



EDICIÓN 18  
JULIO-DICIEMBRE 2023  
E-ISSN 2389-9794



Facultad de Ciencias Humanas y Económicas  
Sede Medellín



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

ARTÍCULO

Dossier “Procesos creativos y cognitivos  
en la digitalización cultural”

# Los cuerpos, el movimiento y las emociones en la interacción asistida por robots y personajes digitales, según la noción de *embodiment*

---

Andrea Cuenca-Botero



Edición 18 (Julio - diciembre de 2023)  
E-ISSN 2389-9794



# Los cuerpos, el movimiento y las emociones en la interacción asistida por robots y personajes digitales, según la noción de *embodiment*\*

 DOI: <https://doi.org/10.15446/rcpeha.n18.106073>

Andrea Cuenca-Botero\*\*

**Resumen:** las posibilidades de uso del término *embodiment* es una cuestión a problematizar para el diseño de experiencias en entornos virtuales, en el campo de la interacción humano-máquina (HCI), particularmente, en los procesos cognitivos mediados por personajes digitales, o en tecnologías asistidas. La consideración del *embodiment* como la comprensión del límite del cuerpo en la cognición no suele reconocer las posibilidades de habitar cuerpos no orgánicos como parte de la experiencia cognitiva. Por tanto, esta investigación buscó identificar experimentos que realizaran pruebas en interacciones en entornos virtuales involucrando el estudio del movimiento y las emociones de los participantes, en el uso de robots, de avatares y de prótesis. En las experimentaciones estudiadas se descubrieron cuatro nociones de las neurociencias necesarias para comprender el *embodiment* en entornos virtuales: la enacción mediada por la tecnología; la modulación emocional en la mimética facial; la ilusión de la bilocación corporal en cuerpos asistidos por dispositivos y humanoides, y el cuerpo virtual. Se concluyó como aporte al campo del diseño interactivo, que el *embodiment* se puede comprender como la práctica de

\* **Recibido:** 28 de noviembre de 2022 / **Aprobado:** 22 de junio de 2023 / **Modificado:** 7 de septiembre de 2023. Artículo de investigación sin financiación institucional desarrollado en la Escuela de Ingenierías, Ingeniería en Diseño de Entrenamiento Digital, Grupo de Investigación y Desarrollo de Aplicaciones en Tecnologías de la Información y la Comunicación (GIDATIC) de la Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín, Colombia).

\*\* Magíster en Diseño y Creación por la Universidad de Caldas (Manizales, Caldas). Profesora e investigadora en la Facultad de Artes, Departamento de Investigación, Grupo de Investigación Creación de la Fundación Universitaria Bellas Artes. Profesora del pregrado en Diseño Interactivo de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia)  <https://orcid.org/0000-0003-0314-1362>  [investigacion.disenio@bellasartesmed.edu.co](mailto:investigacion.disenio@bellasartesmed.edu.co)  
 [andrea.cuenca@gmail.com](mailto:andrea.cuenca@gmail.com)

Cómo citar / How to Cite Item: Cuenca-Botero, Andrea. "Los cuerpos, el movimiento y las emociones en la interacción asistida por robots y personajes digitales, según la noción de *embodiment*". *Revista Colombiana de Pensamiento Estético e Historia del Arte*, no. 18 (2023): 79-97. <https://doi.org/10.15446/rcpeha.n18.106073>



Derechos de autor: Atribución-  
NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)



encarnar experiencias en cuerpos protésicos y avatares, como forma humana de hacer presencia en entornos virtuales y como cognición corporizada asistida por tecnologías digitales.

**Palabras clave:** embodiment; interacción digital; cognición; corporizada; cuerpo; movimiento; emociones; interacción humano-máquina (HCI); diseño asistido por computador.

## **Bodies, Movement and Emotions in Interaction Assisted by Robots and Digital Characters, According to The Notion of Embodiment**

**Abstract:** the possibilities of the use of the term embodiment is a question to problematize for the design of experiences in virtual environments, in the field of human-computer interaction (HCI); particularly, in the cognitive processes mediated by digital characters, or assisted technologies. The conception of embodiment as the understanding of the limit of the body in cognition does not usually consider the possibilities of inhabiting non-organic bodies as part of the cognitive experience. Therefore, this research sought to identify experiments that carried out tests on interactions in virtual environments involving the study of the movement and emotions of the participants, in the use of robots, avatars and prostheses. In the experiments studied, four neuroscience notions necessary to understand embodiment in virtual environments were discovered: Enaction Mediated by technology; Emotional Modulation in facial mimetics; the Illusion of Body Bilocation in device-assisted and humanoid bodies, and the Virtual Body. It was concluded as a contribution to the field of interactive design, that embodiment can be understood as the practice of embodying experiences in prosthetic bodies and avatars, as a human way of making presence in virtual environments and as embodied cognition assisted by digital technologies.

**Keywords:** embodiment; digital interaction; cognition; embodied; body; motion; emotions; Human-Computer Interaction (IHC); Computer aided design.

## **Corpos, movimentos e emoções em interação auxiliados por robôs e personagens digitais, segundo a noção de corporeidade**

**Resumo:** as possibilidades do termo corporeidade são uma questão a problematizar para o design de experiências em ambientes virtuais, no campo da



interação humano-computador (IHC); particularmente, nos processos cognitivos mediados por personagens digitais, ou tecnologias assistidas. A consideração da corporeidade como a compreensão do limite do corpo na cognição geralmente não considera as possibilidades de habitar corpos não orgânicos como parte da experiência cognitiva. Portanto, esta pesquisa buscou identificar experimentos que realizaram testes de interações em ambientes virtuais envolvendo o estudo do movimento e das emoções dos participantes, no uso de robôs, avatares e próteses. Nos experimentos estudados, foram descobertas quatro noções de neurociência necessárias para compreender a corporeidade em ambientes virtuais: enação mediada pela tecnologia; modulação emocional em mimética facial; a ilusão de bilocação corporal em corpos humanóides e assistidos por dispositivos, e o corpo virtual. Concluiu, como contribuição para o campo do design interativo, que a incorporação pode ser entendida como a prática de incorporar experiências em corpos protéticos e avatares, como uma forma humana de marcar presença em ambientes virtuais e como cognição incorporada auxiliada por tecnologias digitais.

