

Fecha de recepción: abril 2023
Fecha de aceptación: mayo 2023
Versión final: junio 2023

Nuevas fronteras del perfil profesional del diseño de indumentaria apoyado en tecnologías interactivas y la ergonomía

Alejandro Daniel Murga-González^(*), Carlos Manuel Reyna Alvarez^(**) y Cesar Eduardo Ruano Corpus^(***)

Resumen: Con el avance tecnológico es posible abordar desde el pensamiento de diseño aspectos que no eran pensables dentro del perfil profesional: programación, prototipado digital y electrónico son algunas dimensiones que impactan al diseño de productos interactivos que requieren ser manejados en algún nivel por aquellos que pretenden incursionar en este nicho de mercado. Por ello, plataformas como Tinkercad, Arduino, e inclusive las múltiples inteligencias artificiales se han sumado a las estrategias didácticas en la formación de los diseñadores en varias academias. El propósito de este trabajo es reflexionar sobre las implicaciones del pensamiento de diseño y la interdisciplina en el marco del diseño de interacciones para tecnología vestible. Para ello se analiza un caso de transferencia tecnológica de un ejercicio académico desarrollado en la Universidad Autónoma de Baja California. Este proyecto, en el que se observa el cruce de la ergonomía con el diseño de interfaces, fue presentado en la Paris Fashion Week 2022 y sirve como evidencia para reflexionar sobre las fronteras del diseño.

Palabras clave: tecnología vestible – interfaz – affordance – interacción humano-computadora – ergonomía.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 165]

^(*) Profesor investigador en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología de la UABC. Arquitecto por el ITESM; Laurea en Ciencias de la Arquitectura por el Politécnico de Milán; Msc. en Diseño Industrial-Ergonomía por la UNAM, inscrito al Doctorado en Diseño de la UP.

^(**) Alumno de Diseño Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Baja California, México.

^(***) Diseñador de modas, fundador de la casa de diseño Eddie Corps de Paris.

Introducción

Este trabajo consiste en reflexionar sobre las implicaciones del pensamiento de diseño y la interdisciplina en el diseño de interacciones para indumentaria apoyado con tecnología de prototipado tecnológico. Para ello se analiza un caso de transferencia tecnológica del diseño de un dispositivo interactivo de tecnología vestible que formó parte como una pieza de la colección Corps de Tij Prêt-à-porter SS 23 de la casa de diseño Eddie Corps mostrada en la Paris Fashion Week 2022. A través de este caso se ilustra el estado del arte de la ergonomía en su dimensión interactiva y sistémica que aglutina los aspectos físicos y cognitivos en el diseño de producto.

Dicho proyecto se desarrolló como un ejercicio académico dentro de un taller de diseño en el programa educativo de Diseño Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (FCITEC) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Esta pieza de indumentaria se colegió con cursos como Desarrollo y Prototipado de Dispositivos Electrónicos, Usability Assessment for Industrial Designers -clase impartida en inglés- y Metodología del Diseño III en la que se aborda la perspectiva del Diseño Centrado en el Humano, Ergonomía Cognitiva e Interacción Humano-Computadora. Asimismo, se logró una vinculación con la casa de diseño Eddie Corps durante el verano de 2022 para la integración de la pieza textil, diseñada por Eduardo Corpus, con el dispositivo electrónico, desarrollado por Manuel Reyna.

Desde el 2017 se ha impulsado en el programa educativo de Diseño Industrial de la FCITEC el uso de plataformas de prototipado tecnológico como Arduino, Node MCU Esp32 y Texas Instruments, por mencionar algunas, como una estrategia didáctica para comprender conceptos complejos como interacción humano-computadora, affordance, interfaz y usabilidad. Las plataformas, por su claridad didáctica, permiten que los estudiantes que no están familiarizados con lenguajes de programación, puedan hacer propuestas interactivas y llegar a un prototipo funcional desde un esquema de investigación para el diseño (Frayling, 1993) con una perspectiva interactiva y centrada en humanos. Asimismo, la estrategia metodológica para el diseño de interfaz ha consistido en la articulación de herramientas como el análisis de tareas, recorridos cognitivos, diseño de escenarios-*storyboards* y análisis de la interfaz.

