

03-017

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF CONSUMER PRODUCT INTERFACE ACCESSIBILITY EVALUATION TOOLS.

Beitia Amondarain, Amaia ⁽¹⁾; Justel, Daniel ⁽¹⁾; Gonzalez de Heredia, Arantxa ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Mondragon Unibertsitatea

With the aging of the population the design of products whose interfaces are accessible becomes necessary. In this way as many people as possible could interact with the products. Inclusive Design works with this approach and the use of specific tools is an important resource. Thus, the aim of this paper is to identify the most interesting tools to use in the inclusive design processes of consumer product interfaces and to explore the opportunities for improving them. First, a literature review is carried out to identify the main tools used for interface accessibility evaluation. Then, each of them is analyzed and those that have been designed for the evaluation of the interfaces of consumer products are analyzed in depth. Thus, 21 tools are analyzed in detail and classified into 7 groups. In conclusion, exclusion calculation is identified as a concept for accessibility evaluation and the Exclusion Calculator as a tool to perform this calculation. In addition, improvement opportunities are proposed in order to strengthen the tool and the evaluation through it.

Keywords: Consumer products; accessibility; accessible design; inclusive design; assessment.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE LAS INTERFACES DE LOS PRODUCTOS DE CONSUMO.

Con el envejecimiento de la población el diseño de productos cuyas interfaces sean accesibles se convierte en necesario para que el mayor número de personas posibles puedan interactuar con los productos. El Diseño Inclusivo trabaja este enfoque y el uso de herramientas específicas resulta de gran ayuda. Así, el objetivo de este comunicado es identificar las herramientas más interesantes para usar en los procesos de diseño inclusivo de interfaces de productos de consumo y explorar las oportunidades de mejora de estas. Para ello, primeramente, se realiza una revisión bibliográfica a través de la cual se identifican las principales herramientas usadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. A continuación, se analiza cada una de ellas y se profundiza en aquellas que han sido pensadas para la evaluación de las interfaces de los productos de consumo. Así, son 21 las herramientas analizadas a detalle clasificándolas en 7 grupos. Como conclusión se identifica el cálculo de la exclusión como concepto para la evaluación de la accesibilidad y el Exclusion Calculator como herramienta para realizar dicho cálculo. Además, se proponen oportunidades de mejora de cara a reforzar la herramienta y la evaluación a través de ella.

Palabras claves: Productos de consumo; accesibilidad; diseño accesible; diseño inclusivo; evaluación.

Correspondencia: Amaia Beitia Amondarain abeitiaa@mondragon.edu



©2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La prevalencia mundial de la discapacidad de la población mayor de 18 años es del 15,6%, unos 650 millones de personas (OMS, 2011). Además, el envejecimiento de la población mundial ejerce una influencia muy importante en las tendencias de la discapacidad, siendo directa la relación entre el riesgo de discapacidad y la edad (OMS, 2011). Naciones Unidas (2006) considera que la discapacidad de las personas resulta de la interacción entre las personas y las barreras debidas a la actitud y el entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás. Así, si la discapacidad se define como una interacción coge especial importancia el diseño de interfaces accesibles para minimizar las barreras que estas pueden suponer.

1.1. Accesibilidad de las interfaces

La accesibilidad se puede definir como la “medida en 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 alcanzar objetivos específicos en contextos de uso específicos” (AENOR, 2018). Además, según la definición recogida en la norma UNE-EN 9241-220 (AENOR, 2019) la interacción de usuario se da por medio de las interfaces de usuario que, en la misma norma, se define como el conjunto de todos los componentes de un sistema interactivo que proporcionan información y controles para que el usuario realice tareas específicas con el sistema interactivo.

Así, se puede entender que la interfaz de un producto es accesible cuando la información y los controles de este han sido diseñados teniendo en cuenta la diversidad de la población.