**Palavras-chave:** concretização; interação digital; conhecimento; corporificada; corpo; movimento; emoções; Interação Homem-Computador (IHC); Projeto auxiliado por computador.

## ¿Qué es cognición corporizada, para las disciplinas proyectuales como el diseño?

Cuando se propone analizar la interacción humano-máquina desde la experiencia del participante humano en la experimentación se hace necesario reconocer la relación entre cuerpo y movimiento, pensamiento y comportamiento, emociones y lenguaje. En esta cuestión se plantea el término *embodiment* como una noción vinculante para los diseñadores que indagan la cognición, la tecnología telemática y las experiencias humanas asistidas por dispositivos digitales. Para esbozar este planteamiento, se realizó una pesquisa en diferentes campos disciplinares que han hecho definiciones del *embodiment*, encontrando en la filosofía de la técnica su traducción como *encarnación*, que tiene su foco en el cuestionamiento a la ontología realista enfocada en la materialidad de la experiencia de cuerpo presente:



Cuestiono hasta qué punto los pensadores realistas han enfatizado las prácticas en las que los materiales fuera del cuerpo humano son fundamentales sobre aquellos en los que la personificación es el principal medio de práctica. Los pensadores de la ontología realista, sostengo, han descuidado *la encarnación* como el sitio principal de un compromiso con los detalles finos del mundo.<sup>1</sup>

En otros enfoques cognitivistas el término es traducido como *cognición corporizada* desde una comprensión sistémica y cibernética que considera al cuerpo como un todo del sistema cognitivo “el concepto no solo cambia la definición de cognición, también la noción de cuerpo y de mundo. El cuerpo ya no es el simple receptáculo de sensaciones producto del exterior, sino que es un sistema cognitivo en sí mismo”<sup>2</sup>. En los enfoques fácticos que derivan del trabajo del filósofo Otto Ape<sup>3</sup> se podría nombrar como *acto cognoscitivo corporal*, en tanto su condición de posibilidad del conocimiento

En el marco de su Antropología del conocimiento (...) Apel reflexiona acerca de aquello que formal y estructuralmente tienen en común las ciencias naturales y las ciencias humanas: la “tecnognomía”. Con este término, Apel intenta categorizar gnoseo-antropológicamente el hecho de que todo tipo de acto cognoscitivo o comprensivo del ser humano se halla corporalmente mediado, reconociendo de este modo el cuerpo, no como obstáculo, sino como condición de posibilidad del conocimiento.<sup>4</sup>

Así aparece el lugar del cuerpo sensible y pensante sin la fragmentación mente-cuerpo. El cuerpo se desplaza al lugar del conocimiento, como su *a priori*. Estos giros permiten evidenciar la complejidad y la amplitud que se requiere para la investigación de esta relación entre el cuerpo, la tecnología de los dispositivos robóticos y los modos de cognición. A este entramado se suma la postura crítica que, desde E. Husserl<sup>5</sup>, busca cuestionar la experimentación de la cognición corporizada en ambientes diseñados para la experimentación con artefactos digitales y sistemas

1. Ben Spatz, “Embodiment as First Affordance: Tinkering, Tuning, Tracking”, *Performance Philosophy* 2, no. 2 (2017): 258, <https://doi.org/10.21476/PP.2017.2261>

2. María-Clara Garavito, “Cognición corporizada y *embodiment*”, *Polisemia* 7, no. 11 (2011): 96, <https://doi.org/10.26620/uniminuto.polisemia.7.11.2011.96-102>

3. Laura Molina-Molina, “El cuerpo como *apriori* del conocimiento científico y el ‘giro hacia la facticidad’ de la Física contemporánea. Un diálogo de K.-O. Apel con y contra M. Heidegger”, *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, supl. 5 (2016): 457, <https://doi.org/10.6018/daimon/268591>

4. Molina-Molina, “El cuerpo”, 461.

5. Maxine Sheets-Johnstone, “Embodiment on trial: a phenomenological investigation”, *Continental Philosophy Review*, no. 48 (2015): 23-39, <https://doi.org/10.1007/s11007-014-9315-z>



interactivos, en la medida en que considera que la relación del cuerpo con el mundo y su cotidianidad puede distorsionarse en el diseño experimental cuando se reducen a bucles de tareas de laboratorio. La práctica de *encarnar* experiencias para estudiar la relación entre la cognición, y la corporalidad, en descuido con la concepción de Husserl, podría haber conllevado a que se omita la distinción del autor entre el cuerpo “Tengo” y el cuerpo “Yo soy”, y la manera en que estos para Husserl estos hacen presencia de manera diferenciada en la experiencia cotidiana.

El foco de la crítica en la experimentación sobre el *embodiment* como práctica de encarnación se centra en que los “circuitos cognitivos”<sup>6</sup> de tareas incorporadas dentro de ambientes diseñados para la investigación experimental, desconoce las posibilidades del cuerpo que “tengo” y el cuerpo que “soy” desde la experiencia subjetiva del participante. Así el concepto de *embodiment* presenta posturas críticas de orden teórico. Cuando el término es presentado en los contextos de las comunidades hispanohablantes, se encuentra relacionado con *tecnognomía*<sup>7</sup>, *encarnación*<sup>8</sup> *cuerpo virtual y acoplado*<sup>9</sup>, y el cuerpo como *posibilidad y condición* del conocimiento<sup>10</sup>. A la luz de lo anterior, es posible evidenciar la transformación del concepto de *embodiment*, a medida que es introducido en diversas lenguas y disciplinas; lo que puede dificultar el acercamiento del conocimiento del diseño a este fenómeno. Por tanto, su traducción al castellano para las disciplinas proyectuales requiere un estudio posterior que permita contrastar las nociones con enfoque experimental frente a las corrientes filosóficas y de corte teórico que han conducidos las distintas definiciones de corporalidad y de cognición como aquellas vinculadas a la fenomenología de E. Husserl y a la antropología del conocimiento de Otto Apel.

## La revisión de la evidencia experimental sobre *embodiment* para las disciplinas proyectuales

Las disciplinas proyectuales, como el diseño, están vinculadas con los procesos creativos de objetos y dispositivos, también de sistemas interactivos y formas de

6. La traducción del término “short-circuit” como “circuitos cognitivos” es un ajuste contextual del término anglosajón, comprendiendo este como la serie de tareas que componen un acto cognitivo corporizado orientado desde un ambiente experimental, como los presentados en el apartado siguiente.

