

Desde el Volumen 11, Número. 21, correspondiente al año 2024, la licencia CC BY-NC 4.0 sustituye a la empleada en los números anteriores, a saber, CC BY-NC-SA 4.0

Las interfaces táctiles y limitaciones físico-motrices en los miembros superiores

The tactile interfaces and physical-motor limitations in the upper limbs

DI. Pedro Luis González Acosta (*)

plgadesigner@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6977-7809

COMBIOMED Tecnología Médica Digital

Grupo Empresarial BIOCUBAFARMA

La Habana, Cuba

MSc. Alicia Fernández Ferreras

aliceff.designer@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7466-8319

Instituto Superior de Diseño

Universidad de La Habana

Cuba

Autor para correspondencia (*)

RESUMEN

El Diseño, más que una disciplina creativa, es considerado social. Impulsar a través de él la igualdad de oportunidades para todos y la inclusión social de las personas con discapacidad es una preocupación de las sociedades.

Habitualmente controlamos lo que nos rodea a través de una pantalla la aparición de nuevos dispositivos y versiones de interfaces traen consigo la constante evolución de los elementos informativos (*outputs*) y de control (*inputs*). El avance tecnológico permite el diseño de dispositivos cada vez más sofisticados, con interfaces inaccesibles para usuarios con discapacidad. El objetivo del estudio que se presenta es analizar los antecedentes de diseño y de investigación relacionados con las interfaces táctiles para usuarios con discapacidades motoras en miembros superiores.

Palabras claves: diseño, interfaz táctil, usabilidad, discapacidad motora, inclusión, experiencia de usuario

ABSTRACT

The design, more than a creative discipline, is considered a social discipline. Promoting through it equality of opportunity for all and the social inclusion of people with disabilities is a concern of societies. We commonly control what surrounds us through a screen; the emergence of new devices and interface versions bring about the constant evolution of informative (outputs) and control (inputs) elements. Technological advancement enables the design of increasingly sophisticated devices with interfaces inaccessible to users with disabilities. The aim of this study is to analyze the background of design and research related to tactile interfaces for users with motor disabilities in upper limbs.

Keywords: design, touchscreen interface, usability, motor disability, inclusion, user experience

Recibido: 10 / 04 / 2024

Aceptado: 21 / 08 / 2024

INTRODUCCIÓN

Gran cantidad de objetos con los que interactúan las personas en su vida diaria son desarrollados por diseñadores industriales. La importancia del diseñador no radica en la creación de productos sino en la responsabilidad social al momento de proyectar. Esta perspectiva particular alrededor de la disciplina del Diseño lo ha convertido en un referente obligatorio al hablar de la relación simbiótica que existe con la Innovación Social y el Diseño (Córdoba-Cely, Martínez & Bonilla, 2014).

“Los diseñadores crean productos y servicios para las personas, para la sociedad. Eso hace que el Diseño no solo sea una disciplina creativa, sino también **social**” (Arroyo, 2011).

Impulsar a través del diseño la igualdad de oportunidades para todos y la inclusión social de las personas con discapacidad es una preocupación de las sociedades modernas en general. En este caso se establece la necesidad de enfocarse en el usuario como eje principal del proceso de diseño.

“Tradicionalmente, los esfuerzos para combatir la discriminación hacia usuarios discapacitados, por la falta de acceso, se han centrado en la eliminación de las barreras físicas y arquitectónicas que limitan la actividad y restringen la participación social de las personas con discapacidad” (Ley 51/2003, Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2006, como se citó en Toboso-Martín & García, 2012, p. 164).

En menor medida se ha estado experimentando en el desarrollo de productos (interfaces de control) para usuarios vulnerables (personas mayores o personas con discapacidad) a través del diseño. La realización de estudios y la confección de procedimientos para el diseño, adquiere una importancia primordial, ya que las características de los usuarios pueden ser bastante diferentes a las de los usuarios estándar y aparecen problemas específicos de seguridad y de uso que deben tenerse en cuenta. Se trata de un enfoque diferente centrado en el usuario, en el que participa e influye en el proceso de diseño, y el objeto es la interfaz.

Hasta la fecha, la mayoría de los objetos de uso para personas con discapacidad son fabricados por las industrias especializadas en equipos médicos y esto hace que tengan un carácter formal, frío y desagradable, sobre todo para las personas que a pesar de su deficiencia no se consideran "enfermos". Por otro lado, estos objetos especiales no logran satisfacer todas las necesidades de dichos usuarios (Flores, 2001, p. 59).

Con el trabajo se pretende realizar un análisis de los antecedentes de diseño y de investigación relacionados con las interfaces táctiles para usuarios con discapacidades motoras en miembros superiores. Para lo que se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de definir el estado actual de los diseños e investigaciones relacionadas con el tema.

DESARROLLO

DISCAPACIDAD

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2011), el término genérico de discapacidad comprende todas las deficiencias, las limitaciones para ejecutar actividades y las restricciones de participación, y se refiere a los aspectos negativos de la interacción entre una persona que tiene una condición de salud, y los factores contextuales de esta (factores ambientales y personales).

“Se calcula que más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad, es decir, alrededor del 15% de la población mundial (según estimaciones de la población mundial de 2010). Esta cifra es superior a la estimación anterior de la OMS, que data de los años setenta y rondaba el 10%” (OMS, 2011). Afirma Pérez (2021), según el último Censo de Población y Viviendas (2012), aproximadamente el 5% de la población cubana tiene algún tipo de discapacidad (física, sensorial o intelectual). La tendencia en los próximos años es a que esta cifra aumente, considerando el alto índice de envejecimiento poblacional del país (20,8 %), el más envejecido de la región latinoamericana.

