristics to evaluate smartphone apps</i>	Harrington et al. (2017)
41 <i>Heuristics / Universal heuristics inclusive of age-related challenges</i>	Harrington et al. (2017)
42 <i>HOG features</i>	Tavares et al. (2019)
43 <i>Inclusive Design Toolkit</i>	Tomberg & Kelle (2018)
44 <i>Internacional classification of functioning, disability and health (ICF)</i>	MacKeogh et al. (2018) Mengoni et al. (2016)
45 <i>Interview</i>	Lin & Wu (2015)
46 <i>Interview / Play interview</i>	Abate et al. (2016)
47 <i>Interview / Informal interviews</i>	Condado & Lobo (2015)
48 <i>Interview / Focus Group Interviews</i>	Large et al. (2018) Tavares et al. (2019)
49 <i>Interview / Board games</i>	Tavares et al. (2019)
50 <i>Interview / Design-led</i>	Tavares et al. (2019)
51 <i>Interview / one-to-one interviews</i>	Tavares et al. (2019)
52 <i>Interview / scripts for interviews</i>	Santos et al. (2016)
53 <i>Interview / Structured Interview</i>	Tejada-Gutierrez et al. (2019)
54 <i>Interview / Unstructured interview</i>	Kim et al. (2016)
55 <i>Interview / Walkthrough interview</i>	Abate et al. (2016)
56 <i>Interview with a tactile map</i>	Abate et al. (2016)
57 <i>ISO 9241 -The Ergonomics of Human System Interaction</i>	Tejada-Gutierrez et al. (2019)
58 <i>ISO 9241-5:1999 - Workstation layout and postural requirements</i>	Tang & Webb (2018)
59 <i>ISO 9241-11 - Usability: Definitions and concepts</i>	Li et al. (2019) Mengoni et al. (2016) Tejada-Gutierrez et al. (2019)
60 <i>ISO 9241-110 - Dialogue principles</i>	Heine et al. (2017)

<b>Herramienta</b>	<b>Referencia donde se menciona la herramienta</b>
	Li et al. (2019)
61 <i>ISO 9241-210 - Human-centred design for interactive systems</i>	Lohse et al. (2019)
62 <i>ISO 9241-171 - Guidance on software accessibility</i>	Miao et al. (2016)
63 <i>ISO 9241-960 - Framework and guidance for gesture interactions</i>	Tang & Webb (2018)
64 <i>ISO/TR 16982 - Ergonomics of human-system interaction — Usability methods supporting human-centred design</i>	Li et al. (2019)
65 <i>ISO/IEC 30113-1 - Information technology — User interface — Gesture-based interfaces across devices and methods</i>	Tang & Webb (2018)
66 <i>IsoMetrics inventory</i>	Li et al. (2019)
67 <i>Kansei engineering</i>	Vieira et al. (2017)
68 <i>Local Mean Intensity</i>	Tavares et al. (2019)
69 <i>Manual Ability Classification System (MACS)</i>	Tavares et al. (2019)
70 <i>(Irish) Matching Person with Technology ((I)MPT) Multimodal (MM)</i>	MacKeogh et al. (2018)
71 <i>Matching person with technology (MPT)</i>	MacKeogh et al. (2018)
72 <i>mHealth for older users</i>	Harrington et al. (2017)
73 <i>Minnesota Hand Function test</i>	Tavares et al. (2019)
74 <i>Needle-nose plier evaluation scale</i>	Lin & Wu (2015)
75 <i>Observation</i>	Aristizabal et al. (2017) Heine et al. (2017) Kim et al. (2016)
76 <i>Observation grid</i>	Santos et al. (2016)
77 <i>Observation/inquiry techniques</i>	Kim et al. (2016)
78 <i>Ordering Method</i>	Hosono et al. (2016)
79 <i>Pair Comparison Methos</i>	Hosono et al. (2016)
80 <i>Personas</i>	Henka et al. (2015)
81 <i>Persona-based accessibility testing</i>	Henka et al. (2015)
82 <i>Persona-Scenario-Goal (Hanako 2.0)</i>	Garcia-Betances et al. (2016)
83 <i>Physical Activity Enjoyment Scale (PACES)</i>	Tavares et al. (2019)