1.2. Diseño Inclusivo

El Diseño Inclusivo (Waller et al., 2015) es, junto al Diseño para Todos (The EIDD Stockholm Declaration, 2004) y el Diseño Universal (College of Design, 2008), 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). Con los años, también se han ido desarrollando otros enfoques para el diseño de productos y servicios inclusivos como pueden ser: *Inclusive Microsoft Design* (Microsoft, 2016), *Just Design* (Bianchin & Heylighen, 2018), *Participatory Design* (Schuler & Namioka, 1993), *User Sensitive Inclusive Design* (Newell & Gregor, 2000) o *Universal Access* (Stephanidis et al., 1999). Cada uno de ellos hace su propia lectura de los conceptos básicos de las corrientes principales y propone un nuevo enfoque de mayor o menor especificidad. No obstante, todos impulsan el diseño de productos y servicios que puedan ser usados por el mayor número de personas posibles. Así, Hosking et al. (2010) señalan el posible target del Diseño Inclusivo incluyendo a las personas que no tienen dificultades, a las que tienen dificultades leves y a las que tienen dificultades medias.

Asimismo, el Diseño Inclusivo promueve la incorporación de los usuarios en las diferentes fases del proceso de diseño, tanto para poder entender e identificar sus necesidades como para el testeo de las nuevas propuestas de diseño, haciendo uso de técnicas como observaciones, test de usabilidad o co-diseño (Zitkus et al., 2018) derivadas del Diseño Centrado en Personas. Sin embargo, esto resulta complejo y costoso por lo que se proponen herramientas que suplan o complementen la participación de los usuarios adaptando y agilizando de esta forma el proceso de diseño. Algunas de estas herramientas son (Zitkus et al., 2018), por ejemplo: *Third Age Suit*, *Age explorer*, *Simulation toolkit*, *HADRIAN*, *Veritas/Vicon*, *Inclusive CAD*, *Impairment Simulator*, *Exclusion Calculator*, *Inclusive Design Advisor*, *See-it* o directrices de diseño. Así, muestran al diseñador las posibles limitaciones del producto y le ayudan a empatizar con el usuario a través de simuladores físicos o virtuales,

proporcionan directrices de diseño y/o calculan el número de personas excluidas para el uso de diferentes tipologías de productos (físicos o digitales).

1.3. Objetivos

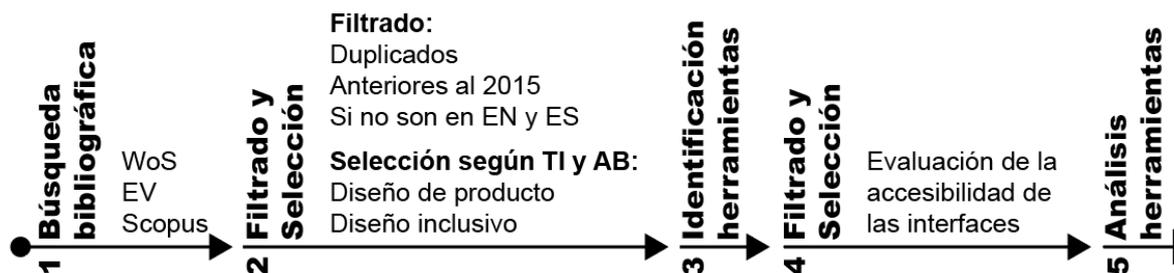
Con este punto de partida, los objetivos de la presente comunicación son:

- Identificar las herramientas más interesantes para usar en procesos de diseño inclusivo de interfaces de productos de consumo
- Identificar oportunidades de mejora entre las herramientas usadas para el diseño inclusivo de interfaces de productos de consumo.

2. Metodología

Se ha dividido en 5 fases el análisis presentado en este artículo tal y como se muestra en la Figura 1. Estas fases son: (1) búsqueda de referencias bibliográficas, (2) filtrado y selección de las referencias bibliográficas, (3) identificación de las herramientas, (4) filtrado y selección de las herramientas y (5) análisis de las herramientas.

Figura 1: Esquema gráfico de la metodología



La búsqueda de las referencias bibliográficas se ha basado en los términos y palabras clave mostrados en la Tabla 1. Las bases de datos consultadas han sido la colección principal de *Web of Science (WoS)*, *Engineering Village (EV)* y *Scopus*.

