

Intersections between design, health and sustainability. The case of wearables

Canetti Rocío Belén^{1[0000-0002-5138-4273]}, Monacchi María Celina^{2[0000-0002-0755-8694]},
Victoria Di Marco², Díaz Lucía².

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), Centro de Investigaciones Proyectuales y Acciones de Diseño Industrial (CIPADI), Grupo de Investigación en Diseño Sustentable (GIDSu), Funes 3350, Mar del Plata, Argentina.

² UNMdP FAUD, CIPADI GIDSu, Funes 3350, Mar del Plata, Argentina.
roocio2015canetti@gmail.com - celimonacchi@gmail.com

Abstract. Within the framework of the GIDSu project, we wonder where sustainable design will mutate considering the paths in socio-technical and transition innovation. In the area of Health and Medicine we locate the field of wearables; an emerging scenario that uses complex products-services-systems interconnected to various actors through IoT. This expanding market presents some barriers that complicate its adoption. Among them the concern regarding how to project wearables in terms of sustainable development and how to design the experience to ensure their widespread use. The objective of this work is to survey the cases of wearables that exist today in the field of health at a global level and characterize this sample. For that, concepts of Design for transition and Experience Design are taken up. Two sets of cases of interest were identified: wearables with user-centered design, associated with sport and well-being; and another of wearables with an expanded or human-centered design, with an expanded vision of the health service and some first approaches tending to a human-centered design.

Keywords: Wearables, Design, Sustainable Design, Experience Design

Intersecciones entre diseño, salud y sustentabilidad. El caso de los wearables

Canetti Rocío Belén^{1[0000-0002-5138-4273]}, Monacchi María Celina^{2[0000-0002-0755-8694]}, Victoria Di Marco², Díaz Lucía².

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), Centro de Investigaciones Proyectuales y Acciones de Diseño Industrial (CIPADI), Grupo de Investigación en Diseño Sustentable (GIDSu), Funes 3350, Mar del Plata, Argentina.

² UNMdP FAUD, CIPADI GIDSu, Funes 3350, Mar del Plata, Argentina.
rocio2015canetti@gmail.com - celimonacchi@gmail.com

Abstract. En el marco del proyecto GIDSu, nos preguntamos hacia dónde mutará el diseño sustentable considerando los derroteros en innovación socio-técnica y de transición. En el área de Salud y Medicina ubicamos el campo de los wearables; un escenario emergente que se vale de productos-servicios-sistemas complejos interconectados a diversos actores mediante IoT. Este mercado en expansión presenta algunas barreras que complejizan su adopción. Entre ellas la preocupación respecto a cómo proyectar los wearables en términos de desarrollo sustentable y cómo diseñar la experiencia para asegurar su uso extendido. El objetivo de este trabajo es relevar los casos de wearables que existen hoy en día en el ámbito de la salud a nivel global y caracterizar esa muestra. Para eso se retoman conceptos del *Diseño para la transición* y el *Diseño de Experiencias*. Se identificaron dos conjuntos de casos que revisten interés: wearables con *diseño centrado en el usuario*, asociados a deporte y bienestar; y otro de wearables con un diseño ampliado o *centrado en el humano*, con una visión ampliada del servicio de salud y algunas primeras aproximaciones tendientes a un *diseño centrado en la humanidad*.

Keywords: Wearables, Diseño, Diseño Sustentable, Diseño de Experiencias

1 Introducción

1.1 El “perverso problema” de la sustentabilidad y la disciplina proyectual

La visión occidental de desarrollo se basa en el crecimiento económico constante, valiéndose de los mercados globales para obtener recursos y distribuir bienes y servicios. En la actualidad, los problemas derivados de este modelo son tanto ambientales (deforestación, escasez de agua dulce, erosión del suelo, pérdida de biodiversidad, etc) como políticos, económicos y sociales (conflictos bélicos por

control de recursos, inmigraciones masivas, pobreza, detrimento de economías regionales, etc) (UNEP, 2016).

Estos problemas perversos (denominados en inglés *wicked problems*) incluyen un alto número de actores interesados, con niveles de poder diversos y agendas conflictivas. Se trata de problemas cuyos límites disciplinares son ciertamente difusos. Corregir estos problemas perversos requiere cambios sostenidos en el comportamiento a través de acciones en el corto, mediano y largo plazo (Irwin, 2019).

Diferentes corrientes del Diseño Sustentable han intentado dar respuesta a estos problemas atacando sus variables ambientales, sociales y económicas. En este trabajo, nos interesa destacar aquellas que tienen su foco puesto en la esfera social: el diseño desde su potencial estratégico y las que exaltan su carácter territorial. Ambas perspectivas parecen tener su espacio en la corriente de *Diseño para la transición* (Irwin, 2019; Ceschin, y Gaziulusoy, 2020). La misma busca transformar los complejos sistemas socio-técnicos por medio del diseño estratégico y de innovaciones de tipo tecnológico, social, organizacional e institucional. De esta forma, cada grupo de interés (y en él, actores como usuarios, instituciones, empresas), debe ser entendido en términos de sus experiencias (percepciones y sentido) como así también de su poder (¿cuánto y cómo lo ejerce?). El Diseño para la Transición retoma entonces el enfoque socio-técnico, constituido en la integración (triangulación de teorías) de herramientas conceptuales provenientes de diferentes enfoques disciplinarios (economía de la innovación, sociología de la ciencia, sociología de la tecnología, análisis político) a partir de su complementación y revisión crítica orientada a la adecuación al contexto local (Thomas, 1999; Thomas y Kreimer, 2001).

Con este marco, los últimos dos proyectos del Grupo de Investigación en Diseño Sustentable, *Sobre el diseño que aún no existe: análisis y prospectiva* (2021-2022) y *El segundo giro digital: diseño sustentable en la industria 4.0 local* (2023- 2024) se preguntan hacia dónde mutará el diseño sustentable considerando los derroteros en innovación socio-técnica y de transición, entendiendo nuestro contexto analógico-digital. ¿Qué estrategia de diseño sustentable es factible para los servicios, productos y experiencias que aún no existen, o aquellos que median entre escenarios físicos y virtuales?

En el caso del presente artículo, los objetivos principales son: 1) analizar las relaciones futuras entre tecnologías digitales, sustentabilidad y diseño de experiencias; y 2) repensar las posibilidades de la industria -específicamente la textil- en estos ámbitos. Para esto recordamos el abordaje al área de Salud y Medicina, debido a: 1) la histórica y estrecha relación entre el sector y los conglomerados de ciencia y tecnología; 2) la amplitud del campo para el desarrollo de productos, servicios y experiencias; 3) la existencia de proyectos locales que realizan propuestas innovadoras mediante la fusión entre diseño y tecnología digital (Canetti, Mc Lean y Oliva Torre, 2021); y 4) el impacto en términos sociales, económicos y ambientales. Dentro del área Salud y Medicina, sobresalen las tecnologías más livianas (Soft-technologies) y portables, que han impulsado la experimentación en superficies flexibles. Esta simbiosis entre tamaños, materialidad y componentes, tanto electrónicos como textiles ha convertido al textil en telas inteligentes (smart-textiles) y electrónicas (e-textiles), que permiten poner en diálogo varias disciplinas. Piertantoni (2015), por ejemplo, asocia ingeniería y ciencia con arte, pero también podemos señalar áreas como el diseño de indumentaria, el deporte, el cuidado de la salud, entre otras. En Salud y Medicina, entonces,

puntualizamos en los *wearables*: productos-servicios-sistemas complejos con una fuerte relación tecnológica-social, cuyo mercado se encuentra en crecimiento exponencial, pero las nociones de sustentabilidad en este tipo de productos aún se perciben muy limitadas.