7. Molina-Molina, “El cuerpo”, 463.

8. Spatz, “Embodiment”, 257.

9. Seçil Uğur, *Wearing Embodied Emotions: a Practice Based Design Research on Wearable Technology* (Milano: Springer, 2013), 7-31, <https://doi.org/10.1007/978-88-470-5247-5>

10. Molina-Molina, “El cuerpo”, 463.



tecnología digital que están relacionadas con la experiencia de las personas que asisten su cotidianidad con artefactos. Por tanto, su interés en el concepto de *embodiment* se encuentra direccionado a la comprensión de la interacción, por lo que el segundo apartado presenta los resultados de experimentaciones publicadas en bases de datos y en las revistas dedicadas a la publicación de experiencias investigativas sobre la interacción humano-máquina (HCI). Esta búsqueda incluyó los resultados identificados en bases de datos relacionadas con medicina, neurociencias y teatro como Springer, MIT Publications, PubMed y *Journal of Embodied Research*, ya que es una noción que reúne varios campos del estudio de la interacción humano-máquina como la ergonomía cognitiva, la cibernética, las artes escénicas y las neurociencias. Gracias a estas, se incluyeron publicaciones desde la danza contemporánea y la neurofisiología<sup>11</sup> que abordaron la categoría de *embodiment* o *embodied knowledge* como fenómeno que intersecta la relación entre el cuerpo, el movimiento, la interacción y la tecnología digital en el estudio de la cognición, en el marco de la Teoría de la Enacción<sup>12</sup> que es una, de las posibles aproximaciones epistemológicas planteadas por las investigaciones en el campo.

Gracias a la diversidad de fuentes consultadas, se consideró apropiado para las disciplinas proyectuales, hacer uso del término Cognición Corporizada como sinónimo de *embodiment*, a partir del texto de María Garavito<sup>13</sup> que fue referenciado en otros estudios de investigación aplicada reciente en lengua castellana<sup>14</sup>. También se encontró que pocos proyectos mencionaban la vinculación del acto cognitivo corporizado con la interacción humano-máquina en un ambiente experimental diseñado. Así mismo, se encontraron algunas publicaciones desde las artes escénicas que cuestionaban la necesidad de la mediación tecnológica (HCI) permanente<sup>15</sup>. Dado que, para las disciplinas proyectuales como el diseño, los casos experimentales en

11. Sun Joo (Grace) Ahn, Amanda Minh Tran Le y Jeremy Bailenson, "The Effect of Embodied Experiences on Self-Other Merging, Attitude, and Helping Behavior", *Media Psychology* 16, no. 1 (2013): 7-38, <https://doi.org/10.1080/15213269.2012.755877>; Stephan Jürgens y Carla Fernandes, "Visualizing Embodied Research: Dance Dramaturgy and Animated Infographic Films", *Journal of Embodied Research* 1, no. 1 3 (2018): 27-41, <https://doi.org/10.16995/jer.4>; Paula M. Niedenthal et al., "The Simulation of Smiles (SIMS) model: Embodied simulation and the meaning of facial expression", *Behavioral and Brain Sciences* 33, no. 6 (2010): 417-433, <https://doi.org/10.1017/S0140525X10000865>

12. Francisco Varela, Eleanor Rosch y Evan Thompson, *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience* (Cambridge: The MIT Press, 1992).

13. Garavito, "Cognición", 96.

14. Cecilia Eyssartier y Mariana Lozada, "Conocimiento de plantas en niños de 10 a 12 años en ambientes urbanos: un estudio de caso de acuerdo con la perspectiva de la cognición corporizada (*embodiment*)", ponencia presentada en el I Encuentro Internacional de Educación, Universidad Nacional del Centro, Núcleo de Estudios Educativos y Sociales, Facultad de Ciencias Humanas, Tandil, Argentina, 29, 30 y 31 de octubre de 2014, <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/a986babd-d95c-49be-8259-843c9011324b>

15. Spatz, "Embodiment", 257.



la interacción humano-máquina (HCI), son fuentes que facilitan la inclusión del término *embodiment* para comprender los aspectos biomecánicos, comunicaciones y tecnológicos en las experiencias interactivas, se realizó un proceso adicional de estudio de las publicaciones. Para su elaboración se enlistaron los criterios basados participativos de la investigación experimental a través de prototipos interactivos para orientar al usuario en la resolución de una tarea determinada, como los indicados en los “métodos de evaluación centrados en el usuario”<sup>16</sup>. De acuerdo con los autores, los métodos de evaluación centrados en el usuario facilitan el estudio de la interacción del participante con el ambiente con el entorno tecnológico y con otros usuarios en un medio interactivo; se clasifican como presencial o remoto, formal o de guerrilla, test con prototipos de alta o baja fidelidad, y las variantes: test de codescubrimiento, de seguimiento ocular o *eyetracking*, y el test de lápiz y papel<sup>17</sup>. Estos métodos de evaluación ayudaron a la selección de referentes para abordar la reflexión sobre la interacción digital a la luz del concepto del *embodiment*. Gracias a estos, se procedió a definir los aspectos de análisis, a saber:

1. Reconocimiento de las prácticas de evaluación centradas en el usuario de carácter mixto, evitando privilegiar los resultados obtenidos de la medición de las señales neurofisiológicas y anatómicas sobre los relatos de los participantes y las notas de campo cualitativas.
2. Interpretaciones de los resultados con enfoque al diálogo, que reconozcan los aportes de las descripciones y relatos del usuario involucrado.
3. Uso de instrumentos de medición de las dimensiones antropométricas anatómicas, y neurofisiológicas de sus participantes.
4. Uso de imágenes, esquemas, diagramas para comunicar los ambientes experimentales, el uso de la tecnología y artefactos en el diseño experimental.
5. La ventana de tiempo de resultados recientes, se consideraron aquellos realizados 8 años atrás, partiendo del 2018.