El diseño de indumentaria desde la perspectiva interactiva

Para comprender desde el pensamiento de diseño la interacción como un insumo diseñable se propone el entendimiento de la ergonomía como una transdisciplina con enfoque de diseño centrado humanos desde una visión sistémica e interactiva que tiene por objeto de estudio la interfaz. Este encuadre no dista de la definición establecida por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, 2000), sin embargo, es necesario establecer una genealogía de la evolución del término para llegar a la propuesta teórico-conceptual-metodológica. En otras palabras, para explicar el traslado de su enfoque con abordaje físico,

en tanto aspectos relacionados con la seguridad y bienestar según el estudio de posturas, dimensiones y antropometría; hacia una mirada más holística que incluya nociones como la percepción y la cognición para el diseño de producto, indumentaria o particularmente hablando, tecnología vestible.

Un gran hito en la historia del diseño es la contribución de Flores (2001) que desarrolló un enfoque metodológico para el campo del diseño estableciendo como objeto de estudio el sistema ergonómico basado en el trinomio interactivo usuario-objeto-entorno, del cual se exige definir características de cada uno de los elementos. A través de este modelo se implica que la tarea emana de la interacción entre los elementos del trinomio y por tanto es una consecuencia del buen o mal diseño. Los autores Bagnara y Tosi (2020) señalan por su parte a la interacción entre los elementos de un sistema como principal objeto de estudio, acotando la definición de características a interacciones concretas de acuerdo a las funciones específicas. Este cambio de perspectiva guía la observación a los puntos de contacto entre los elementos de un sistema y vuelve a la interacción un elemento intencional desde la definición del sistema o mejor dicho, desde el inicio del proceso de diseño. En este sentido, conviene destacar que, en términos analíticos, la interacción no se limita a su entendimiento material sino a la forma en la que un objeto es aprehendido desde dimensiones perceptivas y cognitivas, lo cual da un giro comunicativo al sistema ergonómico. Por ello, Marcus (2002) discute la definición de **interfaz** como un elemento que puede tener una connotación herramental o comunicativa en las cuales la interacción entre elementos toma lugar. La interfaz entonces puede presentarse como un objeto físico -un taladro, por ejemplo- o un objeto intangible -un sitio web-, pero esta diferenciación no excluye las dimensiones herramentales o comunicativas de ninguno de los dos casos. Si bien, el diseño de interfaz se presenta como una rama del campo interacción humano-máquina, y posteriormente humano-computadora, Marcus (2002) señala que dichas definiciones han sido retomadas por autores dentro del campo del diseño para abordar aspectos visuales, tecnológicos, o físicos. Por ello, Hollnagel (1997) define en estos términos a la ergonomía desde un encuadre cognitivo, donde el estudio de la relación trabajo-mente es el centro analítico y la conceptualización de las personas en tanto a sus procesos cognitivos y perceptivos el punto de partida para el diseño de interfaz. Asimismo, Jordan (1998, 2002) sugiere el análisis de tareas y recorridos cognitivos como estrategias no empíricas en el proceso de diseño, lo cual es coherente con los principios de la ergonomía cognitiva. Con ello queda implícito el rol que juegan la tarea y la toma de decisiones como elementos diseñables dentro del campo del diseño de interfaz.

En cuanto a aspectos teórico-conceptuales, conviene señalar la base teórica de la noción de interfaz, la Teoría de los *Affordances*, propuesta por Gibson (1977) para el campo de la psicología, y profundizada en campos relacionados al diseño y tecnologías por autores clásicos como Nielsen (1990, 1994, 1995), Norman (1983, 2004, 2010), Schneiderman (1997, 2009) y Molich (1990). Asimismo Marcus (2002), Osiurak, et al. (2017) y Evans et al. (2017) hacen una revisión de definiciones del ofrecimiento o *affordance* para los campos relacionados con el campo de Interacción Humano-Computadora, que para efectos de este trabajo se entienden como estrategias de diseño de interfaz que guían la percepción para el desarrollo de una tarea.

Si se retoma la definición de la ergonomía de la IEA se pueden identificar dos criterios para el diseño ergonómico: el bienestar humano y el desempeño del sistema. Bajo estos criterios la interfaz se entiende como el medio que permite la comunicación entre personas y elementos no humanos para cierto fin: realizar una tarea, actividad o meta, la cual tiene implicaciones tanto físicas como cognitivas. Se puede decir entonces que tanto la ergonomía como el diseño de interfaces establecen de manera ontológica el acercamiento hacia un objeto desde una perspectiva sistémica e interactiva, solo que en el plano de la ergonomía parece estar más desarticulada la parte física de la cognitiva en tanto a dos campos distintos y en el diseño de interfaz esta diferenciación es más sutil, lo cual habilita el cruce de dos campos aparentemente separados.