En este texto en particular, nos preguntamos: ¿qué casos de *wearables* existen hoy en día en el ámbito de la salud a nivel global y cómo se caracteriza esa muestra?. Para responder a esta incógnita, planteamos: 1) relevar casos de *wearables* en el ámbito de Salud y Medicina a nivel internacional; 2) identificar variables que permitan comparar los casos, considerando la estrategia de diseño (comunicación, morfología, asociaciones, producción) y posicionamiento del producto; 3) realizar un análisis comparativo de los casos.

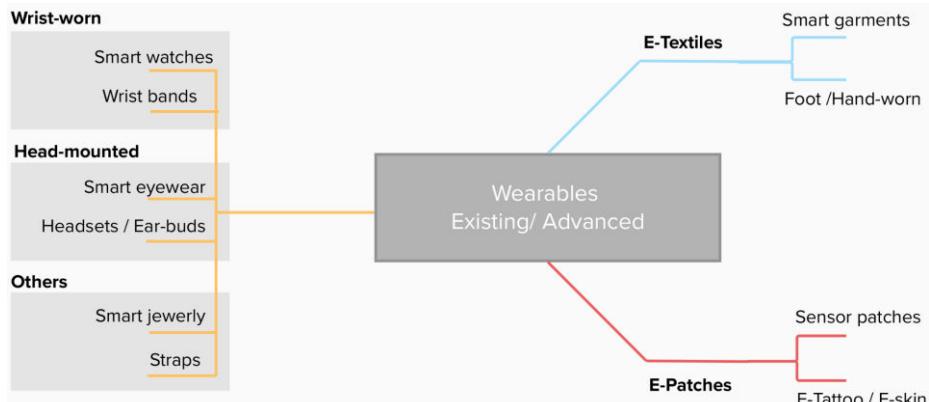
1.2 ;Qué son los Wearables?

El textil es uno de los campos recientemente más afectados por el avance tecnológico en las últimas dos décadas. Esta industria se vio modificada en su etapa de producción por la tecnología electrónica y digital. Por ejemplo, las tecnologías más livianas (Soft-technologies) y portables ha impulsado la experimentación con ellas en superficies flexibles, ya que permitió una simbiosis óptima entre tamaños, materialidad y componentes, tanto electrónicos como textiles.

El uso de estas tecnologías convierte al textil en telas inteligentes (smart-textiles) y electrónicas (e-textiles), que permiten poner en diálogo varias disciplinas. Piertantoni (2015), por ejemplo, asocia ingeniería y ciencia con arte, pero también podemos señalar áreas como el diseño de indumentaria, el deporte, el cuidado de la salud, entre otras.

El término “wearables technologies” se acuñó para referirse a aquellas tecnologías que permiten ser vestidas o portables, donde el textil funciona como una suerte de soporte tecnológico o superficie portadora de dispositivos y circuitos. Entonces, podemos referir que los wearables son dispositivos inteligentes embebidos o integrados en distintos soportes, en contacto con la piel y el cuerpo humano. Senerivante (2017) identifica dispositivos como accesorios (de muñeca, de cabeza y otros), e-textiles (prendas inteligentes, circuitos embebidos en textiles, smart clothing) o e-patches (parches de sensado, tatuajes) (Figura 1). Conectados a Internet, permiten sensorizar, recolectar, analizar y actualizar datos 24/7, otorgando oportunidades que no podrían alcanzarse solamente con un teléfono celular (Seneviratne et al., 2017).

Figura 1. Tipos de wearables.

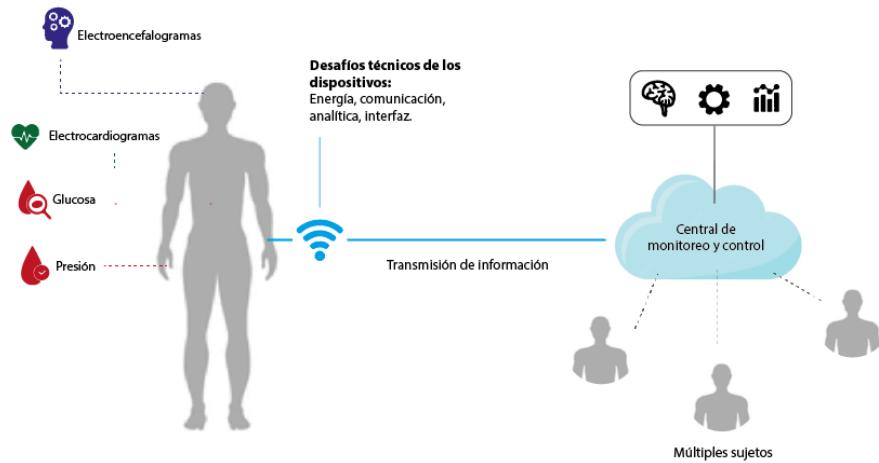


Fuente: Extraído de Seneviratne et. al. (2017)¹.

Los wearables son un ejemplo claro de “Internet of bodies” (Chatterjee, Mohseni y Sen, 2023). Se trata de un subconcepto de Internet of Things que refiere a una red de dispositivos pequeños que se ubican dentro, sobre o alrededor del cuerpo humano y que actúan cumpliendo funciones como detección, análisis, comunicación, actuación, alimentación y recolección de información sobre diferentes parámetros biofísicos. Entre ellos presión, electrocardiogramas, electroencefalogramas, glucosa, entre otros (Figura 2). Los sensores presentan desafíos técnicos por ejemplo, la forma en que obtienen y almacenan energía, o la manera en que se comunican con otros dispositivos o con la nube. Envían información a centrales de monitoreo a través de la nube, en los que se controla y almacena la información recolectada del cuerpo, la analítica resultante, la gestión de datos y del funcionamiento del aparato.

Figura 2. Relación entre dispositivos, cuerpo, y centrales de monitoreo, bajo el concepto de “Internet of bodies”.

¹ Todas las imágenes y gráficos están disponibles con buena calidad en el [siguiente link](https://drive.google.com/drive/folders/1V3f77yO-YIKyp0IyYmHpLzODUGTecNzk?usp=sharing): <https://drive.google.com/drive/folders/1V3f77yO-YIKyp0IyYmHpLzODUGTecNzk?usp=sharing>



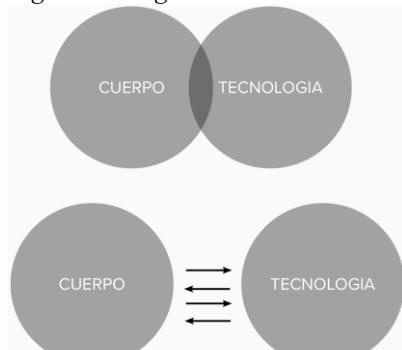
Fuente: Adaptación en base a Chatterjee, B., Mohseni, P., & Sen, S. (2023). Bioelectronic Sensor Nodes for the Internet of Bodies. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 25, 101-129.

Cuando hablamos de la relación entre wearables y salud interviene el término e-health. Se trata de un concepto en constante evolución, que según Eysenbach (2001), “*es un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y la empresa, que hace referencia a los servicios y la información sanitarios prestados o mejorados a través de Internet y tecnologías afines*” y en un sentido más amplio y holístico, podría definirse, no sólo como un desarrollo técnico, sino también una forma de pensar, una actitud y un compromiso de pensamiento global y en red, para mejorar la atención sanitaria a nivel local, regional y global mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Uno de los objetivos que se plantea en el ámbito de la cibersalud, es la democratización del conocimiento y que los consumidores/pacientes tengan accesibilidad de forma equitativa a la información que respecta a la salud personal y clínica, que la medicina está cada vez más centrada en el paciente y que este pueda elegir en función de evidencias comprobadas que le brinden seguridad y confianza. El intercambio de información entre establecimientos sanitarios es otro de los aspectos que intervienen aquí y que son clave para poder generar asociaciones y construir una red entre la industria 4.0 y la salud, y que a su vez abre otra pata controversial que es la “ética” ya que todo esto implica una nueva relación entre instituto-paciente y profesional-paciente. La privacidad de los datos en relación a su flujo, la práctica profesional y el consentimiento establecido son temas que dan mucho de lo que hablar.