A la luz de estos criterios se encontraron cinco publicaciones con evidencia experimental reciente, documentada de forma visual, con aportes descriptivos en el comportamiento del usuario, reconociendo su participación en el proceso creativo del experimento y el uso de instrumentos de medición de las señales corporales asociadas al experimento. A saber:

16. Amaia Calvo-Fernández-Rodríguez, Sergio Ortega-Santamaría y Alicia Valls-Saez, *Métodos de evaluación con usuarios* (Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2011), [https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/9861/4/PID\\_00176614.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/9861/4/PID_00176614.pdf)

17. Calvo-Fernández-Rodríguez, Ortega-Santamaría y Valls-Saez, *Métodos*, 9.



1. Los modelos de simulación de la expresión facial en el proyecto titulado “the simulation of smiles SIMS model”<sup>18</sup>.
2. Los entornos de simulación mediada como “IVET”<sup>19</sup>.
3. La animación infográfica presentada por “Black Box Art”<sup>20</sup>.
4. El audiovisual como modo de registro de las experiencias de *embodiment*<sup>21</sup>.
5. Los ambientes para explorar los modelos corporales a través de nociones como la “Self-attribution”<sup>22</sup>.
6. El diseño de circuitos de testeo de la “ilusión bilocación” en humanos y robots en el experimento “The second me”<sup>23</sup>.
7. El diseño de sistemas interactivos para el *embodiment* como tecnología para el vestir bajo la categoría de “Wearables”<sup>24</sup>.

Estos proyectos presentaron hallazgos y documentación de experimentaciones que pueden aportar al estudio del *embodiment* para las disciplinas proyectuales como el diseño, desde su relación con la interacción humano-computador (HCI).

## Resultados y aportes al concepto de *embodiment* para el diseño y otras disciplinas proyectuales

En los experimentos que fueron analizados, se encontraron cuatro nociones sobre la cognición corporizada como sinónimo de *embodiment*, que hacen pueden facilitar su uso en disciplinas proyectuales como el diseño, con datos recientes y hallazgos experimentales en el campo: (1) la enacción mediada, (2) la bilocación corporal (3) la modulación emocional, y (4) el cuerpo virtual. Se habla de cuerpo virtual, cuando el interactor humano hace vínculo sensomotor con un avatar o una entidad capaz de representar en sus patrones de movimiento o de expresión audiovisual a través de elementos virtuales o físicos que hacen posible que dicho interactor se identifique a sí mismo en la extensión corporal acoplada por el avatar o una prótesis, un robot o una adaptación cibernética. La *enacción mediada* hace

18. Niedenthal et al., “The Simulation”, 417-433.

19. Ahn, Minh Tran Le y Bailenson, “The Effect”, 7-38.

20. Jürgens y Fernandes, “Visualizing”, 27-41.

21. Ben Spatz, “The video way of thinking”, *South African Theatre Journal* 31, no. 1 (2018): 146-154, <https://doi.org/10.1080/10137548.2017.1414629>

22. Laura Aymerich-Franch y Gowrishankar Ganesh, “The role of *functionality* in the body model for self-attribution”, *Neuroscience Research* 104 (2016): 31-37, <https://doi.org/10.1016/j.neures.2015.11.001>

23. Laura Aymerich-Franch, “Is mediated embodiment the response to embodied cognition?”, *New Ideas in Psychology* 50 (2018): 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2018.02.003>

24. Uğur, *Wearing*, 61-74.



referencia al acto cognitivo corporizado que es asistido por alguna tecnología que facilita la relación sensoriomotora del usuario con el sistema informático, está vinculado con el concepto de interfaz o *interface* en inglés. Mientras que, la *modulación emocional* es un término que permite estudiar la incidencia de la expresión facial en la dimensión comunicacional entre un humano y un sistema interactivo, gracias a la cantidad y a la calidad en la información que transmite la capa expresiva del rostro y sus microexpresiones. En cuanto a la ilusión de la *bilocación* corporal está asociada a los *modelos corporales* de la experiencia del cuerpo y el espacio en que se contiene y habita. Propone que hay interacciones digitales en las que la cognición corporizada hace posible percibir para el humano el desplazamiento del cuerpo físico por fuera los límites que ha establecido en su modelo mental. Esta noción es importante para estudiar, desde el diseño, las relaciones de las personas con los avatares en ambientes de socialización como la plataforma VR CHAT o en el uso de tecnologías de realidad virtual para la inmersión, en donde se transforma la representación del yo localizada en el cuerpo físico, como criterio conceptual en el diseño de procesos experimentales que involucran a la cognición corporizada.

## Descripciones de las cuatro nociones identificadas para la comprensión del *embodiment* en las disciplinas proyectuales como el diseño

### La enacción mediada

Este concepto se enmarca en la mediación de dispositivos digitales como los lentes de realidad virtual, con los cuerpos físicos de los interactores, el movimiento y las emociones en los experimentos sobre cognición enactiva que interviene en sistemas informáticos interactivos. Los ambientes experimentales de los proyectos estudiados para entender la enacción mediada integraron en sus métodos, algunas prácticas de evaluación centradas en el usuario, estas se caracterizan por incluir en los resultados los datos obtenidos de la medición de las señales neurofisiológicas y anatómicas, así como los datos obtenidos de los relatos sobre las emociones e interacciones de los participantes a través de notas de campo, registros audiovisuales y entrevistas. Un ejemplo es el proyecto *mediated embodiment process* de Laura Aymerich-Franch<sup>25</sup>. En este se hace visible el uso de *rastreo ocular/eyetracking* sobre un casco de realidad

25. Laura Aymerich-Franch, "Is mediated embodiment the response to embodied cognition?", *New Ideas in Psychology* 50 (2018): 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2018.02.003>





Esto aportó a la comprensión del movimiento del cuerpo y uso de tecnologías para la interacción humano-máquina en el diseño de ambientes experimentales, en cuanto considerar diversos modos de recopilación de los relatos de los participantes para identificar criterios en el diseño de sistemas de *embodiment* mediado, como la noción de “Technical commonalities used by mediated embodiment systems”<sup>27</sup>. Las referencias técnicas del cuerpo en los sistemas enactivos mediados son, de acuerdo con este proyecto, la realimentación sensorial visual, auditiva y háptica, y la agencia enfocada en el movimiento de la cabeza y el control corporal<sup>28</sup>.