<b>Herramienta</b>	<b>Referencia donde se menciona la herramienta</b>
84 <i>Picture card</i>	Aristizabal et al. (2017)
85 <i>Pluralistic Usability Walkthrough</i>	Burzagli & Gaggioli (2017)
86 <i>Prototyping / computer-based prototyping</i>	Miao et al. (2016)
87 <i>Prototyping / functional prototypes</i>	Condado & Lobo (2015)
88 <i>Prototyping / high/low-fidelity prototype</i>	Condado & Lobo (2015) Kim et al. (2016)
89 <i>Prototyping / mockups</i>	Large et al. (2018)
90 <i>Prototyping / paper prototyping / Paper-based low-fidelity prototype</i>	Condado & Lobo (2015) Heine et al. (2017)
91 <i>Prototyping / Tactil paper prototyping</i>	Miao et al. (2016)
92 <i>Questionnaire</i>	Tavares et al. (2019) Tejada-Gutierrez et al. (2019)
93 <i>Questionnaire / 3D questionnaire using tactile models</i>	Abate et al. (2016)
94 <i>Questionnaire / Partially close-ended questions</i>	Lin & Wu (2015)
95 <i>Questionnaire / Qualitative questionnaires</i>	Lin & Wu (2015)
96 <i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i>	Tang & Webb (2018)
97 <i>Retrospective think-aloud technique</i>	Kim et al. (2016)
98 <i>Scenarios</i>	Henka et al. (2015)
99 <i>Selenium</i>	Henka et al. (2015)
100 <i>Semantical Differencial</i>	Hosono et al. (2016) J. Vieira et al. (2017)
101 <i>Sensory Evaluation</i>	Hosono et al. (2016)
102 <i>Situational Suitability –Index (SSI)</i>	Lin & Wu (2015)
103 <i>Software Usability Measurement Inventory questionnaire (SUMI)</i>	Li et al. (2019)
104 <i>SortSite</i>	Yerlikaya & Durdu (2017)
105 <i>SRK framework (conocimientos que dan pie a errores)</i>	Bradley et al. (2015). Li et al. (2019)
106 <i>Subject Matter Experts</i>	Heine et al. (2017)
107 <i>Survey</i>	Aristizabal et al. (2017)

<b>Herramienta</b>	<b>Referencia donde se menciona la herramienta</b>
108 <i>Survey / Quantitative survey</i>	Lohse et al. (2019)
109 <i>Survey / Qualitative survey</i>	Lohse et al. (2019)
110 <i>SVM Classifier</i>	Tavares et al. (2019)
111 <i>System Usability Scale (SUS)</i>	Guasch et al. (2019) Sardroud & Choi (2016) Tang & Webb (2018) Tavares et al. (2019) Yu et al. (2019)
112 <i>Target-reaching method/task</i>	Tavares et al. (2019)
113 <i>Task Analysis</i>	Garcia-Betances et al. (2016) Heine et al. (2017)
114 <i>Task analysis for error identification (TAFEI)</i>	Bradley et al. (2019)
115 <i>Task performance with questioning</i>	Heine et al. (2017)
116 <i>The activity diagram</i>	Lin & Wu (2015)
117 <i>Think-aloud verbal protocols</i>	Aristizabal et al. (2017) Heine et al. (2017) Lorentzen & Hedvall (2018)
118 <i>Tool for Evaluation of Accessible User Experience (AUX)</i>	Graham & Chandrashekar (2016)
119 <i>UD evaluation scale</i>	Lin & Wu (2015)
120 <i>UD-related words</i>	Lin & Wu (2015)
121 <i>UDL score</i>	Merritt (2017)
122 <i>Universal design based evaluation framework</i>	Tomberg & Kelle (2018)
123 <i>Universal Design (UD) Checker</i>	Lin & Wu (2015)
124 <i>Universal Design for Mobile Interface Guidelines (UDMIG)</i>	Harrington et al. (2017)
125 <i>Universal evaluation index System on hardware and software of mobile phones</i>	Yu et al. (2019)
126 <i>Usability metrics for mHealth app evaluation with older users</i>	Harrington et al. (2017)
127 <i>Usability test (UT)</i>	Condado & Lobo (2015) Kamikubo et al. (2017)