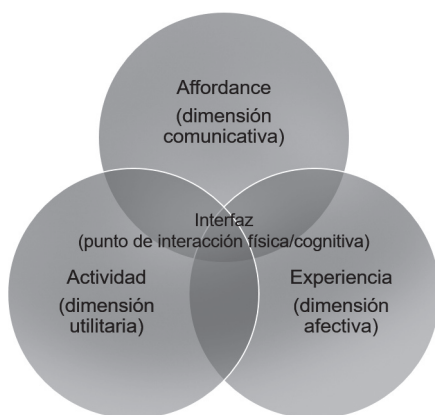


Figura 1. Propuesta analítica de la tecnología vestible. Elaborado por Alejandro Murga.

Con lo antes revisado, la conceptualización del diseño de indumentaria desde una perspectiva interactiva es posible con autores como Duharte (2016) que realizan un abordaje para establecer relaciones entre el cuerpo, vestimenta y electrónica desde el concepto tecnología vestible, lo cual brinda una ruta teórico-metodológica para el diseño de este tipo de interfaces. Es con este tipo de objetos de estudio, las interfaces tangibles (Celentano y Dubois, 2015), que no se puede separar las nociones de interfaz y ergonomía, las interacciones físicas y cognitivas, así como las dimensiones utilitarias, comunicativas y afectivas (Figura 1), que se asemejan a las funciones prácticas, estéticas y simbólicas establecidas por Löbach (1976) para el diseño industrial y traza nuevas fronteras para un pensamiento de diseño más holístico, sistémico, interactivo y tecnológico.

Apuntes metodológicos

Para abordar el diseño de tecnología vestible en la FCITEC, se ha promovido la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) con un enfoque ergonómico y observando al objeto de estudio como una interfaz interactiva. En este sentido, el flujo de tareas se vuelve el principal interés para decidir tanto aspectos de la programación de los elementos electrónicos, así como la distribución de las partes interactivas. Dentro de las herramientas más destacadas se encuentran (1) análisis de tareas, recorridos cognitivos y diseño de escenarios-*storyboards* así como (2) el diagramado de la interfaz en tanto al flujo de la comunicación y puntos de contacto -físicos y cognitivos- entre usuario(s) y objeto.

En primera instancia, la articulación del análisis de tareas con el recorrido cognitivo y el diseño de diseño de escenarios-*storyboards* funge como representaciones verbales y gráficas del flujo de la interacción con un producto determinado, entendiendo al objeto en un estado dinámico en el que surgen posibilidades interactivas. Se considera que en el perfil profesional del diseñador es tan relevante el uso y articulación tanto del texto como la imagen en tanto a la descripción del objeto en cuestión a diseñar y sirve como mecanismo redundante para asegurar que la conceptualización conserve su coherencia con la materialidad (Figura 2). En este caso, desde el inicio del proceso de diseño se contempló que el vestido tuviera aspectos interactivos como iluminación y movimiento de elementos controlados por sonidos musicales. Si bien las representaciones verbales y gráficas presentan cierto grado de ambigüedad, sirven para dar constancia de intenciones de diseño desde etapas tempranas y ayuda a documentar la evolución de la propuesta.

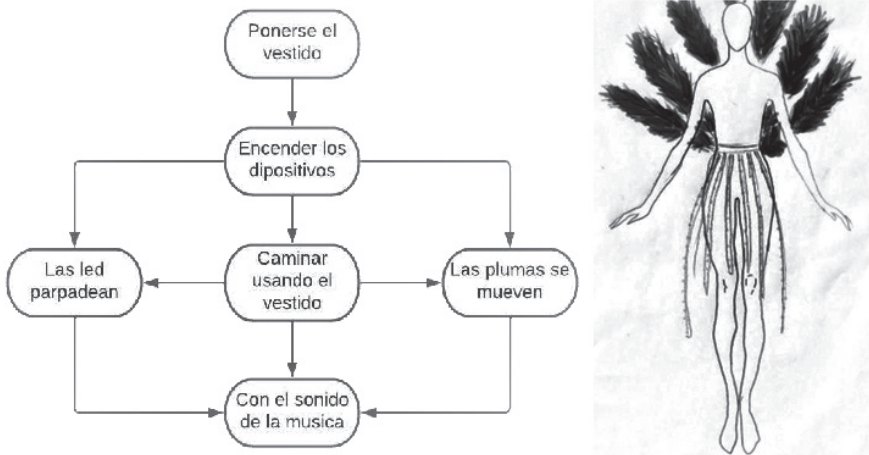


Figura 2. Representación verbal y gráfica de las tareas. Diagrama de flujo y parte del storyboard generado por alumnos.