## La bilocación corporal

Este fenómeno hace referencia, en el marco del estudio de la corporalidad desde un enfoque cognitivista, a la posibilidad del participante en un ambiente de enacción mediada por robots y personajes digitales, de dar cuenta de la existencia de sí, gracias al vinculación protésica con un modelo corporal o *body model*, que es el artefacto físico y digital que permite agenciar la experiencia, así como atribuirle significados a su yo artefactual y, por tanto, aceptar la cambiante relación con el mundo mediado por dispositivos. El carácter dinámico de este modelo corporal se remite al deseo de explorar el ambiente, al ajuste constante entre el cuerpo-soy y el cuerpo-tengo que ocurre de forma fluida en la experiencia presente.

La bilocación corporal en el uso de la tecnología de realidad virtual, por ejemplo, permite el reconocimiento de las extremidades propias y del otro, entender las expresiones de vinculación con el mundo y los personajes digitales como la sonrisa, también las percepciones de los estados basales de los órganos a través de la respiración, así como los estados del paisaje emocional al experimentar las sensaciones de logro luego de bailar junto al personaje del juego de realidad virtual *First Step*, o el miedo producido por la sensación de vértigo en las alturas de una simulación de un rascacielos en un videojuego de simulación.

27. Technical commonalities used by mediated embodiment systems to create the sense of embodiment. Traducción sugerida: referentes técnicos comunes utilizados por los sistemas de *embodiment* mediados para facilitar el sentido de la cognición corporizada.

28. Aymerich-Franch, “Is mediated embodiment”, 1-5.



**Figura 2.** El movimiento de las manos bilocadas en un modelo corporal



Ejemplo de la bilocación en el juego *First Step* 2021.

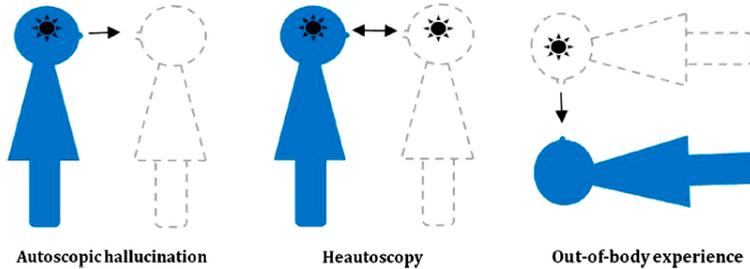
Fuente: Imagen de autoría de la compañía Facebook, del grupo Meta Quest, recuperada de la red social Facebook.

Este ejemplo se analizó gracias al marco de referencia presentado en dos proyectos que optaron por indagar el *embodiment* a través de la noción de “*self-attribution*” o “atribución del yo”<sup>29</sup>. Aymerich-Franch y Ganesh proponen que la propiedad sobre el cuerpo, el cuerpo tengo o modelo corporal es definitivo en la identificación de la persona con su “yo”, ya que le permite situarse en el mundo y establecer formas de aprehensión que armonizan con los modos de representación elaborados a partir del sentido de propiedad de la corporalidad. Entonces, las manos fisiológicas de un jugador, modeladas de manera gráfica en un ambiente de realidad como en *First Step*, logran coincidir con el comportamiento sensomotor del usuario, por tanto, le permite explorar el mundo virtual. Esta sincronía puede lograr que las manos del avatar pertenezcan al modelo corporal del jugador. Para los diseñadores, esto significa que es posible, en el diseño de la interacción humano-máquina *desplazar el sentido de propiedad* del cuerpo a objetos externos y llevar la interacción devuelta al cuerpo biológico incorporando las experiencias como parte de sí mismo. Estas afirmaciones se sustentan en el experimento de la mano de goma de Aymerich-Franch y Ganesh<sup>30</sup> que permite comprender la bilocación corporal como ese desplazamiento de la propia corporalidad a objetos que pueden entrar a ser parte del modelo corporal.

29. Ahn, Minh Tran Le y Bailenson, “The Effect”, 7-38 y Aymerich-Franch y Ganesh, “The role”, 3.

30. Aymerich-Franch y Ganesh, “The role”, 3

**Figura 3.** Esquema de representación de la bilocación corporal



Fotomontaje sobre el experimento de la ubicación e identificación corporal.

Fuente: Tiziano Furlanetto, Cesare Bertone y Cristina Becchio, "The bilocated mind: new perspectives on self-localization and self-identification", *Frontiers in human neuroscience* 7, no. 71 (2013), <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00071>

Existen términos complementarios a la bilocación corporal, como *autoscopic hallucination*, *heautoscopy*, *out-of-body-experience*. Estas proponen diferentes formas de conceptualizar las experiencias de interacción del cuerpo expandido, desde el punto de vista del usuario y su relación con los artefactos de mediación, el espacio, el tiempo, la agencia posibilitada en la mediación virtual; así como las diversas representaciones de la corporalidad como la dualidad mente-cuerpo, la ubicación adentro-afuera, el cuerpo soy y el cuerpo-tengo.

## La modulación emocional en el modelo SIMS

Hasta este punto, la mediación tecnológica se ha presentado como un aspecto relevante en la investigación aplicada sobre *embodiment*. No obstante, desde el punto de vista metodológico existen informaciones sobre el acto cognitivo corporal que se pueden fundamentar desde la evidencia anatómica, ya que aportan información válida y numerosa sobre la agencia de la persona que participa como la sonrisa, la mirada y las variaciones de las micro expresiones faciales, que facilitan estudiar el rol de las emociones, el cuerpo y el movimiento en la interacción asistida por robots y personajes digitales. En el proyecto del modelo "SIMS"<sup>31</sup> se muestra a través de la caracterización de las sonrisas (de gozo, de dominancia, de amenaza) la importancia de su estudio con la vinculación al comportamiento fisiológico de la estructura neuronal, la amígdala, la glándula basal, el córtex prefrontal, el sistema motor y el sistema somatosensor. Este modelo, que incluye

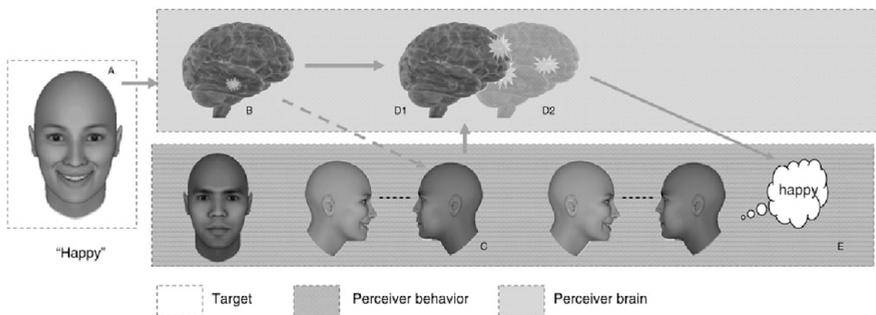
31. Niedenthal et al., "The Simulation", 421. The Simulation of Smiles (SIMS).