Tabla 1: Términos y palabras clave usados para la búsqueda bibliográfica

Término clave	Palabras clave
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 centered design, User driven innovation, User led design, Human centered design, Customer centric design, Design for elderly people, Social design, Ability oriented design, Ability based design</i>

El filtrado de los resultados se ha realizado según los siguientes criterios: año de publicación posterior al 2015, idioma de la publicación inglés y español y duplicados. Tras la lectura de los títulos y los resúmenes de los artículos restantes se ha procedido a la selección. Para ello se han eliminado aquellos artículos 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. Así, el resto de los artículos han sido seleccionados para leerlos en su totalidad.

Con la lectura de los artículos se han identificado 132 herramientas usadas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. A continuación, se han clasificado estas herramientas en tres grupos según su relación con la evaluación de la accesibilidad y se han analizado a detalle aquellas herramientas que han sido pensadas específicamente para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces. Para la recogida de datos para el análisis a detalle se ha usado la plantilla mostrada en la Figura 2.

En dicha plantilla, primeramente, se asigna un número y se recoge el nombre de la herramienta. A continuación, se especifican sus características generales indicando la tipología de la herramienta, si es una herramienta cuantitativa o cualitativa y categorizando la unidad de análisis como producto, tareas a realizar para conseguir un objetivo u otro. Seguidamente, se indican las fuentes de información consultadas derivadas de la revisión sistemática de la bibliografía. Se menciona tanto la fuente original donde se presenta la herramienta, artículo original, como el artículo a través del cual se ha identificado la herramienta, artículo rev. Sistemática. En el caso en el cual las dos fuentes coincidan se recoge como artículo rev. Sistemática. Después, están los datos correspondientes a la aplicación de la herramienta donde se detalla, por un lado, si la herramienta está pensada para que sea aplicada por un experto, para que participe la persona usuaria, si realiza la evaluación de una forma automática u otra opción; por otro lado, la fase del proceso de diseño para la cual está pensada su aplicación con los comentarios correspondientes; y, por último, las fases principales de aplicación de la herramienta. Tras ello, se especifica el objetivo que persigue la herramienta, el enfoque o la base de la evaluación, los criterios de evaluación que usa, el resultado que se consigue y, finalmente, comentarios generales, como pueden ser las

limitaciones de la herramienta, o la razón del descarte, en el caso de que haya sido descartada.

A continuación, se presenta el resultado del análisis realizado basado en esta información.

3. Resultados

Son 132 las herramientas identificadas de la revisión bibliográfica. Las 132 herramientas son de muy diversa índole tanto por el ámbito donde se han desarrollado como por los objetivos que persiguen en su origen o aplicación.

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 dividido las 132 herramientas en tres grupos según su relación con la evaluación de la accesibilidad de las interfaces:

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

Figura 2: Plantilla de recogida de datos de herramientas. Herramienta Barrier Walkthrough (a.1)

Nº	a.1	Nombre	BARRIER WALKTHROUGH	
Características generales				
<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				
Fuentes de información				
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			
Aplicación de la herramienta				
<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				
Objetivo				
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.				
Enfoque/base de la evaluación				
La identificación de barreras existentes y su impacto en las páginas web teniendo en cuenta los escenarios creados y las diferentes categorías de usuarios.				
Criterios de evaluación				
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				
Resultado				
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			

Así son 21 las herramientas que están pensadas específicamente para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces, es decir, el 16% de las 136 identificadas. El resto de las herramientas se dividen en 88 que no tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad (67%)

y 23 que tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, pero no están pensadas para la evaluación de las interfaces (17%).

Las herramientas del grupo de “no accesibilidad” no evalúan la accesibilidad. Sin embargo, en función del enfoque de aplicación pueden llegar a valorar la accesibilidad. Ejemplo de ello son las observaciones, entrevistas o encuestas realizadas a personas con discapacidad (Abate et al., 2016; Condado & Lobo, 2015; Huang et al., 2018; Tavares et al., 2019). Se distinguen, también, 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 herramientas que sí tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad, pero no son específicas para las interfaces. Entre estas se encuentran el *Exclusion Calculation* (Keates & Clarkson, 2003) o el *Inclusive Design Toolkit* (Clarkson et al., 2007) desarrollados en el ámbito de diseño de productos.

En el tercer grupo, denominado “acc+interfaces” están las herramientas que si tienen intrínseca la evaluación de la accesibilidad y son específicas para la evaluación de las interfaces.