Para el diseño de la interfaz, se ha promovido el modelo de arquitectura cognitiva EPIC (Executive-Process/Interactive Control), desarrollado por Kieras y Meyer (1997) para ilustrar la interfaz desde el encuadre interactivo humano-máquina y emular el performance desde los aspectos cognitivos, perceptivos y materiales. El propósito de este modelo es interpretar visualmente los elementos involucrados en la interacción física y cognitiva, lo cual puede dialogar con el análisis de tareas. Para este ejercicio académico, los alumnos tienen el reto de interpretar la noción de interfaz en el campo del diseño de producto apoyado en tecnologías interactivas el cual se muestra en la Figura 3. El modelo de arquitectura cognitiva se presenta en este ejercicio más como un esquema o mapa mental de lo que los alumnos pretenden lograr con la integración de la tecnología interactiva.

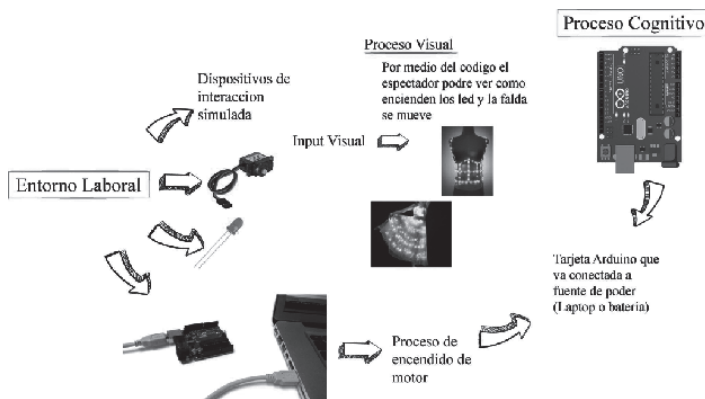


Figura 3. Desarrollo de la interfaz basado en el modelo EPIC architecture (Kieras y Meyer, 1997). Elaborado por alumnos de Diseño Industrial de la FCITEC.

Con las herramientas metodológicas de investigación para el diseño que abarcan el flujo de la comunicación, secuencia de las tareas y articulación de la interfaz; sumado con el uso de plataformas de prototipado tecnológico y digital, se pretende trasladar conceptos que son comunes en campos como la ingeniería software e interacción humano-computadora, para abonar al diseño de interacciones en diseño de productos. En este caso la indumentaria, más precisamente, la tecnología vestible, integra elementos de prototipado desde la programación, electrónica, impresión 3d y textiles, abordado desde la ergonomía según su visión sistémica e interactiva. Si bien en el momento del desarrollo de este proyecto los alumnos se encuentran en la mitad de su proceso formativo, lo cual indica la necesidad de continuar explorando las herramientas vistas en el aula, sin duda les ayuda a expandir sus imaginarios disciplinares.

Desarrollo del prototipo

Durante el verano del 2022 se desarrolló una vinculación entre el diseñador tijuaneño basado en París, Eddie Corps y el programa educativo de Diseño Industrial de la FCITEC, para desarrollar propuestas de diseño de tecnología vestible para la Paris Fashion Week 2022. A través de una sesión en la que se presentó la intención conceptual para el vestido (Figura 4), los estudiantes de Diseño V, Metodología III y Desarrollo y Prototipado de Dispositivos Tecnológicos pudieron interactuar con el diseñador para aclarar dudas y comenzar a trabajar. Posterior a la sesión, el grupo de alumnos generó propuestas diversas que serían examinadas para posteriormente seleccionar la más adecuada.



Figura 4. Concepto estético del vestido con tecnología vestible. Elaborado por Eddie Corps.