la neuroanatomía de estos fenómenos corporales, contribuye al estudio sobre los modos en que el participante da sentido o atribuye significados al gesto. El modelo SIMS aportó a la relación entre el cuerpo, el gesto, el aprendizaje y la a través de la medición de señales musculares y neurológicas para entender la noción de *mimética facial/mimicry facial*, que en las neurociencias se define como la imitación de la sonrisa o la coincidencia muscular con la sonrisa de otra persona por parte de un observador<sup>32</sup>. Para comprender la fisiología y neuroanatomía de este fenómeno, el diseño del experimento usó las grabaciones electromiográficas (EMG) sobre el músculo cigomático mayor cuando el usuario del sistema interactivo observaba personajes virtuales<sup>33</sup>.

**Figura 4.** Mediciones neurológicas del Modelo SIMS



Fotomontaje sobre el modelo SIMS.

Fuente: Niedenthal *et al.*, "The Simulation", 421.

Desde el concepto de mimética facial y su medición experimental sobre la musculatura para comprender la interacción con un sistema informático representado por un personaje digital humanizado se pudo reconocer la necesidad de incluir mediciones antropométricas que permitan estudiar aspectos relacionados con la producción de significados a partir de la interdependencia entre el movimiento, el tejido muscular y las emociones subyacentes en los procesos cognitivos para la aprehensión del entorno virtual. En el modelo SIMS (Niedenthal *et al.*, 2010)

32. Niedenthal *et al.*, "The Simulation", 421.

33. "For instance, electromyographic (EMG) recordings reveal that when individuals view a smile, their zygomaticus major muscle contracts, usually within 500 milliseconds after the onset of the stimulus (Dimberg & Thunberg 1998). Mojzisch *et al.* (2006) similarly demonstrated that observers automatically mimic smiles expressed by virtual characters in dynamic animations, as did Hess and Bourgeois (in press) in an interactive live setting (see also a review in Hess *et al.* 1999). Automatically mimicking a smile interferes significantly with simultaneously production of an incongruent facial expression, such as anger (Lee *et al.* 2007)" citado en Niedenthal *et al.*, "The Simulation", 421.



las mediciones antropométricas permitieron comprender la manera en que el usuario del sistema interactivo elabora juicios y conceptos semánticos a partir de la interpretación de los distintos propósitos que puede tener la gesticulación facial, incluso en un modelo 3D de personaje con características humanas. Esta experimentación también permite aclarar, desde un enfoque cognitivista basado en la experiencia activa, la relación de causalidad entre el gesto anatómico, la dinámica neurológica, las informaciones procesadas del ambiente, la atribución de significados y el comportamiento. Así se evidenció en las mediciones:

La coincidencia de la información visual con las representaciones perceptivas almacenadas todavía ocurre en las cortezas occipito-temporales (D10), y las regiones premotoras pueden estar débilmente activas (D20), lo que refleja el procesamiento de un bucle de motor “as-if”. Nuevamente, las asociaciones semánticas, que requieren la participación de la corteza prefrontal (E0), serían necesarias para un juicio específico de significado (F0).<sup>34</sup>

El funcionamiento anatómico sobre las representaciones y su almacenamiento en las cortezas<sup>35</sup> evidencian que el criterio sobre la medición de las señales neurofisiológicas del cuerpo es fundamental para el estudio del *embodiment*, con un gran potencial en el diseño de interfaces cerebrales o *brain interfaces*; ya que permite contar con resultados para establecer la posible interdependencia entre la anatomía del movimiento, la percepción y la formación de conceptos, la identificación del entorno, del otro, y el sentido de la corporalidad en las interacciones realizadas.

## El cuerpo virtual

De acuerdo con las experiencias de diseño de sistemas interactivos mediados por tecnologías para el vestir con posibilidades de control como los lentes de realidad virtual, los guantes hápticos, los sensores tipo *Kinectic*, los controles inalámbricos de las consolas de videojuegos, las cámaras de punto de vista subjetivo, son algunos de los artefactos que se estudian dentro de la categoría de “Wearables”<sup>36</sup> y que posibilitan experiencias de *embodiment*. En estas experiencias, los interactores

34. Niedenthal *et al.*, “The Simulation”, 429. Traducción de la autora.

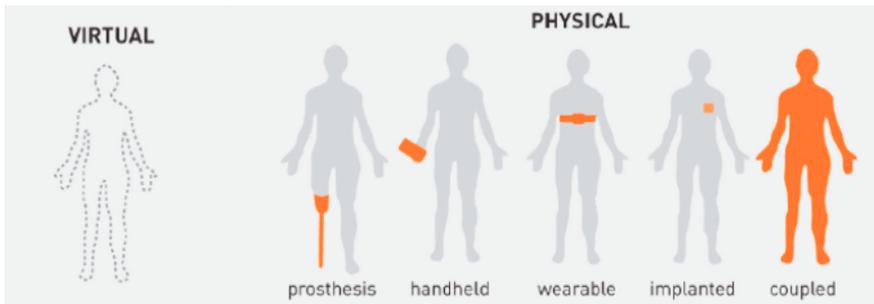
35. “Matching of visual input to stored perceptual representations still occurs in occipito-temporal cortices (D10), and premotor regions may be weakly active (D20), reflecting the processing of an as-if motor loop. Again, semantic associations, requiring involvement of prefrontal cortex (E0), would be necessary for a specific judgment of meaning (F0)” en Niedenthal *et al.*, “The Simulation”, 429. Traducción de la autora.

36. Uğur, *Wearing*, 61-74.



pueden vincular la experiencia corporal con un segundo cuerpo virtual, con una extensión o expansión, con la agencia sobre un avatar con características similares al movimiento del cuerpo orgánico y de esta manera, proponer una relación con el ambiente experimental.

**Figura 5.** Las extensiones del cuerpo humano, mediadas tecnológicamente



Modelos de extensiones del cuerpo humano, lo físico y lo virtual.