Según la Asociación Americana de Fisioterapia (APTA), “la función motora es la capacidad de aprender o demostrar la ejecución hábil y eficiente, el mantenimiento y el control de posturas voluntarias y patrones de **movimiento**”. La función de los miembros superiores, y específicamente la mano, se da gracias a la conjunción de múltiples sistemas, con una compleja actividad de cada uno de ellos, dada no solamente por la conformación y arquitectura de su estructura, sino por el proceso de desarrollo neurológico, la maduración fisiológica y el desarrollo de patrones motores aprendidos y del control motor (Pinzón, 2020, p. 172).

Plantean Sarto & Vedia (2013), que se considera una persona con discapacidad motora cuando por diversas causas ve afectada su habilidad en el control y manejo del movimiento, equilibrio, coordinación y postura de las diversas partes del cuerpo. Las dificultades que presenta una persona con discapacidad motriz pueden ser muy variadas dependiendo del momento de aparición, los grupos musculares afectados (topografía), el origen y el grado de afectación (ligera, moderada o grave).

DISEÑO PARA LA INNOVACIÓN SOCIAL

“Con la Revolución Industrial se marca el inicio de un debate en la sociedad y la academia, acerca de la dimensión social del **diseño**” (Saavedra, 2018).

La Innovación Social vinculada al diseño, es definida como una constelación de iniciativas de diseño orientadas a hacer la Innovación Social más probable, eficaz, duradera, y propensa a propagarse (Manzini, 2014 como se citó en Ortiz, 2016).

Esta se caracteriza por no producirse en el artefacto técnico ni en su proceso productivo, sino en la práctica social del mismo (Córdoba-Cely, Martínez & Bonilla, 2014).

“En contraposición al mero concepto de innovación, el de *innovación social* cobra importancia en la medida en que se orienta a valores sociales como la calidad de vida, la participación ciudadana, la inclusión social y el desarrollo ambiental

(por nombrar algunos), y no a valores que se reducen a factores productivos o económicos.” (Gallego, 2017)

“Para Victor Papanek, el diseño es ante todo un principio ético para alcanzar la innovación social por medio de un ejercicio de proyectación (proyección) centrado en la responsabilidad social” (Córdoba-Cely, Martínez & Bonilla, 2014).

El trabajo del diseño se define como la “**creación de puentes**” entre la sociedad y la técnica, entendiendo esta última como el ámbito en el cual convergen las dos condiciones necesarias para que surja la innovación: la tecnología y la invención. El diseño no centra solamente su atención sobre las necesidades de las personas, sino principalmente en sus capacidades (Manzini, 2015 como se citó en Cataño, 2017).

Hoy en día es posible identificar toda clase de iniciativas de innovación social que buscan redefinir la forma de *hacer diseño* para resolver problemas sociales y generar, tanto nuevas prácticas como nuevas ideas sobre bienestar. Para impulsar nuevos modelos de desarrollo social más eficaces y accesibles, el diseño deberá tener una participación cada vez más activa (Cataño, 2017).

El hecho de detectar y atender las necesidades sociales insatisfechas, utilizando el pensamiento de diseño y métodos de análisis, es lo que hará que el diseño realmente funcione y se convierta en un factor clave en la sociedad (Ávalos, 2019).

“El diseño para la innovación social es todo aquello que el diseño experto hace para activar, mantener y orientar los procesos de cambio social que llevan a la **sostenibilidad**” (Manzini, 2015 como se citó en Ávalos, 2019)

DISEÑO INCLUSIVO Y UNIVERSAL

La manipulación y control de interfaces táctiles por personas con discapacidades motoras en miembros superiores suelen ser tareas complejas en comparación con una persona sana. Es por esto que se hace de vital importancia que el diseñador de interfaces comprenda conceptos relacionados con el diseño inclusivo y universal.

El rápido avance del desarrollo tecnológico aumenta el riesgo de la aparición de nuevas soluciones de diseño con la utilización de técnicas y elementos costosos, que ponen en peligro el acceso para las personas con discapacidad por no desarrollar un diseño universal que responda a las necesidades sociales insatisfechas.

“**Diseño universal, diseño incluyente y diseño para todos** tienen como propósito esencial conformar un entorno físico cuyos componentes y estructuras consideren las necesidades de todos los seres humanos, contemplan variables que amplían el espectro de diseño, el uso y funcionamiento de los objetos y **espacios**” (Vega, 2018).

El Diseño Inclusivo es imperativo para una sociedad en la cual personas con todo tipo de capacidades puedan interactuar. En ese sentido, la definición de lo inclusivo se expande a incluir una (Hernández, & Boza, 2022) acción de diseño y planificación con el objetivo de eliminar barreras físicas y cognitivas (arquitectónicas, urbanísticas, de transporte y comunicacionales) permitiendo un entorno más accesible para todas las personas, incluidas aquellas con discapacidad (Zeldis, 2022).