Considerando el ámbito de uso, se identifica una evolución hacia lo digital entre los grupos de “accesibilidad” y “acc+interface”. 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 aquellos relacionados con productos digitales como son APP, *HCI*, 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)

3.1. Herramientas específicas para la Evaluación de la Accesibilidad de las Interfaces

Como se puede ver en la Tabla 2, se han dividido en 7 grupos las 21 herramientas que evalúan la accesibilidad de las interfaces según su tipología. Estos grupos son: [a] métodos, [b] simuladores, [c] heurísticos y métricas, [d] criterios, [e] clasificaciones funcionales, [f] directrices y [g] normas.

Se entiende cada tipología según las siguientes definiciones:

- a. **Métodos:** técnicas estructuradas que posibilitan realizar una evaluación (Real Academia Española, 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 los 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 (Real Academia Española, 2019)
- g. **Normas:** documentos de aplicación voluntaria que contienen especificaciones técnicas (Asociación Española de Normalización, n.d.)

Tabla 2: Listado de herramientas identificadas 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
b. Simuladores		
b.1	<i>Gaze-contingent tunnel vision simulator</i>	Kamikubo et al., 2017
c. Heurísticos / métricas		
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. Clasificación 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, 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>	World Wide Web Consortium, 2008
g. Normas		
g.1	<i>ISO 9241-171 - Guidance on software accessibility</i>	ISO 9241-171 – Guidance on software accessibility, 2008

Así, se diferencian los métodos del resto de las herramientas porque son éstas las que pautan el análisis de las interfaces. El resto, cuando se habla de evaluación, sirven de apoyo y complementan los métodos para este fin.

En el siguiente apartado se analizan a detalle las 21 herramientas específicas para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces.

3.2. Análisis Crítico de las Herramientas específicas para la Evaluación de la Accesibilidad de las Interfaces

El análisis recogido en este apartado se basa en la ficha de recogida de datos (Figura 2) y se estructura en dos partes principales por cada tipología de herramienta (Figura 3 y Figura 4).

Figura 3: Análisis de las características generales y la aplicación de las herramientas

	CARACTERÍSTICAS GENERALES					APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA									
	Naturaleza		Unidad de análisis			Evaluador				Fases metodología DBZ					
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Usuario	Automático	Otro	Búsqueda estratégica	Exploración	Ideación	Desarrollo	Implementación	Lanzamiento
a. Métodos															

Figura 4: Análisis del ámbito, objetivos, enfoque y criterios de las herramientas

	Ámbito	Objetivos	Enfoque	Criterios

Leyenda de colores usada en el análisis:

digital, personas mayores, usabilidad, factores técnicos, factores humanos

Así, primeramente, se recogen en una tabla, con la cabecera mostrada en la Figura 3, las características generales y de aplicación. Por un lado, se analiza la naturaleza de las herramientas (cuantitativa, cualitativa) y la unidad de análisis (producto, objetivo/tarea, otro) y, por otro lado, cómo se da la aplicación de la herramienta, es decir, si está pensada para que sea aplicada por una persona experta sin la participación de la persona usuaria, si está prevista la participación de la persona usuaria, si es automática u otra opción y para qué fase del proceso de diseño está pensada. La Tabla 3 muestra un resumen de estos datos que se comentan a continuación.

En segundo lugar, se comentan los resultados obtenidos de la lectura de los apartados de ámbito, objetivos, enfoque de la evaluación y criterios de evaluación sintetizados también en una tabla donde se destacan, por colores, los siguientes aspectos (Figura 4). En amarillo se destacan aquellos ámbitos de desarrollo de productos digitales, en morado cuando se hace referencia a las personas mayores, en azul cuando el objetivo es la usabilidad, en verde los factores técnicos (características técnicas o de diseño correspondientes al producto o

software) incluidos entre los criterios de evaluación y, por último, en naranja los factores humanos (aspectos que tienen en cuenta las características específicas de las personas).

En el caso de los métodos, se analizan también las principales fases de aplicación.