Fuente: Uğur, *Wearing*, 61-74.

Estas posibilidades de relación corporal en los sistemas interactivos como el cuerpo virtual, el cuerpo protésico, el cuerpo con tejidos/órganos implantados, el cuerpo acoplado, y el cuerpo vestible responden a la fluidez de las características técnicas en los sistemas telemáticos a los que pertenecen, por tanto, son contextuales y su morfología está basada en las soluciones disponibles para la transmisión temporal de información, en la plasticidad de la composición de los datos, en la naturaleza variable del modelado de las señales, que en conjunto pueden representar algún fenómeno de la corporalidad física en un entorno informacional. La corporalidad virtual se plantea de manera contextual e histórica, en el marco de los sistemas interactivos, considerando su naturaleza dinámica gracias a la necesidad de acople de la persona con artefactos a la medida de su cuerpo que activen la agencia sobre el ambiente virtual, los cuales pueden variar en el tiempo, y en los territorios donde se introducen estas tecnologías. Los personajes digitales y los robots, en el marco de los experimentos revisados, usaron modelos análogos de goma, lentes de realidad virtual, modelado de las manos en 3D, cascos de medición de señales electromiográficas, cableado digital, cámaras de video, conexiones inalámbricas soportando la mediación digital. A menudo, estos artefactos cambiantes vinculados al cuerpo son diseñados desde ejercicios de proyectación de diseño de vestuario que entiende su transformación artefactual como propone Claudia Fernández:



(...) Entender el cuerpo como un proyecto, como un elemento en constante construcción, definición y redefinición. Sobre esta base, las mayores aproximaciones vienen del *embodiment* en el movimiento y en la acción de un producto: la construcción del vestido a partir del movimiento y la transformación del cuerpo.<sup>37</sup>

Esta noción del cuerpo virtual entendido como un lugar informacional, artefactual, interactivo y temporal de la experiencia subjetiva, dinámica y vinculante del interactor da la posibilidad de considerar la subcategoría de “weareble” como elemento de transformación de las corporalidades desde la posibilidad de habitar el cuerpo vestido y el cuerpo virtual.

## Conclusiones

El cuerpo virtual como cierre del análisis sobre la cognición corporizada se suma a los hallazgos anteriores: la bilocación corporal, la mimética facial, la enacción mediada. Este conjunto de nociones permite problematizar a las disciplinas proyectuales como el diseño, la manera en que sucede la relación con el mundo mientras se habitan entornos virtuales gracias a la interacción asistida por robots y personajes digitales. Esta revisión y análisis posibilitó identificar aspectos experimentales para estudiar la cognición corporizada como las mediciones de las señales neuro-anatómicas y basales, las micro-expresiones faciales y las emociones, la atribución del yo en la proyección del cuerpo y los artefactos que posibilitan la mediación del cuerpo vestido con las experiencias virtuales. En complemento a los hallazgos experimentales, se puede controvertir las tendencias materialistas, gracias a las reflexiones teóricas de corte crítico presentadas en el primer apartado, pues permiten cuestionar los modos de representación presentes en los experimentos como la distinción entre el “cuerpo soy” y el “cuerpo tengo”, el cuerpo virtual y el cuerpo acoplado, o la corporización del conocimiento en “corto-circuitos” de tareas.

Se espera que este entramado sobre la interacción humano-máquina, consideradas desde varios puntos de vista enfocados a las disciplinas proyectuales faciliten las investigaciones sobre *embodiment* y el diseño de interfaces digitales con foco a la

37. Claudia Fernández, “¿Puede el diseño del vestir superar la estandarización de los cuerpos?”, *Utadeo* (página web), 3 de noviembre de 2016, <https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/destacadas/artes-y-diseño/33/puede-el-diseño-del-vestir-superar-la-estandarización-de-los-cuerpos>



problematización del cuerpo, las emociones, el movimiento, los artefactos mediadores en los entornos virtuales como la realidad aumentada, los juegos inmersivos, y diversas expansiones de la experiencia humana, desde un enfoque con elementos críticos y puntos de convergencia entre los conceptos. Este estudio concluye con el descubrimiento de nociones que facilitan el entendimiento de las complejidades en el diseño de las soluciones técnicas que resuelven la espacialidad y la sensorialidad en los sistemas informacionales digitales, pero también reconociendo que existe una experiencia cognitiva en las técnicas de las artes escénicas que es clave para comprender en el diseño de las interacciones humanas y las máquinas, que son aún no son reconocidas como parte sustancial en el diseño de los entornos virtuales.