<b>Herramienta</b>	<b>Referencia donde se menciona la herramienta</b>
	Liu et al. (2016)
	Tang & Webb (2018)
	Tavares et al. (2019)
	Tejada-Gutierrez et al. (2019)
128 <i>Usability test / Local Test</i>	Miao et al. (2016)
129 <i>Usability test / Synchronous remote Test</i>	Miao et al. (2016)
130 <i>Usability test / Asynchronous remote test</i>	Miao et al. (2016)
131 <i>Usability test on pre-defined tasks performed</i>	Condado & Lobo (2015)
132 <i>User Experience Questionnaire (UEQ DIN ISO 8241-210)</i>	Lohse et al. (2019)
133 <i>User Experience Questionnaire for educational videos</i>	Lohse et al. (2019)
134 <i>User Model Checklist (UMC)</i>	Li et al. (2019)
135 <i>User trials</i>	Lin & Wu (2015)
136 <i>VERITAS GUI accesibility assessment</i>	Garcia-Betances et al. (2016)
137 <i>VR-based set-up to Foster elderly in design evaluation</i>	Mengoni et al. (2016)
138 <i>WAVE</i>	Alajarmeh (2021) Parajuli & Eika (2020)
139 <i>Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)</i>	Henka et al. (2015) Large et al. (2018) Miao et al. (2016) Sardroud & Choi (2016) Yerlikaya & Durdu (2017)
140 <i>Wizard of Oz</i>	Aristizabal et al. (2017)
141 <i>Within-subject design</i>	Sardroud & Choi (2016) Tang & Webb (2018)

## Anexo D: Matrices tareas vs. capacidades caso de estudio 3 y 5

En este anexo se recogen las matrices de tareas vs. capacidades listadas a continuación. Para una mejor visualización de la información se muestran solo las columnas con los ítems de capacidades demandadas:

- **Tabla D.1:** Matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción BOSCH
- **Tabla D.2:** Matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción del CS
- **Tabla D.3:** Matriz tareas vs. capacidades de uso de la placa de cocción rediseñada

**Tabla D.1:** Matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción BOSCH

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C4	C6	C7	M2	D3
<b>1. Cocer un plato de pasta durante 10 minutos haciendo uso del booster y el temporizador</b>		•	•	•	•	•		•	•
<b>1.1 Activar la placa</b>	<b>1, 13, 14, 15, 19</b>	•	•		•	•		•	•
1.1.1 Localizar con la mirada el símbolo ON/OFF	1	•							
1.1.2 Pulsar sobre el símbolo ON/OFF con el dedo durante 2s	1								•
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 1	19		•						
<i>Feedback</i> visual, emergen los iconos de los temporizadores	13, 14, 15	•							
<b>1.2 Encender la zona de cocción</b>	<b>2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20</b>	•		•	•		•	•	•
1.2.1 Activar la zona de cocción a encender	2, 4, 5, 6, 7, 8, 20								
1.2.1.1 Localizar con la mirada el control de la zona de cocción según su posición	2	•							
1.2.1.1 Pulsar con el dedo sobre la cruz de la zona de cocción correspondiente para seleccionarlo	2								•
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 2	20			•					
<i>Feedback</i> visual, se muestran las opciones	4, 5, 6, 7, 8	•							

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C4	C6	C7	M2	D3
<i>Feedback</i> visual, el indicador de potencia y la cruz de la zona de cocción seleccionadas se muestran con mayor intensidad	2, 6	•							
1.2.2 Activar el <i>PowerBooster</i>	8, 9, 10, 20								
1.2.2.1 Localizar con la mirada símbolo activación de las zonas	8	•							
1.2.2.2 Pulsar con el dedo el símbolo activación de las zonas	8								
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 2	20			•					
<i>Feedback</i> visual, se muestran el icono de <i>PowerBooster</i> y el indicador de zona de cocción doble activada sobre el indicador de potencia de la zona de cocción correspondiente	9, 10	•							
1.2.2.3 Localizar con la mirada el indicador de <i>PowerBooster</i>	10	•							
1.2.2.4 Pulsar con el dedo el símbolo de <i>booster</i>	10								
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 2	20			•					
<i>Feedback</i> visual, se muestra la b del indicador de <i>PowerBooster</i> activo de la zona de cocción correspondiente	11	•							
<i>Feedback</i> visual, se intensifica la iluminación de la zona de programación	7	•							
<b>1.3 Regular temperatura</b>	<b>6, 7, 20</b>	•		•	•	•		•	•
1.3.1 Localizar con la mirada el número 4 en la zona de programación	7	•							



Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C4	C6	C7	M2	D3
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 2	20			•					
<i>Feedback</i> visual, los números van cambiando en el minuterero	16	•							
<b>1.5 Apagado automático de la zona de cocción</b>	<b>6, 16, 17, 21</b>								
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 3	21								
<i>Feedback</i> visual, parpadeo del minuterero y el indicador de temporizador programado al finalizar el tiempo de cocción	16, 17								
<i>Feedback</i> visual, se pone a 0 el indicador de la potencia de la zona de cocción	6								
<b>1.6 Apagar la placa</b>	<b>16, 17</b>	•	•		•	•		•	•
1.6.1 Localizar con la mirada el símbolo ON/OFF	1	•							
1.6.2 Pulsar sobre el símbolo ON/OFF con el dedo durante 2s	1								•
<i>Feedback</i> auditivo, Señal acústica 4	22		•						
<i>Feedback</i> visual, se apagan los indicadores luminosos menos los iniciales		•							

Nota: para una mejor lectura se muestran solo los ítems demandados.

**Tabla D.2:** Matriz tareas vs. capacidades del uso de la placa de cocción del CS

Tareas	Elementos de la interfaz	Capacidades										
		V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3	
<b>1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción</b>		•	•	•	•	•	•	•			•	•
<b>1.1. Puesta en marcha de la aplicación móvil</b>	<b>10, A, DT</b>	•	•			•	•		•	•	•	•
<i>Feedback auditivo</i>	10		•			•			•			
1.1.1. Doble clic en pantalla de dispositivo móvil	DT, A							•		•	•	•
<i>Feedback visual</i>	A	•				•			•			
<i>Feedback auditivo</i>	10		•			•			•			
<b>1.2. Vincular aplicación a la placa</b>	<b>A, B, G, DT</b>	•		•	•	•	•		•	•	•	•
1.2.1. Localizar <i>bluetooth</i> en la pantalla “Home”	A, B							•		•	•	•
1.2.2. Conectar <i>bluetooth</i> haciendo doble clic sobre <i>bluetooth</i>	DT, B						•	•		•	•	•
<i>Feedback visual</i>	B	•								•		
<i>Feedback auditivo “Bluetooth connecting induction hob”</i>	G			•	•	•			•			
<b>1.3. Encender placa</b>	<b>A, C, D, G, S, DT</b>	•		•	•	•	•	•		•	•	•
1.3.1. Localizar sección “ <i>Induction Hob</i> ” deslizando dedo sobre pantalla “Home”	S, A, C							•		•	•	•

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3
<i>Feedback</i> auditivo indicando la sección “ <i>Induction Hob</i> ”	G			•	•	•			•		
<i>Feedback</i> visual	A, C	•							•		
1.3.2. Activar placa deslizando dedo sobre pantalla “ <i>Home</i> ”	S, A, C						•		•	•	•
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Power on</i> ”	G			•	•	•			•		
<i>Feedback</i> visual	A, C	•							•		
1.3.3. Confirmar encendido de placa haciendo doble clic sobre pantalla “ <i>Home</i> ”	DT, A, C, D						•		•	•	•
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Heating Zone Left On, Status: On, Level: 1, Time: 0</i> ”	G			•	•	•			•		
<i>Feedback</i> visual	D	•				•			•		
<b>1.4. Regular temperatura</b>	<b>9, 10, D, E, G, S, DT</b>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.4.1. Seleccionar fogón izquierdo deslizando dedo sobre pantalla “ <i>Heating Zone Menu</i> ”	S, DT, D, E	•		•	•		•		•	•	•
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Heating Zone Left boating</i> ”	G			•	•	•			•		
<i>Feedback</i> visual	D	•							•		