Tabla 3: Resumen de los resultados del análisis

	CARACTERÍSTICAS GENERALES					APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA										
	Naturaleza		Unidad de análisis			Evaluador				Fases metodología DBZ						
	Cuantitativo	Cualitativo	Producto	Objetivo/ tarea	Otro	Experto	Usuario	Automático	Otro	Búsqueda estratégica	Exploración	Ideación	Desarrollo	Implementación	Lanzamiento	
a. Métodos	5	8	5	5	3	7	3	2	1	2	2	2	4	3	2	
b. Simuladores	No corresponde								1			1	1			
c. Heurísticos / métricas		4	4			3	1			No especificado						
d. Criterios	No corresponde															
e. Clasificación funcionales		1			1		1			No corresponde						
f. Directrices		3	3			3	1				1				1	
g. Normas		1	1			1				1	1	1	1	1	1	

a. Métodos

Las características generales contemplan la naturaleza (cuantitativo o cualitativo) y la unidad de análisis (producto, objetivo/tarea u otro).

Respecto a la naturaleza de los métodos, son 6 los que realizan un análisis cualitativo de la accesibilidad, 3 cuantitativo y 2 combinan ambas tipologías de análisis. De los 5 métodos que contemplan un análisis cuantitativo 4 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. 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 3 los métodos que optan por coger el producto en general para realizar el análisis, 3 las tareas a realizar para alcanzar un objetivo, 3 otra unidad de análisis (1 problemas de usabilidad, 2 escenarios) y 2 pueden analizar tanto del producto como las tareas dependiendo de la fase de aplicación. En los casos cuya unidad de análisis es otra diferente al producto es necesario identificar las unidades a analizar.

Si consideramos la unidad de análisis y las principales fases de aplicación de los métodos, destaca como los métodos cuya unidad de análisis no es el producto recogen la identificación de estas entre las fases de aplicación, sin embargo, ninguno especifica cómo hacerlo y, por ello, resulta imposible de replicar el método con rigor. A este respecto, en el grupo de “no accesibilidad” se han identificado herramientas que son usadas en el ámbito de las interfaces

y dan pie a cumplir este requisito como pueden ser el *Task Analysis*, el *TAFEI* o los test de usabilidad (Baber & Stanton, 2002; Hackos & Redish, 1998; Rubin & Chisnell, 2008).

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, 8 de los métodos han sido pensados para su aplicación por expertos, su ejecución automática o una combinación de ambas. De los 3 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) y el *Inclusive design toolkit* (a.11) propone combinarlo con una evaluación realizada por expertos. Autores como Kamikubo et al. (2017) recomiendan la combinación de ambos casos. Se aligera así el proceso de diseño realizando un análisis por expertos en las fases de ideación y desarrollo y se contrasta con personas usuarias en la fase final del desarrollo (Kamikubo et al., 2017).

En cuanto a la fase del proceso de diseño para la cual está pensada 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 crítico se procede a comentar los aspectos referentes al ámbito, los objetivos, el enfoque y los criterios.

Son 7 los métodos pensados para ámbitos de desarrollo digital (web, aplicaciones para móviles, videojuegos), 3 desarrollados desde una perspectiva más general de producto y 1 específico para *wearables*. Estos 4 últimos métodos resultan ser los 4 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 cuyo objetivo o enfoque está dirigido a las 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 dirigiendo 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. Sin embargo, aceptando que el colectivo de personas mayores es parte importante del colectivo de personas con discapacidad este último es más amplio.

En el caso del *mHealth for older user* (a.4), además, el enfocarse en el colectivo de las personas mayores es el modo para dar el salto de la usabilidad a la accesibilidad, es decir, enfocando el análisis de los problemas usabilidad en personas mayores se alcanza a evaluar la accesibilidad. Este hecho se da también en el caso de los heurísticos y métricas (apartado c)

Por último, en cuanto al análisis crítico de los métodos se refiere, están los criterios. Entre los usados para la evaluación se pueden distinguir tres grupos. El primer grupo de criterios estaría constituido por aquellos que se centran en la evaluación de los factores técnicos como pueden ser las características de la web, los modelos de interacción o las directrices *WCAG* (f.3). El segundo grupo contemplaría aquellos criterios que integran los factores humanos y que se recogen como categorías de usuarios, 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. De este modo, 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.