## Bibliografía

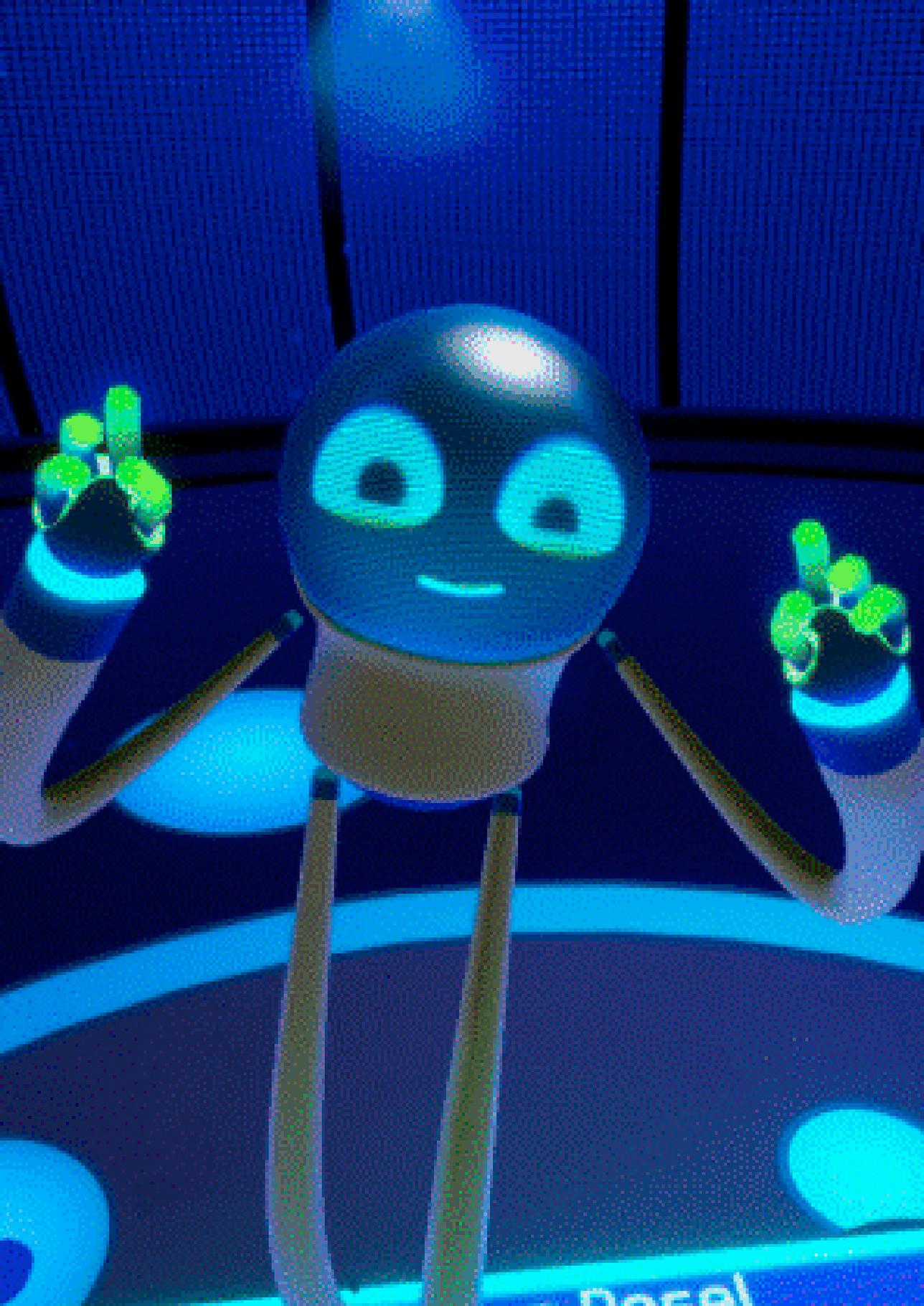
---

### Fuentes secundarias

- [1] Ahn, Sun Joo (Grace), Amanda Minh Tran Le y Jeremy Bailenson. “The Effect of Embodied Experiences on Self-Other Merging, Attitude, and Helping Behavior”. *Media Psychology* 16, no. 1 (2013): 7-38. <https://doi.org/10.1080/15213269.2012.755877>
- [2] Aymerich-Franch, Laura. “Is mediated embodiment the response to embodied cognition?”. *New Ideas in Psychology* 50 (2018): 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2018.02.003>
- [3] Aymerich-Franch, Laura y Gowrishankar Ganesh. “The role of functionality in the body model for self-attribution”. *Neuroscience Research* 104 (2016): 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2015.11.001>
- [4] Calvo-Fernández-Rodríguez, Amaia, Sergio Ortega-Santamaría y Alicia Valls-Saez. *Métodos de evaluación con usuarios*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2011. [https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/9861/4/PID\\_00176614.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/9861/4/PID_00176614.pdf)
- [5] Eyssartier, Cecilia y Mariana Lozada. “Conocimiento de plantas en niños de 10 a 12 años en ambientes urbanos: un estudio de caso de acuerdo con la perspectiva de la cognición corporizada (embodiment)”. Ponencia presentada en el I Encuentro Internacional de Educación, Universidad Nacional del Centro, Núcleo de Estudios Educativos y Sociales, Facultad de Ciencias Humanas, Tandil, Argentina, 29, 30 y 31 de octubre de 2014. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/a986babd-d95c-49be-8259-843c9011324b>



- [6] Fernández, Claudia. “¿Puede el diseño del vestir superar la estandarización de los cuerpos?”. *Utadeo* (página web), 3 de noviembre de 2016. <https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/destacadas/artes-y-diseno/33/puede-el-diseno-del-vestir-superar-la-estandarizacion-de-los-cuerpos>
- [7] Furlanetto, Tiziano, Cesare Bertone y Cristina Becchio. "The bilocated mind: new perspectives on self-localization and self-identification". *Frontiers in human neuroscience* 7, no. 71 (2013). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.0007>
- [8] Garavito, María-Clara. “Cognición corporizada y *embodiment*”. *Polisemia* 7, no. 11 (2011): 96-102. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.polisemia.7.11.2011.96-102>
- [9] Jürgens, Stephan y Carla Fernandes. “Visualizing Embodied Research: Dance Dramaturgy and Animated Infographic Films”. *Journal of Embodied Research* 1, no. 1 3 (2018): 27-41. <https://doi.org/10.16995/jer.4>
- [10] Molina-Molina, Laura. “El cuerpo como apriori del conocimiento científico y el ‘giro hacia la facticidad’ de la Física contemporánea. Un diálogo de K.-O. Apel con y contra M. Heidegger”. *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, supl. 5 (2016): 457-466. <https://doi.org/10.6018/daimon/268591>
- [11] Niedenthal, Paula, Martial Mermillod, Marcus Maringer y Ursula Hess. “The Simulation of Smiles (SIMS) model: Embodied simulation and the meaning of facial expresión”. *Behavioral and Brain Sciences* 33, no. 6 (2010): 417-433. <https://doi.org/10.1017/S0140525X10000865>
- [12] Sheets-Johnstone, Maxine. “Embodiment on trial: a phenomenological investigation”. *Continental Philosophy Review*, no. 48 (2015): 23-39. <https://doi.org/10.1007/s11007-014-9315-z>
- [13] Spatz, Ben. “Embodiment as First Affordance: Tinkering, Tuning, Tracking”. *Performance Philosophy* 2, no. 2 (2017): 257-271. <https://doi.org/10.21476/PP.2017.2261>
- [14] Spatz, Ben. “The video way of thinking”. *South African Theatre Journal* 31, no. 1 (2018): 146-154. <https://doi.org/10.1080/10137548.2017.1414629>
- [15] Uğur, Seçil. *Wearing Embodied Emotions: a Practice Based Design Research on Wearable Technology*. Milano: Springer, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-5247-5>
- [16] Varela, Francisco, Eleanor Rosch y Evan Thompson. *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge: The MIT Press, 1992.



Novel