El Diseño industrial se acerca al tema de la inclusión de las personas en situación de discapacidad proponiendo una ergonomía de los artefactos, orientada a superar las deficiencias funcionales con un afán normalizador. El interés migró del producto a la gestión del proceso social de producción de tecnologías, por lo que el diseñador se posiciona como un operador cultural de la tecnología, articulando, en clave transversal, diversos marcos teóricos y metodológicos de modo flexible, adaptable y con crecimiento en el tiempo, a partir de las lecturas críticas de los resultados de las experiencias con la comunidad (Hernández, & Boza, 2022).

USABILIDAD

Los estudios de usabilidad son cada vez más demandados en el ámbito del diseño y la tecnología para la concepción de productos o interfaces adecuadas a las necesidades de poblaciones vulnerables (Fernández, 2018). Actualmente la tecnología

y el confort van de la mano. Diariamente aumenta la costumbre de usar aparatos que integran alta tecnología con interfaces de usuario modernas pero fáciles de manejar, como teléfonos inteligentes, TV, computadoras, refrigeradores, etcétera (Orozco & Guryev, 2017).

“**La usabilidad es un atributo de calidad de un producto que se refiere sencillamente a su facilidad de uso**” (Montero, 2015).

Los factores principales que deben considerarse al hablar de usabilidad son la facilidad de aprendizaje, la efectividad de uso y la satisfacción con la que las personas son capaces de realizar sus tareas, gracias al uso del producto con el que está trabajando, factores que descansan en las bases del Diseño Centrado en el Usuario.

Coloquialmente, suele definirse usabilidad como la propiedad que tiene un determinado sistema para que sea **«fácil de usar o de utilizar y de aprender»**; tratándose de una propiedad que no es solo aplicable a los sistemas software, sino que, como muestra D. NORMAN en Norman (1990), es aplicable a los elementos de la vida cotidiana. (Granollers, Navarro, Suarez, & Rodríguez, 2022)

INTERFACES DE CONTROL TÁCTIL

Para comprender qué es el diseño de interfaz es necesario comenzar esclareciendo los conceptos de diseño e interfaz.

Una definición de diseño integradora y precisa en cuanto a su función: “**Diseño** es una actividad que tiene como objetivo la concepción de los productos para que estos cumplan eficientemente su finalidad útil y puedan ser producidos, garantizando su circulación y consumo” (Pérez & Peña, 2014).

Algunos consideran la interfaz de forma instrumental, pero a la vez reconocen que, sin los instrumentos requeridos, no sería posible la interacción. Otras posiciones asumen la interfaz como mediadora de relaciones y se centran en los modos como se generan los nexos entre persona y máquina.

También se asume la interfaz como facilitadora del diálogo hombre-máquina, en el que influye el estado de ánimo del sujeto. Es considerada un campo transversal de conocimiento, definiéndose como el conjunto de métodos para lograr interactividad entre un usuario y una computadora (Bustamante et al., 2014).

El diseño de interfaces es un proceso o actividad que tiene como objetivo la concepción de la interacción o del intercambio de información en el sistema hombre - máquina, entendiendo como concepción “[...] *la creación y determinación de las propiedades multifacéticas que condicionan el proyecto [...]. Resolver las relaciones funcionales y de significado, organizando el uso y las características formales y estructurales de la solución*” (Pérez & Peña, 2014, como se citó en Fernández, 2018).

Por otro lado, lo relacionado con o basado en el sentido del tacto, se ha descrito usando como adjetivo el término háptico (del griego hápto/ haptesthai (tocar, relativo al tacto) (González, 2011). Este hace referencia a la ciencia que estudia lo relacionado al tacto y sus sensaciones como medio de control e interacción con máquinas y computadores (Muñoz, Ortiz & Salinas, 2011).

Se le denomina háptica a las percepciones táctiles que se realizan de manera activa y voluntaria, por lo que se hace necesario el uso de dedos y manos durante el descubrimiento de objetos en nuestro entorno para poder afirmar que se está usando el sentido háptico (Cortés, García, Acosta & Santana, 2010). “De manera análoga, las interfaces hápticas (IH) pueden dividirse en dos grupos principales desde el punto de vista de la sensación que producirán en el momento del contacto con la parte del cuerpo: las que producen estímulos cinestésicos y las que producen estímulos **táctiles**” (Pérez & Santis-Chávez, 2016). El primer tipo de interfaz (interfaz háptica cinestésica) apunta a estímulos de fuerza en las extremidades (dureza, peso e inercia) (Vélez, 2011). El segundo tipo (interfaz háptica de tipo táctil, también conocida como pantalla táctil), al cual hacemos referencia en esta investigación, es un dispositivo que se encarga de

estimular los receptores nerviosos del tacto para desplegar en la interacción con la piel humana parámetros como temperatura, rugosidad, forma y textura. Los mecanorreceptores que comúnmente se estimulan en las pantallas táctiles y logran simular contacto en la piel son los de vibración y presión (Chouvardas, Miliou, & Hatalis, 2008, como se citó en Santis-Chávez, 2016).

Según Parisi, Paterson & Archer (2017), el momento háptico en el que nos encontramos implica una especie de réplica del cambio tecnológico, ya que evaluamos y llegamos a términos con las ramificaciones de la transformación táctil. Las tecnologías que median el tacto se han sometido a una domesticación tranquila, como teléfonos con pantalla táctil, tabletas y videos, los controladores de juego se abren camino en la vida cotidiana, mientras que las instancias más avanzadas de tecnologías hápticas se han convertido en componentes de nicho para simulaciones médicas, estudios de diseño y telecirugía robótica. (p. 1514)

Las interfaces de usuario han evolucionado considerablemente en los últimos años hacia formas más amigables con el auge de las pantallas táctiles, y diversos autores se han dedicado al estudio de estas interfaces.