Se observa cruzando los criterios con las características de aplicación de las herramientas que los métodos que cuentan con la participación de la persona usuaria incluyen siempre los

factores humanos combinados o no con los factores técnicos. 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.

b. Simuladores

Se ha identificado un único simulador como herramienta independiente, sin embargo, dentro del *Inclusive Design Toolkit* (a.11) también se incluyen otros 4.

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.

El *Gaze-contingent tunnel visión simulator* (b.1) junto a los simuladores integrados en el *Inclusive Design Toolkit* (a.11) (*Cambridge simulation gloves, Cambridge simulation glasses, Impairment simulator software* y *Clari-Fi*) llegan a simular limitaciones en cuanto a destreza, visión y audición se refiere. Así, con el objetivo de realizar una valoración rápida de las interfaces y posibilitar la realización de los test con personas que no tengan pérdida de visión, el *Gaze-contingent tunnel visión simulator* (b.1) facilita el reclutamiento de las personas para los testeos (Kamikubo et al., 2017).

c. Heurísticos y métricas

Los heurísticos y las métricas son herramientas cualitativas que valoran el producto en general, no hay excepciones en cuanto a estas características generales se refiere. Se diferencian las métricas porque cuentan con la participación de las personas usuarias, al contrario, los heurísticos están pensados para guiar al experto en la evaluación heurística manteniendo la tendencia de los métodos de agilizar la evaluación.

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.

Con los criterios, se vuelven a diferenciar las métricas frente a los heurísticos. Las métricas hacen alusión directa a los factores humanos, 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.

En este grupo, la herramienta que prevé la intervención de las personas usuarias incluye entre sus criterios de evaluación factores humanos. Al contrario, las herramientas que se limitan a incluir factores técnicos entre sus criterios están dirigidas a personas expertas.

d. Criterios

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.

e. Clasificaciones funcionales

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.

Por otro lado, 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).

f. Directrices

Los 3 grupos de directrices identificados son de carácter cualitativo y contemplan el producto en general. Pensados como herramienta de apoyo para los desarrolladores de cara al diseño de webs o aplicaciones móviles se distinguen las directrices ATAG (f.1) por contemplar la opción que personas usuarias usen la herramienta de evaluación para guiar la elección del producto.

Los 3 grupos de directrices han sido desarrollados para productos digitales y las directrices ATAG (f.1) y WCAG (f.3) tienen un enfoque amplio de la accesibilidad. Sin embargo, las UDMIG (f.2) buscan la usabilidad de las aplicaciones móviles del sector de la salud dirigidas a persona mayores. Enfocando la accesibilidad, una vez más, en la relación entre usabilidad y personas mayores.

Los criterios propuestos 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) junto a herramientas del grupo “no accesibilidad” o como base para la definición de normas (International Organization for Standardization, 2008).

g. Normas

De naturaleza cualitativa, con el producto como unidad de análisis y dirigida a personas expertas la norma ISO 9241-171 (g.1) sigue la misma línea que los heurísticos y las directrices identificadas. En este caso se especifica, además, que puede ser usada en cualquier estadio del proceso de desarrollo.

Dirigida a productos digitales entre sus criterios se recogen solamente factores técnicos a tener en cuenta para el desarrollo de softwares accesibles.

4. Discusión y Conclusiones

A la hora de identificar las herramientas más interesantes, se creen limitados aquellos enfoques que trabajen la accesibilidad centrándose específicamente en el grupo de personas mayores. El grupo de personas discapacitadas es más amplio y el punto de partida es el

promover la independencia de todas ellas a través del diseño de productos accesibles. Así, las herramientas dirigidas al diseño de producto en general y a los *wereables* en específico resultan de especial interés para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los productos de consumo. Estas herramientas se encuentran en el grupo de métodos y son las siguientes: *Digital interfaces exclusion audit technique* (a.2), *Universal design based evaluation framework* (a.9) e *Inclusive Design Toolkit* (a.11). Los tres métodos tienen en común el cálculo de la exclusión, si bien, el *Digital Interfaces exclusion audit technique* (a.2) hace una adaptación específica para el cálculo de la exclusión de las interfaces digitales. Sin embargo, esta adaptación carece de datos suficientes para cuantificar la exclusión y estudios posteriores se centran en el grupo de personas mayores (Bradley et al., 2019). Tampoco se han encontrado otras alternativas entre las herramientas identificadas para cuantificar el número de personas que quedan excluidas. Así, se cree que el cálculo de la exclusión a través del *Exclusion Calculator* (Clarkson et al., 2007; Keates & Clarkson, 2003) presentado dentro del *Inclusive Design Toolkit* (a.11), presentes ambos también en el grupo de “accesibilidad”, puede ser la base para la evaluación de la accesibilidad de las interfaces de los productos de consumo.