Tareas	Elementos de la interfaz	Elementos de la interfaz										
		V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3	
1.4.1.1. Confirmar selección de fogón haciendo doble clic sobre pantalla “ <i>Heating Zone Menu</i> ”	DT, D, E						•		•	•	•	
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Power Level 1 adjustable</i> ”	G			•	•	•			•			
<i>Feedback</i> visual	E	•				•			•			
1.4.2. Subir temperatura un nivel ( <i>Level 2</i> )	9, S, E	•	•	•	•		•	•	•	•	•	
1.4.2.1. Deslizar dedo sobre pantalla “ <i>Induction Hob Left</i> ” (hacia arriba)	9, S, E						•		•	•	•	
<i>Feedback</i> auditivo “ <i>Power Level 2</i> ”	G			•	•	•			•			
<i>Feedback</i> auditivo	10		•			•			•			
<i>Feedback</i> visual luminoso (en la placa)	9	•				•			•			
1.4.2.2. Confirmar operación de aumentar temperatura	9	•				•		•	•		•	
1.4.2.2.1. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o el tacto	9	•						•	•			
1.4.2.2.2. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)	9					•	•		•		•	
<i>Feedback</i> auditivo	10		•			•			•			
<i>Feedback</i> visual	9, E	•				•			•			

Tareas	Elementos de la interfaz	Elementos de la interfaz										
		V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3	
1.4.3. Bajar temperatura un nivel ( <i>Level 2</i> )	9, S, E	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•
1.4.3.1. Deslizar dedo sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> " (hacia abajo)	9, S, E						•		•	•	•	
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Power Level 2</i> "	G			•	•	•			•			
<i>Feedback</i> auditivo	10		•			•			•			
<i>Feedback</i> visual luminoso (en la placa)	9	•				•			•			
1.4.3.2. Confirmar operación de disminuir temperatura	9	•				•		•	•			•
1.4.3.2.1. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o el tacto	9	•						•	•			
1.4.3.2.2. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)	9					•	•		•			•
<i>Feedback</i> auditivo	10		•			•			•			
<i>Feedback</i> visual	9, E	•				•			•			
<b>1.5. Regular el temporizador</b>	<b>9, 10, E, F, G, S, DT</b>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.5.1. Seleccionar " <i>Timer Configuration</i> "	S, DT, E, F	•		•	•		•		•	•	•	•
1.5.1.1. Localizar " <i>Timer Configuration</i> "	S, E						•		•	•	•	•

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3
1.5.1.1.1. Deslizar el dedo sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> "	S, E					•	•		•	•	•
<i>Feedback</i> visual	E	•							•		
Feedback auditivo "Heating Zone Switch Off"	G			•	•				•		
1.5.1.1.2. Deslizar el dedo sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> "	S, E					•	•		•	•	•
<i>Feedback</i> visual	E	•							•		
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Timer Configuration</i> "	G			•	•				•		
1.5.1.2. Confirmar selección haciendo doble clic sobre pantalla " <i>Induction Hob Left</i> "	DT, E, F					•	•		•	•	•
<i>Feedback</i> visual	F	•							•		
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Zero Adjustable</i> " (00:00)	G			•	•	•			•		
1.5.2. Establecer tiempo de cocción	9, S, DT, F	•	•	•	•		•	•	•	•	•
1.5.2.1. Definir tiempo de cocción deslizando dedo sobre pantalla " <i>Timer One</i> " (hacia arriba)	S, F					•	•		•	•	•
<i>Feedback</i> visual	F	•							•		
<i>Feedback</i> auditivo " <i>Zero, one, zero</i> " (00:01)	G			•	•	•			•		

Tareas	Elementos de la interfaz	Elementos de la interfaz										
		V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D1	D3	
1.5.2.2. Confirmar tiempo de cocción	9, DT, F	•	•				•	•	•	•	•	•
1.5.2.2.1. Doble clic sobre pantalla "Timer One"	DT, F					•	•		•	•	•	•
<i>Feedback</i> auditivo	10		•			•			•			
<i>Feedback</i> visual luminoso (en la placa)	9	•				•			•			
1.5.2.2.2. Localizar símbolo aceptación de operación (en la placa) con la mirada o tacto	9	•						•	•			
1.5.2.2.3. Tocar símbolo aceptación de operación (en la placa)	9					•	•		•			•
<i>Feedback</i> auditivo	10		•			•			•			
<i>Feedback</i> visual	9	•				•			•			

Nota: para una mejor lectura se muestran solo los ítems demandados.