Dentro de las propuestas se exploró la integración de elementos luminosos mediante la implementación de tiras o matrices de luz LED, entre las cuales destaca un proyecto de un bustier en el que la iluminación se rige por el ritmo cardíaco. En aspectos mecánicos, otro proyecto contemplaba la integración de elementos para el movimiento automático de textiles a modo de cortinas. El proyecto seleccionado fue el que integraba elementos articulados para el despliegue de plumas por la detección de ritmos musicales, propuesta que fue más coherente con el concepto inicial (Figura 5).



Figura 5. Propuestas conceptuales funcionales de los alumnos de Diseño Industrial. Fotografías propias.

Con la selección hecha, se invitó al alumno Carlos Manuel Reyna Álvarez a participar en el verano de 2022 a modo de prácticas profesionales para continuar con la propuesta desarrollada en el aula de clases y culminar en la materialización del vestido. En este periodo se perfeccionó el sistema de movimiento que integró a los servomotores, se desarrolló una carcasa para contener las placas y las baterías y se prototipó la interfaz digital para controlar el movimiento a través de un teléfono celular (Figura 6).



Figura 6. Desarrollo y materialización del vestido. Impresiones de pantalla de conversaciones de instagram y fotografía extraída de la cuenta de la modelo Debora Micci (ig: @deboramicci).

Reflexiones finales

Dentro de la formación en diseño, es un reto problematizar sin el acceso a usuarios reales. Es conveniente y beneficioso para el proceso de enseñanza-aprendizaje, que tiene un fuerte componente pedagógico basado en problemas (de diseño), el acercamiento con situaciones reales; no solo porque satisface las necesidades pedagógicas, sino porque permite la vinculación y transferencia tanto tecnológica como de conocimiento. Por ello, se deben promover los mecanismos de vinculación y propiedad intelectual para que academia e industria trabajen en conjunto para la innovación y desarrollo. A través de este ejercicio académico se logró la transferencia tecnológica y de conocimiento por formas de colaboración interdisciplinarias que rebasan el aula de clases, lo cual derivó en un programa de prácticas profesionales, plataformas de difusión y divulgación de la ciencia, así como registros de propiedad intelectual.

Se cree que la noción de proyectos de tecnología vestible en la industria moda como algo todavía reciente y relevante, a pesar de que tecnologías como Arduino se remontan a principios del siglo XXI, se debe en parte a la formación centrada en los objetos y no desde un pensamiento de diseño con dimensiones sistémicas e interactivas. Si bien es cierto que este tipo de desarrollos no son nuevos en sus aportes tecnológicos, es conveniente señalar que la integración de aspectos revisados desde la ergonomía física y cognitiva, electrónica, diseño de interfaz y programación continúan siendo terreno de disputa para la conformación de campos disciplinares relacionados con diseño.

Esta reflexión va dirigida a vislumbrar cómo, con el cambio tecnológico, el diseño puede prosperar en tanto a la teorización de nociones como interfaz, affordance, interacción y experiencia. Una sugerencia por parte de los autores es la necesidad de integración de contenido teórico que brinde fundamento a la observación y análisis de los objetos interactivos para su desarrollo. Asimismo, y como se presentó en este proyecto, se recomienda el trabajo colegiado entre cursos para el desarrollo de proyectos integradores, para que los estudiantes puedan a través de un único proyecto, demostrar su competencia como profesionales del diseño.

Referencias

- Bagnara, S. (2020). Foreword. In *Ergonomics and Design*. In Tosi, F. *Ergonomics and Design* (pp. v-ix). Springer. Cham.
- Celentano, A., & Dubois, E. (2015). *Evaluating metaphor reification in tangible interfaces*. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 9, 231-252.
- Duharte-Solis, M. A. (2016). *“La asimilación de la tecnología vestible: análisis de las relaciones entre cuerpo, vestimenta y electrónica”*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/82538>