En resumen, podría decirse que los wearables están compuestos por una parte física y una contraparte intangible: primero, el objeto material “vestible” y los elementos electrónicos; segundo, el suministro de información y comunicación en primera medida con el usuario y de forma extendida con otros actores. Pero además, funcionan en relación al cuerpo, que resulta portador o “soportador” de tecnología, lo que les confiere esta características de portables (Figura 3). El diseño deberá entonces diseñar los

objetos para que la experiencia y el vínculo entre persona y wearable permita saldar las necesidades de éste.

Figura 3. Diagrama de Venn. Relaciones entre cuerpo humano y tecnología.



Fuente: Pierantoni, M. (2015). *Wearable technologies*. Arte x Arte de la Fundación Alfonso y Luz Castillo

1.3 Wearables y diseño sustentable

Los wearables también necesitan diseñarse considerando estrategias sustentables. Se podría decir que en términos de impactos, los más inmediatos son aquellos provenientes de la manufactura, sus cadenas de producción y distribución.

Sin embargo, cuando hablamos de wearables nos referimos a un producto-servicio complejo. Esto implica, en términos de sustentabilidad, analizar los impactos tangibles e intangibles y profundizar en tres áreas que parecen antagónicas pero que conviven en este tipo de productos: hardware, software y textil. Hay muchos estudios que revelan el impacto de los residuos tecnológicos, incluso en el fuero local (Clinkspoor, 2021) y de la industria de la moda en estos últimos años y la problemática en torno a la obsolescencia programada y percibida. Pero en el concepto de wearables, donde intervienen componentes electrónicos pero también textiles, la posibilidad de repensar el ciclo de vida de los productos se complejiza aún más. Autores como Gwilt y O'Mahonny (2016), Gurova et al (2020), Vaajakari (2018) se cuestionan sobre cómo intermediar entre estos nuevos desarrollos sin desentenderse de la sostenibilidad del producto y servicio. Es interesante que varios autores revelan cómo el producto wearable se encuentra en un punto intermedio, sometido ante las presiones del *fast fashion* y su obsolescencia percibida; y la tecnología y su obsolescencia programada. En cierta manera las autoras plantean cómo pensar en el escenario de prendas de vestir inteligentes sin caer en los vicios de ambas industrias.

Según Gwilt y O'Mahonny (2016), desde la perspectiva medioambiental, los wearables sufren de las mismas problemáticas sustentables que el mundo de la moda, excepto porque parecieran ser objetos fuera del ciclo de temporadas y el circuito común de comercialización. Sin embargo, su calidad de tener embebidos componentes electrónicos le suman nuevas complicaciones: la energía que demanda en la producción

y en el uso, los procesos de integración de la tecnología y los cuidados en el uso que suponen este tipo de productos. Desde su concepción estas prendas son híbridas y por tanto compuestas por una parte textil y otra no textil, lo cual dificulta los procesos de reciclaje - que en las corrientes de Diseño para la Sostenibilidad apuntan a que sean monocomponente-. Ambas partes poseen un ciclo de vida diferente, desde lo físico, pero también desde lo conceptual, por ello lograr una buena integración entre lo textil y la electrónica, no sólo es un desafío desde lo productivo, sino desde la proyección sustentable.

Otro obstáculo para los wearables resulta hoy los altos índices de abandono en el uso de estos dispositivos. Si bien hay un gran entusiasmo para la adquisición, luego de un tiempo su uso comienza a mermar (Xue, 2019), lo cual llevaría a reflexionar por qué no está cumpliendo las necesidades o expectativas de los usuarios (Gurova et al, 2020). Según estudios, estos podría ser por un diseño poco atractivo, funciones poco útiles, dificultad en el uso y en el cuidado. En definitiva, para alcanzar parámetros sostenibles, también debe promoverse un uso continuo en el tiempo, para no convertirse en otro objeto de e-waste y descarte.

Dichos autores también visualizan en los wearables un nuevo campo para pensar creativamente la sustentabilidad. Algunos argumentos sostienen que al referirse a un producto tan innovador posiblemente pueda colaborar a cambiar algunos patrones de uso y consumo. Asimismo, la conexión estrecha entre los wearables y el usuario podría llevar a una mayor empatía y vinculación objeto-persona; aspecto positivo para alargar la vida útil de los productos (Vaajakari, 2018). Pensando el wearable como indumento, posee el potencial para educar y comprometer a los usuarios en un accionar sostenible (Fletcher, 2008) e interactúa con numerosas industrias y procesos sobre las cuales también puede exigir y aportar una mirada sostenible (Koo, Dunne y Bye, 2013). Si bien los avances son incipientes por la complejidad de estos productos wearables, se reconocen intenciones para compatibilizar ambos factores, haciendo hincapié en las cuestiones autosustentabilidad energética (Hussein, Bhat y Rao Dopa, 2022) y materialidad (Lazaro Vazquez y Vega, 2019).

En la escala de servicio, dentro del ámbito de la tecnología, se reconocen numerosas iniciativas que tienden a una mirada holística de la sustentabilidad y de triple impacto. Aquí es interesante revisar el concepto de e-Health, el cual promueve el uso de la tecnología y la información para optimizar y mejorar el sistema de salud y su accesibilidad. Por el lado de la sustentabilidad, se reconoce rápidamente que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) asignan a la cuestión de salud y bienestar, un peso importante en la Agenda 2030 (Gómez Gil, 2018). Aún existen grandes carencias a nivel mundial en términos de vacunación, accesibilidad a centros sanitarios, divulgación e información sobre cuidados y prevención, emergencias y desastres naturales . Esto se intensifica por la brecha pronunciada entre el acceso a la salud por parte de los países desarrollados, respecto de aquellos en vías de desarrollo. Por otro lado, la pandemia COVID-19 repercutió fuertemente en los sistemas de salud globales y puso en alerta sobre procesos inefficientes en el ámbito sanitario, que podrían mejorarse con la implementación de Big Data e Internet.

De esta forma, la corriente del e-Health tomó fuerza y comenzó a implementarse a través de diversos proyectos, enmarcados en el área hospitalaria, iniciativas políticas, ONGs y voluntariados. Un aspecto interesante a remarcar, es la importancia de comprender el territorio, sus particularidades culturales y sociales, para poder implementar proyectos de estas características. Esto respalda la propuesta de la sustentabilidad y en especial, el diseño sustentable, que considera esencial profundizar en el contexto para lograr soluciones genuinas y no foráneas.

1.4 Wearables y diseño de experiencias

En vistas de todos estos desafíos, nos preguntamos: ¿cómo se resuelve o diseña la relación entre tecnología y cuerpo? La definición de la WDO (2015) sobre el diseño industrial refleja un nuevo paradigma que contempla al diseño como una disciplina que posibilita experiencias humanas memorables (sensaciones, sentimientos, deseos, aspiraciones, y relaciones sociales) a través de la interacción entre personas y lo diseñado. El diseño de wearables, entonces, debería atender tanto a los aspectos técnicos, materiales y funcionales de los objetos, como la interacción, sensaciones y percepciones de sus usuarios.