En ese sentido podemos mencionar a Pérez & Santis-Chaves (2016), en el artículo “Interfaces hápticas: sistemas cinestésicos vs. sistemas táctiles”. Estos realizan un estudio sobre las formas y tecnologías de construcción de las interfaces táctiles y llegan a la conclusión de que existe una gran variedad, pero a su vez, los desarrollos están en la mayoría de los casos en fases experimentales y no comerciales, con aspectos por mejorar y refinar, debido a que el estímulo va dirigido a receptores nerviosos densamente ubicados en la piel y de percepción específica.

Plantean que las IH táctiles han tenido desarrollos tendientes a encontrar un equilibrio entre el costo, la portabilidad de los dispositivos y la sensación producida. El avance de las interfaces táctiles ha sido lento y los sistemas desarrollados desde principio de siglo han sido voluminosos, otros son costosos y frecuentemente optimizados

hacia una sola característica de sensación reproducida. El análisis de las características generales de las IH táctiles actuales muestra que las que dan muy buena resolución son voluminosas y presentan limitaciones de usabilidad.

Jin, Plocher & Kiff (2007), en "Touch screen user interfaces for older adults: button size and spacing", realizan un estudio donde investigaron el tamaño y el espaciado óptimos de los botones para las interfaces de usuario de pantalla táctil destinadas a adultos mayores, teniendo en cuenta que las recomendaciones en la literatura se encontraban dirigidas a audiencias generales y no consideraban las necesidades específicas de este grupo poblacional. Estudiaron tres variables independientes, el tamaño del botón, el espacio entre los botones y la destreza manual en dos experimentos que midieron el tiempo de reacción, la precisión y las preferencias del usuario.

Chen, Chen & Chen (2011), en "A Study on the C/R Ratio of Direct-Operation Multi-touch Interface", realizan un estudio centrado en el efecto de la relación control – respuesta (relación C/R) de una interfaz multitáctil para operaciones de movimiento y rotación. Una relación C/R modificada puede ayudar a los usuarios a ampliar el rango debido a la limitación física. Realizaron experimentos para recopilar datos sobre el rendimiento del usuario y la evaluación subjetiva para analizar los efectos de cinco niveles de la relación C/R. Para este experimento cuarenta y cinco participantes, 15 hombres y 30 mujeres, recibieron tareas para completar.

Al-Razgan, Al-Khalifa, Al-Shahrani & AlAjmi (2012), en "Touch-based mobile phone interface guidelines and design recommendations for elderly people: A survey of the literature", presentan un conjunto de pautas y recomendaciones de diseño para teléfonos móviles táctiles destinados a personas mayores. Consolidaron las pautas después de una revisión exhaustiva de la literatura, esperando que las directrices recopiladas sirvan como base de información para que los futuros di-

señadores/desarrolladores las utilicen las interfaces móviles basadas en el tacto para personas mayores.

Kim, Jeong & Park (2016), en "Universal User Interface Design of ATM Touch Screen Based on the Reaction Time", realizan un estudio referido al diseño de la interfaz de usuario (UI) de la pantalla táctil basado en el tiempo de reacción del usuario del cajero automático (ATM). Los experimentos fueron realizados mediante la simulación de diseños de pantalla táctil de cajero automático, se centraron en la ubicación de los botones del menú (izquierda y derecha, arriba y abajo), número de botones de menú (8 y 12 botones). En el estudio se muestra que existen diferencias significativas en la tasa de corrección y el tiempo de reacción por grupos de usuarios, tipos de ubicación del menú y número de botones. Llegaron a la conclusión de que los resultados del estudio se podían utilizar para proporcionar información de referencia para el diseño de la interfaz de la pantalla táctil del cajero automático y las diferencias de edad en el tiempo de reacción.

Ramón Rossi (2020), en "Notas sobre la comunicación táctil y el estudio de los medios hápticos", realiza un análisis de escritos y fuentes abordando la multiplicidad de estudios filosóficos, antropológicos, históricos, artísticos, fenomenológicos, cibernéticos, arquitectónicos, psicológicos y de muchas otras disciplinas, que se han dedicado a abordar la relación táctil. Particularmente, frente al paradigmático programa de investigación del procesamiento de información háptica, los trabajos que abordó coincidieron en que el tacto no se presenta solo como una categoría o superficie biológica, sino que siempre es construido a través de prácticas discursivas y materiales que interconectan aspectos sociales, históricos, existenciales, estéticos, cognitivos y afectivos.

Primero, exploró algunas aproximaciones desde disciplinas cercanas a la comunicación para pensar las relaciones entre tacto y tecnologías de los medios. Por ello se detuvo en perspectivas socio-semióticas, así como en distinciones que vienen del diseño de interfaces y de la ergonomía.

Luego, abordó tendencias arqueológicas sobre las máquinas de tocar (dinámicas históricas detrás de las relaciones entre tecnologías de la tactilidad, formaciones de saber, relaciones de poder y modos de subjetivación). Por último, analizó un campo naciente que se pregunta por las dimensiones políticas del tacto (carácter político y normativo de las tecnologías *hápticas* de los medios).