Además, se identifican una serie de oportunidades de mejora.

El *Exclusion Calculator* tiene como unidades de análisis las tareas a realizar para alcanzar un objetivo. Se identifica la oportunidad de adaptar el *Exclusion Calculator* integrando en el mismo método una herramienta que sistematice la identificación de estas tareas. 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 clasificación de capacidades usada por el *Exclusion Calculator* integra los factores humanos 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 usuario (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 opción de investigación a explorar.

Unas directrices de diseño específicas complementarían el método de evaluación en el diseño de interfaces de productos de consumo accesibles. Para ello, las WACG (World Wide Web Consortium, 2008) o la norma ISO 9241-171 (International Organization for Standardization, 2008) son referentes que proporcionan pautas a considerar para establecer las directrices de diseño de la parte digital de las interfaces. 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 las directrices de diseño para la parte física de los productos de consumo.

Por último, no se puede obviar el desarrollo tecnológico y su repercusión tanto en los modos de interacción como en las interfaces de los electrodomésticos. 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, n.d.;

Incorporated Moen, 2020). Posibles nuevas propuestas tendrán que contemplar estos avances y las nuevas oportunidades de cara a crear interfaces de productos accesibles.

4.1. Líneas futuras

Siguiendo la línea de trabajo abierta con el estudio presentado, la definición y validación de una nueva herramienta que integre el Exclusion Calculator con las oportunidades de mejora identificadas es el siguiente paso.

Además, cabe hacer un seguimiento de las nuevas formas de interactuar con los productos y constatar hasta qué punto las herramientas actuales son válidas para su diseño y evaluación.

4.2. Limitaciones del estudio

En este estudio no se ha profundizado en el proceso de diseño ni en la tipología de herramientas usadas en él. Se han analizado directamente las herramientas de evaluación existentes.

5. Referencias

- 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/jacces.v6i1.102>
- 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)*.
- AENOR. (2019). *UNE-EN ISO 9241-220:2019 Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 220: Procesos para la habilitación, la ejecución y la evaluación del diseño hombre-centro dentro de las organizaciones. (ISO 9241-220:2019) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2019)*.
- An, J., Kang, H., Lee, J., & Lee, H. (2019). *Home appliance, control system by voice recognition and operating method of the same* (Patent No. US 20190214009A1).
- Asociación Española de Normalización. (n.d.). *La Normalización*. https://www.une.org/normalizacion_documentos/normalizacion_une.pdf
- 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*.
- Bemposta Pinheiro, E. J., & Salgado Bruges, D. J. (2019). *Appliance control system and method* (Patent No. US010362158B2).
- Bianchin, M., & Heylighen, A. (2018). Just design. *Design Studies*, 54, 1–22. <https://doi.org/10.1016/J.DESTUD.2017.10.001>
- Bradley, M., Kristensson, P. O., Langdon, P., & Clarkson, P. J. (2019). *Interaction Patterns: The Key to Unlocking Digital Exclusion Assessment?* (S. N. (ed.); Vol. 786, pp. 564–572). Springer Verlag. 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* (A. M., S. C., & S. C. (eds.); Vol. 9175, pp. 25–33). Springer Verlag. 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.