Guy Julier (2010), Krippendorff (2006) y Buchanan (1992) refieren a esta “desmaterialización” del diseño como resultado de la complejización de las sociedades actuales y su viraje hacia un fuerte carácter simbólico e intangible. Los seres humanos somos seres emocionales, asignamos valor a las cosas y a los eventos a partir de cómo nos hacen sentir. Así mismo, lo que sentimos nos configura para actuar e interactuar con otras personas y con nuestro entorno material (Norman, 1988). Las emociones, percepciones y asociaciones que experimentamos cuando interactuamos con productos, servicios o sistemas conforman la estética de la interacción y “la” experiencia; ambas son objeto de diseño (Hassenzahl, 2011).

La rama del diseño que hace foco en atender a las necesidades cognitivas y emocionales de los usuarios se denomina diseño de experiencias. Desde los primeros trabajos de Normal y Nielsen a finales de los 70’, académicos y profesionales han definido diversos niveles de profundidad en el *diseño de la experiencia*. En este análisis consideramos los siguientes, tal como se expresan en la Interaction Design Foundation:

- **User centered design (UCD):** se focaliza en definir al usuario, comprender la manera en la que utiliza el producto (desglosando tareas, funcionalidades y flujos de uso), para resolver la interfaz y proponer mejoras de *comunicación y usabilidad*. En el caso de los wearables, los diseñadores o productores deberían resolver -al menos- la relación entre cuerpo y tecnología. Esto incluye la forma en que el usuario viste, utiliza y porta consigo el wearable, de manera que el producto “sea parte” de su realidad cotidiana. El diseño en este caso deberá resolver tanto la interfaz física del wearable (el textil) como la interfaz digital (generalmente un producto de software que recopila y expone la información), y la relación cognitiva-emocional entre usuario y producto (Mencarini et al, 2019). La resolución de esta relación cuerpo-tecnología tendría un impacto directo en la adopción, uso continuo y alargamiento de la vida útil de los wearables.
- **Human centered design (HCD):** se centra en la resolución de sistemas complejos que interrelacionan un cierto número de productos y usuarios en el marco de

un proyecto particular. Para esto se focaliza en analizar la experiencia de los diferentes usuarios en el marco de ese sistema y proponer mejoras en términos de usabilidad, performance, comunicación, percepción y sentido. En el caso de los wearables, implica que el binomio cuerpo-tecnología se analice en el marco de un servicio de salud, sobre el que se debe diseñar (Figura 4). Bajo esta mirada, los diseñadores y productores deberán resolver el contacto de diferentes usuarios con el producto (paciente, personal médico, familiares, personal administrativo), a lo largo del tiempo (en las diferentes etapas de tratamiento) y en relación a otras tecnologías o elementos del sistema (software de resultados de testeos, sistema para obtención de turnos, etc).

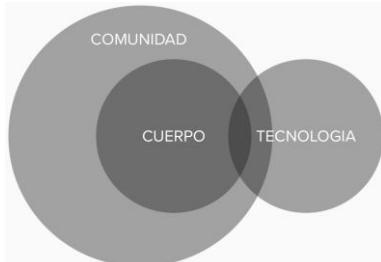
Figura 4. Diagrama de relación Cuerpo-Tecnología en el marco de Sistema/Servicio.



Fuente. Elaboración propia en base a (citar figura anterior)

- **Humanity centered design (HyCD):** centrado en la resolución de problemas perversos (*wicked problems*) a nivel comunidad, donde se interrelacionan sistemas y grupos de interés diversos. Para esto se focaliza en analizar la estructura socio-técnica inherente al problema (Figura 5). Cada grupo de interés (y en él actores como usuarios, instituciones, empresas, entre otros), debe ser entendido en términos de sus experiencias (percepciones y sentido) como así también de su poder (¿cuánto y cómo lo ejerce?). En el caso de los wearables es la comunidad (con sus reglas, cultura, y relaciones de poder) el marco en donde se da la relación entre cuerpo y tecnología. Por ejemplo, Sivathanu (2018) lo ejemplifica señalando que una de las “razones en contra” para el monitoreo de la salud mediante wearables es la importancia del encuentro personal con el médico y la confianza que garantiza a los pacientes, demostrando cómo hay aspectos socio-culturales que impactan en la adopción de una tecnología. Además, se relaciona directamente con la corriente de E-health, como forma de pensar, actuar y gestionar los servicios de salud a niveles macro.

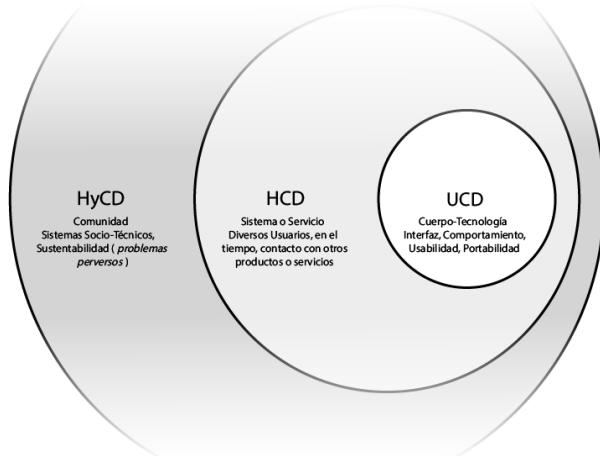
Figura 5. Diagrama de relación Cuerpo-Tecnología en el marco de un sistema socio-técnico.



Fuente. Elaboración propia en base a (citar figura anterior)

Se trata entonces de tres líneas de abordaje que se complementan, desde de lo micro (UCD), pasando por el nivel medio (HCD) y el macro (HyCD), para observar diferentes aspectos de la relación tecnología-sociedad y realizar propuestas acordes (Figura 6).

Figura 6. Relación entre los conceptos de User Centered Design (UCD), Human Centered Design (HCD) y Humanity Centered Design (HyCD).



Fuente: Elaboración propia en base a conceptos de la Interaction Design Foundation.

2 Desarrollo

2.1 Metodología

Como primer paso, se procedió a un relevamiento exploratorio de casos de este tipo de dispositivos a nivel global, en el área de Salud y Medicina. Se incluyeron aquellos casos que estuviesen vinculados al sector sanitario -como sistema institucional-, a la salud (Marecos, 2022) y al bienestar.

El relevamiento se llevó a cabo por 3 estudiantes de la carrera de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata, pertenecientes al Grupo de Investigación en Diseño Sustentable (GIDSu-CIPADI). El proceso de búsqueda y sistematización se desarrolló durante Enero-Febrero 2022. Para el presente artículo, volvieron a revisarse los casos durante el primer trimestre 2023, se actualizó la información de los mismos y se adicionaron casos nuevos. Se trabajó mediante una búsqueda de fuentes online. Entre ellas, páginas webs y redes sociales institucionales, webs especializadas, actas de congresos o exposiciones de tecnología, recortes periodísticos, videos de prensa y de venta, revisiones de usuarios (accesibles en ecommerce).

Los datos recabados se volcaron en una matriz comparativa (puede accederse en el link: <https://shorturl.at/ile26>) en las cuales se definieron las siguientes variables:

1) Datos básicos del producto/empresa. Este conjunto incluyó datos para identificar al producto (por ejemplo, nombre de empresa, año de última actualización de datos, país de origen) y comprender el nivel de desarrollo del caso. Es decir, diferenciar:

- i) Proyecto (Sólo se enuncia la idea-proyecto);
- ii) Prototipo funcional (Se muestran imágenes reales del avances materializados del producto);
- iii) Prototipo testeado (Se muestran imágenes reales del producto materializado en una instancia de prototipo avanzado, se suministran datos respecto a experiencia de testeo, iteración sobre resultados);
- iv) Producto en mercado (Se constata la posible compra del producto mediante diversos canales, se visualiza una propuesta de negocio clara, imágenes reales en situación de uso, manejo de redes sociales);
- v) Indefinido (Con la información disponible online no se puede definir el estado real del proyecto).