Son muchas las investigaciones y trabajos en torno a las interfaces táctiles, dirigidas a una amplia diversidad de usuarios, desde los usuarios sanos y capaces de realizar cualquier tipo de actividad, hasta usuarios vulnerables. Como hemos podido apreciar en las investigaciones analizadas, la mayoría de los estudios se han centrado en solucionar problemas relacionados con las interfaces táctiles para usuarios sanos y el adulto mayor. Otros se han enfocado en las formas y tecnologías de construcción de las interfaces táctiles. Incluso, investigaciones enfocadas al estudio de la comunicación táctil, los medios hápticos y las mediaciones del tacto desde distintas ramas científicas, a partir del análisis de fuentes bibliográficas. Indudablemente, los estudios no dejan de ser importantes, pero son investigaciones que han aparecido de forma aislada y aparentemente sin vinculación entre ellas, dejando de atender necesidades insatisfechas relacionadas con las interfaces táctiles y las discapacidades motoras en miembros superiores. A pesar de que son varios los autores que se han dedicado al estudio de las interfaces táctiles, estas investigaciones aún no son suficientes. Como menciona Ramón Rossi (2020), se hace necesario el surgimiento de investigaciones empíricas, que pongan en el centro de indagación a los contextos sociales y culturales que habitamos y a su relación con las mediaciones del tacto. En el futuro, las investigaciones deberán imaginar aproximaciones cuantitativas y cualitativas que permitan explicar y comprender las particularidades de los proyectos relacionados con la comunicación táctil, y en particular, con las interfaces de control táctil para personas discapacitadas.

Por otra parte, en el mercado internacional podemos encontrar productos centrados en satisfacer

necesidades de personas con discapacidad, en su mayoría diseñados con tecnologías de avanzada para realizar actividades específicas.

Entre los ejemplos que podemos mencionar se encuentra el mouse AdMouse. Es una creación de la empresa SCA Industrial, diseñado para que las personas con problemas motrices puedan utilizar una computadora sin ningún tipo de problema. Este dispositivo USB permite a las personas que sufren de movimientos involuntarios, temblores o parálisis del miembro superior y dificultades en la atención, manejar de una manera simple e intuitiva una computadora. Evita las pulsaciones involuntarias gracias a su bajo relieve. El dispositivo tiene 10 botones que permiten al usuario realizar las mismas funciones que un mouse convencional y además algunas funciones adicionales (Universia Fundación, 2014).

El Mouse4all es un producto de apoyo que permite a las personas con discapacidad física severa (parálisis cerebral, lesión medular, tetraplejia, esclerosis múltiple, ELA o enfermedad neuromuscular) utilizar una tableta o teléfono Android, sin tocar la pantalla. Facilita el acceso a internet, redes sociales, juegos o cualquier otra aplicación. Está formado por una caja de conexiones y una app Android. Puede ser utilizado con uno o dos pulsadores, un ratón de bola (*trackball*) o una palanca (*joystick*). Mejora la calidad de vida de las personas que lo utilizan, aumentando su autonomía, privacidad y desarrollo personal (Jiménez, 2017).

El Access4Kids es un dispositivo que fue desarrollado por docentes del Georgia Tech como parte de su proyecto para ayudar a niños con distrofia muscular, parálisis cerebral y otras condiciones que limitan su movilidad para que puedan utilizar cualquier dispositivo táctil y de esta forma tener acceso a las herramientas educativas que las tabletas actuales ofrecen. Es una investigación reciente, pero sobre la base de las pruebas ya cumple con lo esperado. Está conformado por una manga con 3 sensores en donde la combinación de presión sobre ellos, envía un código para que una tableta reaccione como se desea. Por ejemplo, si

se desea realizar un movimiento de deslizar un dedo sobre la pantalla (como el *swipe* al deslizar la pantalla para desbloquearla) se presionan los 3 sensores (PasiónMóvil, 2012).

Estos dispositivos no son soluciones de diseño enfocados en mejoras de usabilidad de las interfaces táctiles (pantallas). Se trata de productos periféricos de entrada (comunicación con la pantalla), diseñados para ser utilizados como acceso alternativo para las personas con discapacidad, ajustados a sus habilidades.

La Blitab, es la primera *tableta* braille que utiliza una tecnología de activación disruptiva para crear texto y gráficos táctiles en tiempo real. Permite la lectura de una página entera en una pantalla táctil. Aprender, trabajar y jugar con un solo dispositivo móvil, y tener acceso digital a la información en tiempo real. El dispositivo tiene dos pantallas. La superior es una pantalla en braille y la inferior es una pantalla táctil con Android controlable a través de la voz.

Las personas con deficiencia visual pueden escuchar lo que están haciendo y el contenido, así como pasar la información directamente a braille para leerla a través de las yemas de los dedos. Esta *tableta* convierte cualquier documento en texto braille a través de pequeños puntos inteligentes («*tixels*») que se levantan inmediatamente de la superficie y luego caen de nuevo cuando el texto cambia. Blitab se puede utilizar tanto con internet como sin conexión, así que cualquier libro o documento descargado en el dispositivo se puede pasar directamente a braille (Marquina, 2019).

El producto, a pesar de no ser diseñado para usuarios con discapacidades motoras en miembros superiores, es usado como ejemplo por la tecnología inteligente que utiliza para lograr transformaciones en la pantalla.