- Clarkson, J., Coleman, R., Hosking, I., & Waller, S. (2007). *Inclusive Design Toolkit*. Cambridge University. <http://www.inclusivedesigntoolkit.com/>
- College of Design, N. C. S. U. (2008). *The Center for Universal Design*. https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/about_ud.htm
- Condado, P. A., & Lobo, F. G. (2015). A System for Controlling Assisted Living Environments Using Mobile Devices. *ASSETS'15: PROCEEDINGS OF THE 17TH INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS & ACCESSIBILITY*, 33–38. <https://doi.org/10.1145/2700648.2809839>
- 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>
- The EIDD Stockholm Declaration, (2004).
- 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
- Graham, G., & Chandrashekar, S. (2016). *Inclusive process and tool for evaluation of accessible user experience (AUX)* (A. M. & S. C. (eds.); Vol. 9737, pp. 59–69). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_6
- Hackos, J. T., & Redish, J. C. (1998). *User and Task Analysis for Interface Design*. John Wiley & Sons, Inc.
- 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* (A. M. & S. C. (eds.); pp. 3–12). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58700-4_1
- Henka, A., Stiegler, A., Zimmermann, G., & Ertl, T. (2015). *Conducting acceptance tests for elderly people on the Web. pt.1*, 325–336. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20892-3_32
- Home Connect GmbH. (n.d.). *Home Connect-Connect your household*. Retrieved 12 February 2020, from <https://www.home-connect.com/global/>
- 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>
- 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>
- Incorporated Moen. (2020). *U by Moen Smart Faucet | Smart Home | Moen*. <https://www.moen.com/smart-home/u-by-moen-smart-faucet>
- 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>

- 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>
- Keates, S., & Clarkson, J. (2003). *Countering Design Exclusion. An introduction to inclusive design*. Springer.
- 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>
- 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
- 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>
- Microsoft. (2016). *Inclusive Microsoft Design*. <https://www.microsoft.com/design/inclusive/>
- Newell, A. F., & Gregor, P. (2000). 'User Sensitive Inclusive Design' - in Search of a New Paradigm. *Proceedings on the 2000 Conference on Universal Usability*, 39–44. <https://doi.org/10.1145/355460.355470>
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interface. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 249–256.
- OMS. (2002). *Towards a Common Language for Functioning, Disability and Health: ICF*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/classifications/icf/en/>
- OMS. (2011). *Informe Mundial sobre la Discapacidad OMS*. https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/
- Park, J. W., Shin, J. C., & Jeong, J. (2016). *Home appliance, mobile device and home appliance control system* (Patent No. US 2016O147207A1).
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española* (Versión el). <https://doi.org/10.2307/331350>
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing: how to plan, design and conduct effective tests*. (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Ruzic, L., Lee, S. T., Liu, Y. E., & Sanford, J. A. (2016). Development of Universal Design Mobile Interface Guidelines (UDMIG) for Aging Population. In M. Antona & C. Stephanidis (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Techniques, and Best Practices* (pp. 98–108). Springer International Publishing.
- Sanderson, N. C., Chen, W., Bong, W. K., & Kessel, S. (2016). *The accessibility of MOOC platforms from instructors' perspective* (A. M. & S. C. (eds.); Vol. 9739, pp. 124–134). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40238-3_13
- Sardroud, O. E., & Choi, Y. M. (2016). *Design and evaluation of a universally accessible academic course search portal* (di B. G. & K. P. (eds.); Vol. 500, pp. 351–360). Springer

Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_31

- Schuler, D., & Namioka, A. (1993). *Participatory Design: Principles and practices*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420088892>
- Scolari, C. A. (2018). *Las leyes de la interfaz*. Gedisa.
- 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/>
- Stephanidis, C., Salvendy, G., Akoumianakis, D., Arnold, A., Bevan, N., Dardailler, D., Emiliani, P. L., Iakovidis, I., Jenkins, P., Karshmer, A., & Others. (1999). Toward an Information Society for All: HCI challenges and R&D recommendations. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 11, 1–28.
- 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* (B. S., T. R., A. S., A. T., & F. Y. (eds.); Vol. 824, pp. 1411–1419). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_143
- 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
- Tomberg, V., & Kelle, S. (2016). *Towards universal design criteria for design of wearables* (G. Di Bucchianico & P. Kercher (eds.); Vol. 500, pp. 439–449). Springer International Publishing, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_39
- 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>
- United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol*.
- 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>
- 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>
- 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. (2008). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- World Wide Web Consortium. (2015). *Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0*.

<https://www.w3.org/TR/ATAG20/>

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

Zitkus, E., Langdon, P., & Clarkson, P. J. (2018). Gradually including potential users: A tool to counter design exclusions. *Applied Ergonomics*, 66, 105–120.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.07.015>