2) Dispositivo producto-servicio. En estos puntos, se observó qué se definía como producto-servicio, qué prestaciones y funcionalidades se ofrecen, qué elementos componen al producto-sistema (material-hardware-software), y si su uso requiere del pago de una licencia. Asimismo, se describió el mercado al que apunta el producto-servicio; para lo que se propusieron las siguientes categorías:

- Salud personal: uso personal cotidiano con o sin existencia de patología.
- Salud clínica: uso para entornos sanitarios-clínicos.
- Deportes: uso personal o grupal enfocado en el monitoreo de los signos vitales orientado al deporte.
- Militar, laboral u otras: control de signos vitales para la seguridad militar o laboral, siempre en un ámbito institucional.
- Varias a la vez: no queda definido el mercado al cual apunta. Se solicita que explice a qué área del mercado considera que apunta.

Por último, se observó la forma de comercialización propuesta por la empresa (tanto si se trataba de un producto en el mercado, como si no).

3) Servicio y experiencia. En esta sección se intentó determinar -según la comunicación de la empresa- cómo se define al segmento de consumidores, al o los usuarios y actores involucrados. Así mismo se relevó si se comunicaban aspectos de la *experiencia de uso* (por ejemplo, si se habla de cambios o "mejoras" en las sensaciones, percepciones o sentimientos del usuario, y con qué vocabulario). Por último, se relevó el enfoque de comunicación definido por la empresa.

4) Otros comentarios

De esta forma, con la sección 2 se buscó describir las características del producto-servicio ofrecido tal como lo plantea la empresa o institución en sus materiales de comunicación; mientras que la sección 3 se nutrió con comentarios de clientes y materiales de fuentes no oficiales. El fin fue: 1) ubicar el *wearable* en el amplio mercado de la salud y medicina; 2) definir las decisiones de diseño y producción, como así también las de posicionamiento; y 3) evaluar la coherencia de estas estrategias.

2.2 Resultados

Se encontraron 68 casos en total, desechando dos dispositivos al no considerarse como *wearables*, ya que no integran funciones de almacenamiento de datos y suministro de información al usuario. Sobre el total de los casos recuperados, se observa en primera medida, un crecimiento en los últimos dos años de actividad en el campo de los wearables y la salud.

La tendencia geográfica de los *wearables* relevados se posiciona principalmente en Norteamérica (Estados Unidos y Canadá, con una participación interesante de éste último) y Europa, aunque se registran casos en Asia y algunas aproximaciones en Latinoamérica y Oceanía.

En su mayoría, los dispositivos relevados son productos ya instalados en el mercado y comercializables (56). Pero también se registran casos de prototipos en etapa de testeо e investigación (12). Esto puede deberse a que adquieran mayor relevancia en las redes e Internet cuando los productos ya han sido lanzados a la venta.

En relación al mercado al cual apuntan, la gran mayoría de los *wearables* se orientan a salud personal (26). Posteriormente, siguen los productos de salud clínica (10), para uso estrictamente sanitario; deportes (11) y militar, laboral y otros (7). El resto de los casos, no tiene un mercado definido y parecieran tener una aplicación amplia en dos o más campos definidos (14). Asimismo, los canales de comercialización también presentan características dispares: principalmente se comercializan mediante tienda online (30), pero hay un alto número (19) que no especifica o que manifiestan varios canales en simultáneo (11). Como se mencionó antes, es llamativo el alto número de productos cuyo público queda poco definido y cuyas condiciones de compra y servicio no son especificadas con claridad. Esto podría referir a un mercado objetivo un poco difuso dada la novedad del producto y la dificultad para instalarse en un nicho tan específico.

Respecto a los usuarios, los *wearables* apuntan principalmente a los adultos activos (23), seguidos por adultos activos con alguna patología preexistente (16), deportistas (10), público general (8), infantil (6), adultos mayores (1) y infantil con patología preexistente (1). En la categoría “Otros” se encontraron 3 casos de wearables con monitoreo de signos vitales para mascotas.

2.3 Discusiones

Respecto del volumen de casos, podría establecerse cierta relación entre el incremento del sector (44 casos entre 2021 y 2022) y la sensibilidad debido al COVID-19. Sin embargo no hay una clara referencia al respecto: existen estudios que desestiman esta hipótesis (Business Wire Homepage, 2022) y otros que la avalan (Channa et al, 2021). Los proyectos/productos relevados presentan información actualizada a los años 2021 refieren a 24 casos, durante 2022 son 25 casos, y durante el primer trimestre del 2023 tan sólo 3 casos; por lo cual suponemos que se trata de proyectos en funcionamiento actualmente.

Asimismo, la ubicación geográfica de los wearables refleja la variedad de actores y grupos de interés que interactúan y se articulan: usuarios, proveedores de electrónica y I.T, laboratorios, universidades y spin offs (Apparel Resources, 2022). En la matriz (Fig. 1) se exponen los casos relevados, segmentados según el abordaje de *user*

centered design (UCD), human centered design (HCD) y humanity centered design (HyCD).

Dentro del relevamiento de casos, se registran 21 casos que responden a la categoría de e-textiles, smart clothing o prendas inteligentes. Estos casos constan de un soporte textil donde se ensamblan los dispositivos electrónicos y sensores. El nivel de integración o de indivisibilidad de dichos componentes puede variar en función del dispositivo. Asimismo, las prendas cubren diferentes partes del cuerpo: en su mayoría remeras o camisetas, pero también se evidencian casos de ropa interior o medias, pantalones y trajes de baño. Dentro de los casos relevados, también hay otros vinculados al textil pero no llegan a considerarse como indumento sino como accesorio. Además, en estos casos su implementación textil queda sujeta a soporte de dispositivo; por ejemplo, bandas, barbijos o plantillas.

Como se puede visualizar, la mayor cantidad de los casos relevados, se encuentran en la esfera del usuario (*user centered design*). Esto implica que el objetivo de estos productos/servicios está enfocado en la resolución de problemas que involucran necesidades individuales de las personas. En este segmento, resaltan aquellos wearables que se orientan a salud personal y deporte, y se asocian a un perfil de adulto activo, captando datos como la actividad muscular, la frecuencia cardíaca, el gasto de calorías y el tiempo de actividad frente al tiempo de descanso. Estos productos se venden directamente a consumidores finales (mediante canales online), por lo cual han sido mucho más accesibles en la búsqueda. En este sentido, estos proyectos consideran al consumidor final como único usuario, con mínima intervención de otros actores (como por ejemplo, familiares, entrenadores o personal médico). También es posible que los wearables del subsegmento deportes sean los más fáciles de insertar en el medio por las asociaciones entre el fitness y la innovación digital o high-tech, por lo cual su número es alto frente a wearables de uso específicamente médico, de seguridad o militar.