Los MEMS o microsistemas son sistemas (dispositivos) que se desarrollan siguiendo el mismo proceso de fabricación de un circuito integrado y se apoyan en el silicio. Dan como resultado dispositivos mecánicos compuestos por piezas o engranajes que se han utilizado para desarrollar paneles

brailles dinámicos. Con estos se han desarrollado varios tipos de paneles táctiles que permiten generar un texto en braille gracias a pequeñas microválvulas que al inyectarles un flujo de aire provocan el relieve en la superficie del dispositivo. Los microsistemas nos han llevado a lo que se conoce como la microescala y la microfluídica se ha revelado como una de las claves para hacer nuestros dispositivos táctiles mucho más accesibles para todo tipo de usuarios. Un ejemplo del uso de los microfluidos para hacer un dispositivo táctil es Tactus Technology (ThinkBig, s.f.).

La empresa Tactus Technology de Fremont, California, ha desarrollado una tecnología táctil para dar solución a problemas tales como ingresar datos accidentalmente apoyando el dedo sobre la pantalla. Es la primera empresa en comercializar una solución para problemas de este tipo. Su pantalla presenta botones llenos de líquido que aparecen a pedido, y la superficie vuelve a una pantalla plana cuando los botones ya no son necesarios.

El sistema está diseñado para incorporarse durante la fabricación, formando las capas exteriores de la pantalla. Un polímero elástico transparente se encuentra encima de una capa transparente que contiene microcanales llenos de aceite. Tiene orificios situados en la ubicación de cada botón, conectando los canales a la capa de polímero. Los botones aparecen cuando el aceite se escurre a través de los canales y consiguientemente, a través de los orificios, empujando hacia arriba la capa elástica. Seguidamente la pantalla táctil detecta los dedos del usuario presionando los botones. Una vez que es completada la escritura, se succiona el líquido y los botones bajan (Karlin, 2013).

La empresa Tanvas ha creado los hápticos de superficie TanvasTouch. Son texturas programables con efectos hápticos que se pueden sentir con solo deslizar los dedos en pantallas táctiles, *trackpads* y superficies físicas. Utilizando un software, puede crear bordes nítidos, cambios y texturas ricas que van desde suaves hasta arenosas. Lo que hace que la innovación sea única es cómo la tec-

nología modula la fricción, la capacidad de detectar la posición de los dedos y proporcionar hápticos simultáneamente, y las representaciones hápticas que producen efectos reales.

TanvasTouch no tiene partes móviles, el movimiento del dedo es detectado por un sensor multitáctil integrado y la fricción de la superficie se altera mediante un fenómeno físico llamado electroadhesión. El efecto utiliza campos eléctricos para aumentar la fricción localmente a medida que los dedos se deslizan por un plano uniforme.

Las texturas y los efectos hápticos se pueden armonizar según el tamaño, la forma y la superficie, incluidas las pantallas grandes y curvas, lo que lo convierte en una solución versátil para aplicaciones de automoción, electrónica de consumo, señalización digital, domótica, médica, industrial y de juegos (Tanvas, s.f.).

Como podemos apreciar, los productos presentados anteriormente responden a diseños centrados en periférico y no en dar soluciones de diseño en las pantallas táctiles. Otros como la Blitab, están orientados a dar soluciones de diseño y usabilidad en la interfaz táctil, mejorando la experiencia de los usuarios. Se trata de soluciones que se limitan a satisfacer las necesidades de usuarios específicos con discapacidad visual. Futuros proyectos deberían investigar y profundizar más en diseños innovadores como la Blitab y dirigidos a usuarios con discapacidades motoras en miembros superiores, empleando tecnologías avanzadas como las usadas por Tactus Technology y TanvasTouch.

CONCLUSIONES

Las discapacidades motoras y, en particular, las discapacidades de las extremidades superiores, son identificadas como un problema asociado al control de las interfaces táctiles. Las personas con estas discapacidades presentan limitaciones para manipular los dispositivos con tecnología táctil, al encontrarse con interfaces de control que no están pensadas para ellas, por lo que la experiencia del usuario, usabilidad y accesibilidad se ve afectada.

El estudio se observa un progreso considerable en el desarrollo de tecnologías y productos destinados a mejorar la accesibilidad y la experiencia de usuario para personas con discapacidad. Los productos citados demuestran un enfoque innovador hacia el diseño inclusivo, abordando las necesidades específicas de usuarios con diferentes discapacidades. Aun así, los productos no satisfacen todas las necesidades de las personas con discapacidades motoras en miembros superiores.

Se identifica la importancia de considerar las necesidades de usuarios vulnerables en el diseño de interfaces táctiles, destacando la relevancia de la innovación social en este campo.

A todo esto hay que sumar que la mayoría de las investigaciones y estudios realizados están direccionados a las interfaces gráficas, dejando a un lado interrogantes relacionadas con la forma de controlar y ejecutar las interfaces de control táctiles (hardware). Existen muchos estudios relacionados sobre cómo mostrar la información a través de interfaces gráficas, pensando cada vez más en cómo visualizar los elementos y no en cómo se usan y controlan estas interfaces.

Las investigaciones relacionadas con el tema son escasas, dejando de lado en gran medida las necesidades de aquellos con discapacidades motoras en miembros superiores. Se hace de vital importancia realizar investigaciones que contribuyan al desarrollo de conocimientos relacionados con las adecuaciones ergonómicas requeridas para el diseño de interfaces táctiles, orientadas a personas con esta condición de discapacidad.