**Tabla D.3:** Matriz tareas vs. capacidades de uso de la placa de cocción rediseñada

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D3
1. Regular la temperatura y el temporizador de la placa de cocción		•	•	•	•				•	•
1.1. Desbloquear la placa	1, 6, 14, 15, 16, AV, P1, PS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.1.1. Localizar icono de desbloqueo con la mirada o el tacto	1, 6	•				•		•	•	
1.1.2. Desbloquear la placa presionando durante 3 segundos el icono desbloqueo con el dedo	1, PS						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, desaparece la luz de bloqueo roja	16	•				•			•	
<i>Feedback</i> visual, emergen los símbolos de regular el volumen del asistente de voz y ajuste de modo de interacción	14, 15	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P1		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "placa desbloqueada, coloque recipiente y pulse el símbolo de encendido de la zona de cocción deseada"	AV			•	•				•	
1.2. Encender el fogón	2, 3, 4, 5, 12, 18, AV, P2, DT, PS, S	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.2.1. Localizar control de la zona de cocción deseada con la mirada o el tacto	2, 3, 4, 5	•				•		•	•	

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D3
1.2.1. Encender zona de cocción deseada presionar icono encendido del control de la zona de cocción deseada	2, PS						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, emerge el símbolo de potencia en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada	12	•				•			•	
<i>Feedback</i> visual, emerge la luz verde indicadora de control de zona de cocción encendido	18	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "zona de cocción trasera encendida"	AV			•	•				•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia"	AV			•	•				•	
1.3. Regular temperatura	4, 8, 10, 12, AV, P2, DT, S	•	•	•	•	•	•		•	•
1.3.1. Establecer temperatura en el nivel 1		•		•	•	•	•		•	•
1.3.1.1. Entrar en el seleccionador de potencia haciendo doble clic en la pantalla	12, DT						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, emerge el nivel 0 en la pantalla, indicando la potencia actual	10	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia 0"	AV			•	•				•	

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D3
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "deslice hacia arriba para aumentar la potencia"	AV			•	•				•	
1.3.1.2. Aumentar potencia deslizando dedo hacia arriba en la pantalla	4, 10, S						•		•	•
Feedback visual, cambio del nivel 0 por el 1	10	•				•			•	
el Feedback visual, en la zona lateral izquierda del control emerge el símbolo de potencia y el nivel 1	8	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia 1"	AV			•	•				•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "haga doble clic para establecer la potencia"	AV			•	•				•	
1.3.1.3. Seleccionar potencia haciendo doble clic en la pantalla	10, DT						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, emerge el símbolo de temporizador en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada	10	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "potencia 1 establecida en la zona trasera"	AV			•	•				•	
1.4. Regular temporizador	4, 9, 11, 12, AV, P2, DT, S	•	•	•	•	•	•		•	•

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D3
1.4.1. Establecer temporizador en 1 minuto		•		•	•	•	•		•	•
1.4.1.1. Entrar en el seleccionador de temporizador haciendo doble clic en la pantalla	12, DT						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, emerge el minuto 0 en la pantalla, indicando el tiempo actual	11	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "tiempo 0 minutos"	AV			•	•				•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "deslice hacia arriba para aumentar la potencia"	AV			•	•				•	
1.4.1.2. Aumentar tiempo deslizando dedo hacia arriba en la pantalla	4, 11, S						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, cambio de minuto 0 por minuto 1	11	•				•			•	
<i>Feedback</i> visual, en la zona lateral izquierda del control emerge el símbolo de temporizador y el minuto 1	9	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "tiempo 1 minuto"	AV			•	•				•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "haga doble clic para establecer el tiempo"	AV			•	•				•	

Tareas	Elementos de la interfaz	V1	A1	A2	C2	C4	C6	C7	M2	D3
1.4.1.3. Seleccionar tiempo haciendo doble clic en la pantalla	11, DT						•		•	•
<i>Feedback</i> visual, emerge el símbolo de temporizador en la pantalla del control de la zona de cocción seleccionada	11	•				•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, pitido	P2		•			•			•	
<i>Feedback</i> auditivo, asistente de voz "tiempo de cocción de 1 minuto establecido en la zona trasera"	AV				•	•			•	

Nota: para una mejor lectura se muestran solo los ítems demandados.