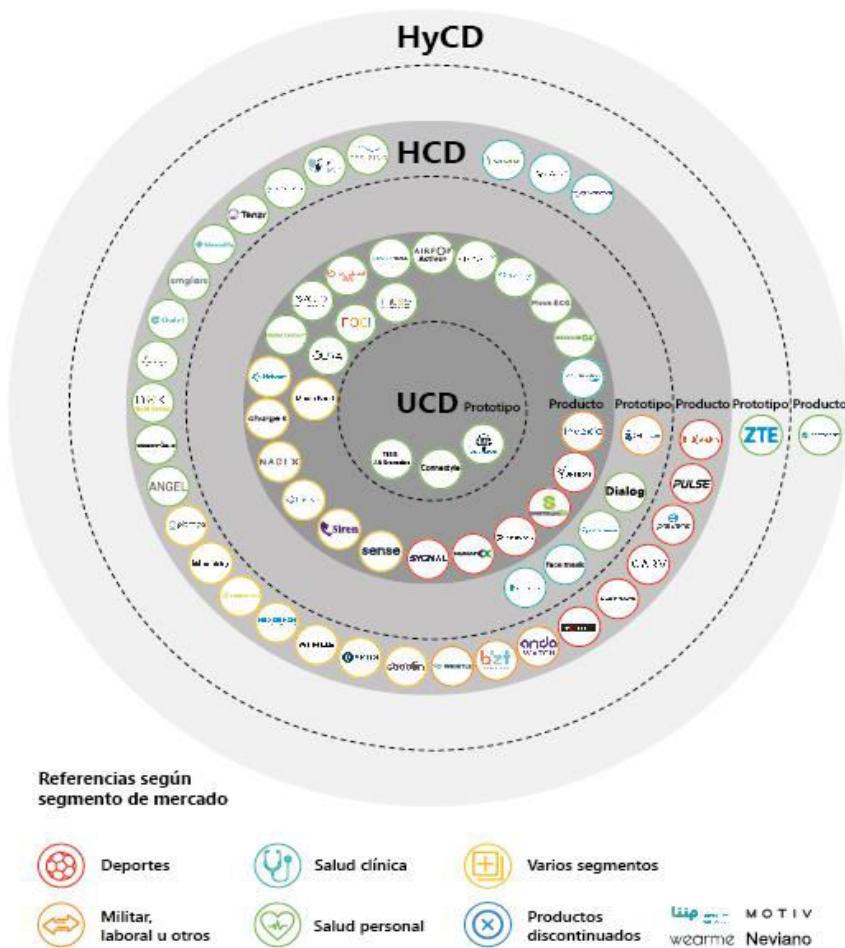
Estos casos parecen confirmar que la adopción y *engagement* sostenido en el tiempo de los wearables en un ámbito sensible como es la salud requiere superar barreras sociales y culturales (Sivathanu, 2018; Xue, 2019; Endeavour Partners, 2014). Desde la práctica proyectual, esto implica diseñar la experiencia desde un diseño centrado en el usuario (Norman, 1988; Norman Nielsen Group, 2006): el *wearable* debe dar soporte al confort físico, psicológico y social (Bonaldi, 2018; Xue, 2019; Cappellieri et al, 2020; Mencarini et al, 2019). En esta línea puede mencionarse el dispositivo IVY², que permite conocer las reacciones del cuerpo respecto a las actividades diarias, con el fin de tomar decisiones para el bienestar psicofísico. El *wearable* ofrece un monitoreo (ritmo cardíaco, ciclo menstrual, estrés, ritmo respiratorio, etc.) y un servicio de meditación (mediante una licencia). Lo interesante del caso es que la morfología del dispositivo, su uso y el posicionamiento están enteramente en línea: se trata de una pulsera que va en la muñeca, sin pantalla, que emula productos decorativos u ornamentales. En la comunicación se destaca la elegancia del diseño, diferenciándose de los trackers tradicionales.

Hacia una visión más sistémica se observan un conjunto de casos asociados a patologías o tareas de cuidado, donde producto, servicio y experiencia están claramente diseñados. La comunicación presenta a un usuario principal, pero se hace referencia a compradores, operadores, y otros usuarios que entran en contacto con el wearable o con

² IVY. <https://bellabeat.com/ivy/>

la información obtenida mediante su uso. Estos casos, refieren a propuestas de diseño **centrado en el humano** (Norman, 1988; Norman Nielsen Group, 2006): el *wearable* se orienta a insertarse en sistemas complejos, donde interrelacionan un cierto número de productos y usuarios, generalmente en el marco de servicios, sistemas e instituciones más grandes. Estos casos requieren de entornos materiales y digitales más abarcativos, que permitan la interacción de varios actores en simultáneo, la recolección de datos en tiempo real y el diseño de diferentes interfaces dependiendo el tipo de usuario. En general pertenecen al ámbito de la salud, en sincronía con la asistencia de un profesional, para un fin terapéutico, de control o diagnóstico. Puede ser de uso cotidiano, para entorno sanitario o ambulatorio, pero el objetivo es poder reportar datos que serán útiles al profesional y al paciente.

Fig. 7. Matriz de análisis de casos relevados, según la perspectiva de UCD, HCD y HyCD.



Fuente: Elaboración propia.

Algunos casos como BioGuardian³, BioStamp nPoint®⁴ y BioIntellisense⁵ se promocionan ante médicos e instituciones de salud. Se trata de dispositivos que permiten el monitoreo de la salud de pacientes tanto en entornos clínicos como en su propio hogar. En los tres casos, se combinan piezas más durables con textiles descartables, que permiten adherir los sensores al cuerpo del usuario. Se utilizan textiles descartables (E-patches). La comunicación incluye estudios científicos y referencia a instituciones de salud que acompañan las propuestas, como una forma de acercarse a las prácticas académicas y reguladas de la medicina. Además, en el caso de BioIntellisense, la empresa enfatiza dos tipos de mejoras: 1) micro, asociada a la experiencia del usuario y la salud centrada en la persona; y 2) la macro, asociada al servicio de salud y su potenciamiento mediante ciencia de datos, citando ejemplos como programas de cuidado remoto y virtual. También resultan interesantes aquellos casos que abordan patologías específicas, por ejemplo TENZR⁶, que apunta a la rehabilitación muscular a través de aspectos lúdicos; o Asthmaware⁷, un proyecto que contribuye a la independencia del niño con asma a través del juego y la comprensión de la patología y los síntomas. En estos casos, su objetivo trasciende la esfera individual y fomenta la empatía y conexión entre personas que atraviesan por el mismo proceso, de forma puntual o de manera crónica. Para enfrentar estos desafíos, se debe lograr un profundo conocimiento de la problemática (enfermedad, comunidad sanitaria, gestión, etc) y la interlocución con los actores interviniéntes. En la gran mayoría de los casos, estos proyectos/productos son acompañados y validados por Universidades, empresas, instituciones y profesionales. En línea similar, el caso Playermake⁸r es un wearable del tipo “Worn on the Feet”, que apunta al segmento junior en las ligas de fútbol. Lo interesante es que nuclea, en torno al servicio que ofrece, a los usuarios, sus padres - entendiendo que la mayoría son menores de edad-, entrenadores, el propio club y otras instituciones deportivas, locales y federales.