Se destaca la necesidad de continuar investigando y desarrollando tecnologías y productos que mejoren la accesibilidad y la experiencia de usuario para personas con discapacidades motoras en miembros superiores. Futuras investigaciones, en conjunto a los acelerados avances tecnológicos, nos aproximarían más al diseño de interfaces amigables e inclusivas para las personas con discapacidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Razgan, M. S., Al-Khalifa, H. S., Al-Shahrani, M. D., & AlAjmi, H. H. (2012). Touch-based mobile phone interface guidelines and design recommendations for elderly people: A survey of the literature. In *Neural Information Processing: 19th International Conference, ICONIP 2012, Doha, Qatar, November 12-15, 2012, Proceedings, Part IV 19* (pp. 568-574). Springer Berlin Heidelberg.
- Arroyo, R. G. (2011). La disciplina del diseño desde la perspectiva de las ciencias sociales. *Prisma Social: revista de investigación social*, (7), 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3804910>
- Ávalos, M. (2019). Diseño para el cambio o la innovación social: antecedentes y posturas: una perspectiva de diseño social aplicada a proyectos de cátedra en la Escuela de Comunicación Mónica Herrera. *Abierta Anuario de Investigación*, (13), 10-50.
- Bustamante, P., Gutiérrez, F., Martínez, B., Pérez, S., Pinto, E., Ramírez, O., & Useche, S. N. (2014). La interfaz: extensión del cuerpo o espacio para la comunicación. Metáforas que se traslapan. *Poli-semia: revista del Centro de Pensamiento Humano y Social*, (17), 55-69.
- Chen, K. H., Chen, C. W., & Chen, W. (2011). A Study on the C/R Ratio of Direct-Operation Multi-touch Interface. In *HCI International 2011–Posters' Extended Abstracts: International Conference, HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings, Part II 14* (pp. 232-236). Springer Berlin Heidelberg. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-22095-1_48
- Córdoba-Cely, C., Martínez, F. J. V., & Bonilla, H. (2014). Innovación social: Aproximación a un marco teórico desde las disciplinas creativas del diseño y las ciencias sociales. *Tendencias*, 15(2), 30-44. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/2036/2430>
- Fernández Ferreras, A. (2018) Dispositivo experimental para la medición del tiempo y la calidad de respuesta de usuarios con enfermedad de Parkinson [Tesis de Maestría, Facultad de Diseño Industrial, Instituto Superior de Diseño, Universidad de La Habana, Ministerio de Educación Superior].
- Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño*. Teoría y práctica: Designio.
- Gallego Cataño, M. A. (2017). *Diseño para la innovación social: una aproximación a las prácticas del diseño en torno a la configuración de nuevas dinámicas productivas en la ciudad de Bogotá* (Doctoral dissertation).
- González, L. R. (2011). Visión global sobre tecnología háptica. *Manual formativo de ACTA*, (61), 115-122.
- Granollers, T., Navarro, J. E. G., Suarez, J. M. H., & Rodríguez, M. (2022) Perspectivas en la interacción humano-tecnología. *Jaime Muñoz-Arteaga, César A. Collazos, Toni Granollers, Huizilopoztli Luna-García*, 39.
- Hernández, F. E. J., & Boza, Á. S. A. (2022). Diseño industrial: un enfoque humano para el diseño inclusivo. *Revista Inclusiones*, 328-341.
- <http://ftp.isdi.co.cu/Biblioteca/BIBLIOTECA%20UNIVERSITARIA%20DEL%20ISDI/COLECCION%20DIGITAL%20DE%20OBRAS%20DE%20REFERENCIA/2019/P-0202/P-0202.pdf>
- <http://revistainclusiones.com/carga/wp-content/uploads/2022/03/19-Jeno-et-al-VOL-9-NUM-2-ABRILJUNIO2022INCL.pdf>
- http://ri.iberio.mx/bitstream/handle/iberio/5561/DIS_02_02_63.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- http://upload.no.com.gt/Ergonomia_para_el_dise%C3%B1o.pdf
- <http://www.iiisci.org/Journal/pdv/risci/pdfs/MJ710AK.pdf>
- http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-56282020000200002
- http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372016000200002

<https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/2275/5542>

<https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesca-ribe/17891.pdf>

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-34478-7_69

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-73279-2_104.pdf?pdf=inline%20link

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63428/1013583188.pdf>

<https://revistaabierta.monica Herrera.edu.sv/index.php/abierta/article/view/55/115>

<https://revistas.usach.cl/ojs/index.php/publicitas/article/view/4555>

https://scholar.google.es/scholar?q=related:CXqsaP54gJ:scholar.google.com/&scioq=Interfaz+concepto&hl=es&as_sdt=0,5

https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/061115.pdf

<https://www.auditoriamedicahoy.com.ar/biblioteca/Discapacidad%20Motora%202013.pdf>