- Evans, S.K., Pearce, K.E., Vitak, J., & Treem, J.W. (2017). *Explicating affordances: A conceptual framework for understanding affordances in communication research*. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 22(1), 35–52.
- Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño*. Teoría y práctica: Diseño.
- Frayling, C. (1993). *Research into Art & Design*. London: Royal College of Art.
- Gibson, J. J. (1977). *The theory of affordances*. *Hilldale, USA*, 1(2), 67-82.
- Green, W. S., & Jordan, P. W. (2002). *Pleasure with products: Beyond usability*. CRC press.
- Hollnagel, E. (1997). *Cognitive ergonomics: it's all in the mind*. *Ergonomics*, 40(10), 1170-1182.
- IEA (2000). *The International Ergonomics Association: What Is Ergonomics (HFE)?* <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>
- Jordan, P. W. (1998). *An introduction to usability*. Crc Press.
- Kieras, D. E., & Meyer, D. E. (1997). *An overview of the EPIC architecture for cognition and performance with application to human-computer interaction*. *Human-Computer Interaction*, 12(4), 391-438.
- Löblich, B., & Schmidt, H. (1976). *Was ist Industrial Design?*. Internationales Design-Zentrum.
- Marcus, A. (2002). *Dare we define user-interface design?*. *interactions*, 9(5), 19-24.
- Nielsen, J. (1994b). *Usability engineering*. Elsevier.
- Nielsen, J. (1994c). *Enhancing the explanatory power of usability heuristics*. In *Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 152–158). Boston, Massachusetts.
- Nielsen, J. (1995). *10 usability heuristics for user interface design*. Nielsen Norman Group.
- Nielsen, J., & Mack, R. L (eds.). (1994a). *Usability inspection methods*. New York, NY: John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-01877-5
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). *Heuristic evaluation of user interfaces*. In *Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 249–256). Seattle, Washington.
- Norman DA (1999) *Affordances, conventions and design*. *Interaction* 6(3):38–43. ACM Press. doi:10.1145/301153.301168
- Norman DA (2004) *Emotional design*. Basic Books, Cambridge
- Norman DA (2010) *Living with complexity*. MIT Press, Cambridge
- Norman, D. A. (1983a). *Design rules based on analyses of human error*. *Communications of the ACM*, 26(4), 254–258. <https://doi.org/10.1145/2163.358092>
- Norman, D. A. (1983b). *Design principles for human-computer interfaces*. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '83)* (pp. 1–10). New York, NY: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/800045.801571>
- Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York: Basic Books.
- Osiurak, F., Rossetti, Y., & Badets, A. (2017). *What is an affordance? 40 years later*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 77, 403-417.
- Painter-Morland, M. (2011). *Rethinking responsible agency in corporations: Perspectives from Deleuze and Guattari*. *Journal of Business Ethics*, 101(1), 83-95.
- Tosi, F. (2020). *Ergonomics and Design*. In *Design for Ergonomics* (pp. 3-29). Springer, Cham.

Abstract: Along with the advance in technology, it is possible to approach from design thinking aspects that were not thinkable within the professional profile: programming, digital and electronic prototyping are some dimensions that impact the design of interactive products that need to be handled at some level by those who intend to enter this niche market. For this reason, platforms such as Tinkercad, Arduino, and even multiple artificial intelligences have been added to the didactic strategies in the training of designers in various academies. The purpose of this work is to reflect on the implications of design thinking and interdiscipline within the interaction design framework for wearable technology. For this, a case of technology transfer from an academic exercise developed at the Autonomous University of Baja California will be reviewed. This project in which the intersection of ergonomics with interface design is observed, was presented in Paris Fashion Week 2022 and serves as an evidence to reflect about the redefinition of the borders of fashion design.

Keywords: wearable technology – interface – affordance – human-computer interaction – ergonomics.

Resumo: Junto com o avanço da tecnologia, é possível abordar a partir do design thinking aspectos que não eram impensáveis dentro do perfil profissional: programação, prototipagem digital e eletrônica são algumas dimensões que impactam o design de produtos interativos que precisam ser manuseados em alguns nível por quem pretende entrar neste nicho de mercado. Por esse motivo, plataformas como Tinkercad, Arduino e até mesmo inteligências artificiais múltiplas têm sido agregadas às estratégias didáticas na formação de designers em diversas academias. O objetivo deste trabalho é refletir sobre as implicações do design thinking e da interdisciplinaridade dentro da estrutura do design de interação para tecnologia vestível. Para isso, será analisado um caso de transferência de tecnologia de um exercício acadêmico desenvolvido na Universidade Autônoma de Baja California. Este projeto em que se observa a interseção da ergonomia com o design de interface, foi apresentado na Semana de Moda de Paris 2022 e serve como evidência para refletir sobre a redefinição das fronteiras do design de moda.

Palavras-chave: tecnologia vestível – interface – affordance – interação humano-computador – ergonomia.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por su autor]