Por último, el diseño centrado en la humanidad - **humanity centered design**- aún es una visión en desarrollo. Refiere a aquellos productos/servicios centrados en la resolución de problemas complejos (*wicked problems*) a nivel comunitario, donde se interrelacionan sistemas y grupos de interés diversos. Algunos de estos *wicked problems* podrían ser promover el desarrollo local y sustentable, reducir los índices de pobreza en determinado territorio, mejorar la accesibilidad a los sistemas de salud. La cuestión territorial aparece de forma clara porque inevitablemente estas problemáticas están enraizadas en contextos específicos. Es por ello, que aquí podría aparecer vinculación entre empresas y gobiernos, relaciones entre distintos Estados o municipios, articulación del sector público-privado. De los casos recuperados, fueron pocos los que se alinearon a este enfoque. El ejemplo más emblemático es Neoguard⁹,

³ <https://www.preventicesolutions.com/patients/body-guardian-heart>

⁴ <https://www.mc10inc.com/>

⁵ <https://biointellisense.com/>

⁶ <https://www.tenzrhealth.com/>

⁷ <https://asthmaware.com/>

⁸ <https://www.playermaker.com/>

⁹ <https://neopenda.com>

un monitor clínico que registra los signos vitales de bebés a través de un accesorio símil vincha. Se trata de un diseño para la base de la pirámide (Ceschin y Gaziulusoy, 2020), ya que se propone para centros de salud con pacientes de recursos limitados y personal de salud con alta carga. La empresa que lo fabrica, Neopenda desarrolló el producto a partir de una investigación de una universidad y se conformó como una corporación de beneficio público. Ésta presenta diferentes niveles de organización, tanto interna como externa: una junta asesora de proyecto, conformada por especialistas en innovación, docentes universitarios, doctores e investigadores, socios de desarrollo empresarial para el avance de la compañía, y clínicas (socios para la implementación). Otro caso aún en instancia de desarrollo es YouCare¹⁰; se propone como un wearable codiseñado entre varias empresas (tecnológicas y textiles) y la Cruz Roja italiana, con el objetivo de poder colaborar en situaciones de vulnerabilidad poblacional y emergencias. En estos casos, el uso de la tecnología y la información se ponen al servicio de los problemas de la comunidad, y tienen una clara orientación hacia el bien común social.

Algunos aspectos que resultan llamativos del relevamiento, tienen que ver con la actualidad de la temática y el dinamismo al cual están expuestos estos productos/servicios. Cuatro casos que se habían relevado durante el inicio del 2022, en una segunda búsqueda para la revisión del presente artículo, se encuentran discontinuados (Liip Smart Monitor, Neviano, Wearme y Motiv Ring). Se desconocen las causas, pero es un fenómeno llamativo ya que en general, son empresas relativamente nuevas. Asimismo, se ha observado que algunas páginas webs han sufrido modificaciones, o han lanzado otros nuevos productos complementarios.

Un último aspecto dentro de la discusión tiene que ver con que los wearables, como cualquier producto innovador, deben sortear diversos planteos en términos técnicos, éticos, productivos, sociales y culturales. En definitiva, planteos sostenibles, mediando entre las personas, el medioambiente y la viabilidad del proyecto:

- a) Un aspecto sumamente problemático desde la ética es el manejo de los datos. Particularmente en el ámbito de la salud, referimos a datos sensibles. En primer lugar, se deben definir políticas de seguridad de los datos, su uso, privacidad y las regulaciones legales (Dian et al, 2020).
- b) Mencarini et al (2019) invita a reforzar la cuestión cognitiva-emocional del wearable con el usuario, que en la gran mayoría de los casos se centra en lo fisiológico y corporal. Asimismo, sugieren trasladar el foco de un plano genérico a uno individual; es decir que los datos no sean representativos de un percentil, sino que pueda dar relaciones precisas respecto a la propia persona. Si bien parte de parámetros genéricos, luego pueda ir adoptando un perfil personalizado al usuario y sus necesidades. Para eso, el uso de Inteligencia Artificial es un recurso fundamental, pudiendo definir los percentiles y datos basales normales de cada usuario.
- c) Lograr la integración con las cadenas de valor -hardware, textil y software- que componen el producto wearable. Aunque son espacios poco integrados, para la viabilidad de estos proyectos es necesario establecer sistemas de producción, provisión y distribución adecuados. Conocer las cadenas de valor es un paso importante y necesario para plantear esquemas distribuidos, equitativos y de responsabilidad social.

¹⁰ <https://elpais.com/tecnologia/2021-06-29/youcare-una-camiseta-forrada-de-sensores-que-monitoriza-tu-salud.html>

- d) El consumo energético, en la producción y el uso, y la dependencia a la recarga eléctrica del powerbank en la prenda. Existen algunos desarrollos de carga alternativa (Dian et al, 2020), donde destaca la energía solar; pero aún muy incipientes.
- e) La eliminación de la obsolescencia percibida y programada, que comúnmente manifiestan la industria de la moda y de la electrónica.

Conclusiones

Los wearables son dispositivos complejos, que pueden diseñarse desde lo micro (el producto material y su uso) hasta lo macro (el sistema y su experiencia). En ellos se conjugan elementos de diseño, hardware y software transversalizados por la interdisciplinariedad. Participan de interacciones individuales entre cuerpo-tecnología, pero a su vez forman parte del sistema de salud, donde articulan grupos de interés, instituciones y comunidades. La emergencia de los wearables como ejemplo de la Internet of Bodies representa un desafío desde lo técnico y desde lo social, ya que implican resolver aspectos técnicos, de usabilidad, de experiencia y socio-culturales. El avance de estos desarrollos es evidente y hay un marcado crecimiento e inversión en este campo. Sin embargo, el horizonte es complejo, como así también las interacciones que surgen de estos nuevos dispositivos.

En relación a nuestra labor como grupo de investigación, el panorama de los wearables y sustentabilidad resulta muy difuso. Existe relativamente escaso debate al respecto (O'Mahonny y Gwilt, 2016; Gurova et al, 2020; Vaajakari, 2018) y aún menor consenso. No sólo desde la perspectiva material y el impacto medioambiental: como mencionaba Dvorak (Dvorak, 2008), los *social issues* del mercado de wearables repercuten en su adopción prolongada en el tiempo. Entre ellos destacan el manejo de los datos y la privacidad, la confiabilidad de la información suministrada. Como contraparte, en el sistema sanitario estos dispositivos representan una gran oportunidad para visibilizar resultados y generar bases de datos que permitan proyectar en términos preventivos. Por ejemplo, los índices poblacionales globales de personas mayores requieren de una especial atención sobre la gestión sanitaria y nuevos enfoques para la prevención (Xue, 2019).

Para poder entender el escenario de los wearables y proyectarlo desde el diseño y de forma sustentable, se requiere conocerlo y profundizar sobre él. Este primer relevamiento exploratorio ha permitido identificar dos conjuntos de casos de interés. Uno de wearables orientados a la salud personal y deporte, que definen de forma prototípica a su usuario. En ellos destaca el diseño centrado en el usuario, donde se le da una alta importancia a la usabilidad, las percepciones y asociaciones propuestas por el producto. Otro conjunto de casos asociados a tareas de cuidado en los que el diseño de la interfaz se complementa con un diseño de tipo *human centered*. Aquí el wearables se inserta en una trama socio-técnica mayor, donde se interrelacionan grupos de interés y tecnologías diversas.

Asimismo, el relevamiento permitió profundizar en la relación salud y diseño, desglosando algunas problemáticas más inminentes de la producción de wearables. En particular, nos señala dos caminos para profundizar a futuro: primero, desde la perspectiva del producto-servicio; y segundo la relación entre *user, human y humanity*

centered design en el desarrollo de wearables. Ambos recorridos futuros delimitan un accionar diferente de la disciplina del diseño, interviniendo en estos productos-servicios complejos, insertos en sistemas amplios y mediados por la interdisciplina.