<https://www.ingentaconnect.com/content/cis/reis/2012/00000140/00000001/art00008>

https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ortiz-Nicolas/publication/318768934_Innovacion_social_y_diseno_una_propuesta_metodologica/links/597ce92f458515687b42dab9/Innovacion-social-y-diseno-una-propuesta-metodologica.pdf

https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Sayago/publication/369660997_Accesibilidad_Disenos_para_Todos/links/6426e8db92cfd54f8442a693/Accesibilidad-Disenos-para-Todos.pdf

https://www.researchgate.net/profile/Tatiana-Ordonez-Mora/publication/353456048_Evaluacion_de_la_funcion_neuromuscular_Evaluacion_of_neuromuscular_function/links/60fea998169a1a0103ba9f69/Evaluacion-de-la-funcion-neuromuscular-Evaluation-of-neuromuscular-function.pdf#page=169

https://www.yusef.es/Experiencia_de_Usuario.pdf

https://www.yusef.es/Experiencia_de_Usuario.pdf

Jiménez Vadillo, J. Á. (2017). Mouse4all: Jornadas sobre tecnología de la información para una universidad accesible. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/6301>

Jin, Z. X., Plocher, T., & Kiff, L. (2007). Touch screen user interfaces for older adults: button size and spacing. In *Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity: 4th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, UAHCI 2007, Held as Part of HCI International 2007, Beijing, China, July 22-27, 2007, Proceedings, Part I 4* (pp. 933-941). Springer Berlin Heidelberg.

Karlin, S. (2013). Tactus technology [Resources Start-Ups]. *IEEE Spectrum*, 50(4), 23-23. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6481691>

Kim, Y. H., Jeong, B. Y., & Park, M. H. (2016). Universal User Interface Design of ATM Touch Screen Based on the Reaction Time. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 35(5), 403-411. <https://koreascience.kr/article/JAKO201631642278915.pdf>

Marquina, J. (20 de mayo de 2019). Blitab, la primera tablet táctil del mundo para que personas con deficiencia visual puedan acceder a la información. *Julián Marquina*. <https://www.julianmarquina.es/blitab-la-primera-tablet-tactil-del-mundo-para-que-personas-con-deficiencia-visual-puedan-acceder-a-la-informacion/>

Montero, Y. H. (2015). *Experiencia de usuario: principios y métodos*.

Orozco Muñoz, C. A., & Guryev, I. (2017). Desarrollo de interfaz amigable para control de dispositivos eléctricos para domótica. *Jóvenes en la ciencia*, 3(2), 2044-2047. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1795>

Ortíz Nicolás, J. C. (2016). Innovación social y diseño, una propuesta metodológica. *Bedolla Pereda D., Caballero Quiroz A., Rodríguez Morales L., y Morales Zaragoza, (2)*.

Parisi, D., Paterson, M., & Archer, J. E. (2017). Haptic media studies. *New Media & Society, 19(10)*, 1513-1522. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1461444817717518>

PasiónMóvil S.A. (16 de diciembre de 2012). *Access4kids, dispositivo que ayudará a niños con discapacidad a usar pantallas táctiles*. <https://www.pasionmovil.com/videos/access4kids-dispositivo-que-ayudara-a-ninos-con-discapacidad-a-usar-pantallas-tactiles/>

Pérez Ariza, V. Z., & Santís-Chaves, M. (2016). Interfaces hápticas: sistemas cinestésicos vs. sistemas táctiles. *Revista EIA, (26)*, 13-29.

Pérez, D.D (2021). TRABAJO Y JUSTICIA SOCIAL.

Pérez, M., & Peña, S. (2014). Diseño: Una definición integradora. *A3manos, 21-37*. <https://a3manos.isdi.co.cu/index.php/a3manos/article/view/19>

Pinzón Bernal MY. (2020). Evaluación de la función motora de miembro superior. En: Ordóñez Mora LT, Sánchez DP, editoras científicas. Evaluación de la función neuromuscular. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 169-194.

Ramón Rossi, L. S. (2020). Notas sobre la comunicación táctil y el estudio de los medios hápticos. *La trama de la comunicación, 24(2)*, 33-51.

Saavedra Torres, E. (2018). Aproximación a los discursos en torno a la dimensión social del diseño. *Actas de diseño, (25)*.

Sarto, M. C, & Vedia, N. (2013). Curso anual de auditoría médica del HA. Monografía: Discapacidad Motora.

Tanvas. (s.f.) *Hápticos de superficie*. <https://tanvas.co/technology>

ThinkBig. (s.f.) *Accesibilidad en la era de los dispositivos de pantalla táctil*.

<https://blogthinkbig.com/accesibilidad-en-la-era-de-los-dispositivos-de-pantalla-tactil>

Toboso-Martín, M., & Rogero-García, J. (2012). «Diseño para todos» en la investigación social sobre personas con discapacidad. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas (REIS), 140(1)*, 163-172. <https://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/cis/O2105233/v140n1/s8.pdf?expires=1656367548&id=0000&titleid=72010582&checksum=2E68412DACC9517216DF79BBB58268D1&host=https://www.ingentaconnect.com>

Universia Fundación. (1 de diciembre de 2014). *AdMouse: un mouse para personas con dificultades motrices*. <https://www.universia.net/ar/actualidad/orientacion-academica/admouse-mouse-personas-dificultades-motrices-1116099.html>

Vega Murguía, M. A. (2018). Esferas de relación: Herramienta de diseño extensivo Caso: Mostrador de documentación aérea incluyente para personas con discapacidad. Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI), Facultad de Arquitectura, UNAM, México, D.F., MÉXICO.

Zeldis, M. X. L. R. (2022). **“Aportes al concepto de Inclusión desde las disciplinas del Diseño”**. Publicistas, num 8 (2020): 14-19.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:

Pedro Luis González Acosta: Investigación, escritura.

Alicia Fernández Ferreras: Redacción-revisión y edición