3 Referencias

- Apparel Resources. Smart Wearable and E-Textiles: International FabLabs. <https://apparelresources.com/technology-news/retail-tech/smart-wearable-e-textiles-international-fablabs/>. Último acceso 20/06/2022.
- Asthmaware. <https://asthmaware.com/> Último acceso 29/08/22.
- BioGuardian. <https://www.preventicesolutions.com/patients/body-guardian-heart>. Último acceso 20/06/2022
- BioIntellisense. <https://biointellisense.com/> Último acceso 22/06/2022.
- BioStamp. <https://www.mc10inc.com/> Último acceso 20/06/2022.
- Bonaldi R. R: Functional finishes for high-performance apparel. En: McLoughlin J., Sabir T. (eds), High-Performance Apparel. Woodhead Publishing, Cambridge, UK. (2018)
- Buchanan, R. Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8 (2), pp. 5-21. (1992).
- Business Wire Homepage, <https://www.businesswire.com/news/home/20201119005982/en/Wearable-Technology-Market-to-Grow-by-35.48-bn-During-2020-2024-Industry-Analysis-Market-Trends-Market-Growth-Opportunities-and-Forecast-2024-Technavio>. Último acceso 17/06/2022.
- Canetti, R., Mc Lean, A., & Oliva Torre, M.: Muchos futuros. Diseño de experiencias y tecnología digital en prospectiva. En: Cuadernos Del Centro De Estudios De Diseño Y Comunicación, p. 137. Universidad de Palermo, Buenos Aires. (2021).
- Cappellieri, A; Henchoz, N; Tenuta, L; Testa, S. Fashion Wearable Between Science and Design, From the Product to an Overall User Experience. *International Journal of Literature and Arts*. Vol. 8, No. 1, pp. 12-22. (2020)
- Ceschin, F; Gaziulusoy, I. Design for Sustainability, A Multi-level Framework from Products to Socio-technical Systems. Routledge. (2020)
- Channa, A., Popescu, N., Skibinska, J., & Burget, R: The Rise of Wearable Devices during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. En: *Sensors*, 21(17), p. 5787. Switzerland (2021)
- Chatterjee, B., Mohseni, P., & Sen, S. (2023). Bioelectronic Sensor Nodes for the Internet of Bodies. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 25, 101-129.
- Clinkspoor, G (2021) Análisis de la valorización de los residuos electrónicos TIC en la ciudad de Mar del Plata. Aportes para su gestión sustentable. Tesis doctoral Doctorado con Orientación en Ciencias Sociales y Humanas. Universidad Nacional de Luján.
- Dian, R. Vahidnia and A. Rahmati. Wearables and the Internet of Things (IoT), Applications, Opportunities, and Challenges: A Survey. En: *IEEE Access*, vol. 8, pp. 69200-69211. (2020)

- Dvorak, J. Moving Wearables into the Mainstream. Springer, New York. (2008).
- Eddy S. Lazaro Vasquez and Katia Vega. 2019. Myco-accessories: Sustainable Wearables with Biodegradable Materials. In Proceedings of the 2019 International Symposium on Wearable Computers (ISWC '19), September 9–13, 2019, London, United Kingdom. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3341163.3346938>
- Endeavour Partners. Inside Wearables. How the science of human behavior change offers the secret to Long-term engagement. <https://cupdf.com/document/endeavour-partners-inside-wearables.html?page=1>. Último acceso 17/06/2022.
- Eysenbach G (2001) What is e-health? Journal of Medical Internet Research. Vol 3, Nro 2, DOI: 10.2196/jmir.3.2.e20
- Gómez Gil, C (2018) Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. Revista Papeles de cambios ecosociales y cambio global. N°140 2017/2018, p.107-118
- Gómez, Gómez, J. M. Del usuario al ciudadano. Una revisión de las metodologías de desarrollo de diseño basadas en usuario desde el Humanismo Digital. i+Diseño. Revista Internacional de Innovación, Investigación y Desarrollo en Diseño. (2021)
- Gurova, O., Merritt, T. R., Papachristos, E., & Vaajakari, J. Sustainable Solutions for Wearable Technologies: Mapping the Product Development Life Cycle. En Sustainability, 12 (20), 8444. (2020).
- Hassenzahl, M. User Experience and Experience Design. En M. Soegaard y R. F. Dam (Eds.), The Encyclopedia of Human-Computer Interaction (2nd ed.). The Interaction Design Foundation. (2011)
- Hussein, D., Bhat, G., & Doppa, J. R. (2022). Adaptive Energy Management for Self-Sustainable Wearables in Mobile Health. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 36(11), 11935-11944. <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i11.21451>
- Interaction Design Foundation. *User Centered Design (UX)*. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-centered-design>.
- Irwin, T. El enfoque emergente del diseño para la transición. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, Año 19, Número 73 (2019).
- IVY. <https://bellabeat.com/ivy/>. Último acceso 22/06/2022.
- Julier, G. La cultura del Diseño. Ed: Gustavo Gili. (2010).
- Koo, H. S., Dunne, L., & Bye, E. (2013). Design functions in transformable garments for sustainability. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 7(1), 10–20. doi:10.1080/17543266.2013.845250
- Krippendorff, K. The Semantic Turn. Boca Raton, FA: CRC Press, Taylor & Francis Group. (2006).
- Marecos, E. Conceptos claves acerca de la salud. Revista de Posgrado de la Cátedra Via Medicina. https://med.unne.edu.ar/revistas/revista108/con_claves_salud.html - Último acceso 20/06/2022.

- Mencarini, E., Rapp, A., Tirabeni, L., & Zancanaro, M. Designing Wearable Systems for Sports: A Review of Trends and Opportunities in Human–Computer Interaction. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 1–12. (2019).
- Neoguard - Neopenda. <https://neopenda.com/>. Último acceso 22/06/2022.
- Norman Nielsen Group. The Definition of User Experience (UX). <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/> (2006)
- Norman, D. A. *The Psychology of Everyday things*. Basic Books Inc. (1988)
- O'Mahonny, M; Gwilt, A: Where does wearable technology fit in the Circular Economy? En: Earley, R. y Goldsworthy K. (eds). *Circular Transitions. A Misra Future Fashion Conference on Textile Design and the Circular Economy*, pp 303-315. University of the Arts London, Londres. (2016).
- Seneviratne et al., "A Survey of Wearable Devices and Challenges," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 19, no. 4, pp. 2573-2620, Fourthquarter 2017.
- Sivathanu, B.: Adoption of internet of things (IOT) based wearables for elderly healthcare – a behavioural reasoning theory (BRT) approach. En: *Journal of Enabling Technologies*. (2018)
- Tenzr. <https://www.tenzrhealth.com/> Último acceso 29/08/22.
- Thomas, H. Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995) Abertura comercial, crise sistêmica e articulação, Tesis de doctorado, Departamento de Política Científica e Tecnológica – UNICAMP, Campinas. (1999)
- Thomas, H. y Kreimer, P.: La construcción social de la utilidad de los conocimientos científicos y tecnológicos: elementos para un abordaje teórico-metodológico. En: Seminario Internacional “Producción, industrialización y apropiación de conocimientos en las ciencias de la vida”, Universidad de la República, Montevideo. (2001).
- UNEP (United Nations Environmental Programme). Crecimiento de la extracción global. International Resource Panel - United Nations Environment Programme, Nairobi. Recuperado de <http://www.resourcepanel.org/reports/global-material-flows-and-resource-productivity> (2016).
- Vaajakari, J. How sustainable is wearable technology?. <https://medium.datadriveninvestor.com/how-sustainable-is-wearable-technology-88608a932cb4>. Último acceso 17/06/2022.
- World Design Organization. Definition of Industrial Design. <https://wdo.org/about/definition/> Último acceso 20/6/202 (2015)
- Xue, Y: Emerging Risks: Current Approaches on the Future Risks of Human Enhancement Technologies. En: *Emerging technologies*, 1, 4. (2019).
- YouCare. <https://elpais.com/tecnologia/2021-06-29/youcare-una-camiseta-forrada-de-sensores-que-monitoriza-tu-salud.html> Último acceso 29/08/22.