

ISSN 2007-1620

Humanitas

Universidad Autónoma de Nuevo León
Anuario del Centro de Estudios Humanísticos

Año 47, Núm. 47, Vol. I
Enero-Diciembre 2020

Filosofía



UANL®

¿HASTA DÓNDE LLEGA EL ESQUEMA CORPORAL? ESQUEMA CORPORAL EXTENDIDO

HOW FAR DOES THE BODY SCHEME GO? EXTENDED BODY SCHEMA

Gerónimo de José Rangel Martínez*

Resumen: El objetivo de este trabajo es el de defender la idea de que el esquema corporal de los sujetos puede extenderse más allá del cuerpo físico, esto es, que artefactos externos como herramientas pueden ser parte de dicho esquema corporal. Para sostener esta tesis se propone una nueva definición de esquema corporal, la cual parte de señalar que el esquema corporal como una representación sensoriomotora sub-personal es una condición necesaria, mas no suficiente, buscando incluir una condición suficiente, a saber, la interacción con el medio. Estos elementos en conjunto, propician la generación y modificación del esquema corporal y, en consecuencia, su extensión.

Palabras clave: esquema corporal, extensión, ecológico, externalismo, sensoriomotor.

* Licenciado en filosofía y maestrante en ciencias cognitivas por la UAEM. Investiga en áreas de filosofía de las ciencias cognitivas y filosofía de la mente, así como también en metafísica y ontología, epistemología naturalista y filosofía de la biología. Correo electrónico: geronimo.rang@gmail.com.

Abstract: This work aims to uphold that a subject's body schema can be extended beyond their physical body, that is, that external artifacts, such as tools, can be a part of said body schema. To support this thesis a new definition of "body schema" is proposed, one that starts by pointing out that body schema as a sub-personal sensorimotor is a necessary condition, albeit not a sufficient one, besides pursuing to include environmental interactions as a sufficient condition. Together, these elements favor the generation and modification of body schema and, consequently, its extension.

Keywords: body schema, extension, ecological, externalism, sensory-motor.

Introducción

EL OBJETIVO DE ESTE TRABAJO es el de mostrar que el esquema corporal se extiende más allá de las fronteras físicas del cuerpo humano. Para argumentar en favor de esta tesis sostendré que el esquema corporal, en virtud de su constitución e interacción con el medio, tiende a incluir objetos ajenos al cuerpo de quien lo posee, propiciando la extensión del mismo.

El texto se divide en tres partes. En primer lugar, abordaré qué es el esquema corporal, ofreciendo una definición retomada de la literatura existente sobre el tema; en un segundo momento, analizaré el planteamiento de la división entre lo externo y lo interno; por último, a partir de las dos secciones previas, concluiré que es posible que el esquema corporal de un sujeto se extienda más allá de los límites de su cuerpo.

Es importante notar que hay varias discusiones filosóficas que subyacen al tema del esquema corporal y su extensión. Podemos notar que la tradición fenomenológica ha explotado prolíficamente la reflexión sobre la corporeidad, yendo desde la corporeidad misma, hasta la corporeidad en acción. Es en este campo donde me suscribiré a la postura de Merleau-Ponty respecto a su análisis del ciego y su bastón, para dar lugar a la posibilidad de la modificación del esquema corporal desde un punto de vista fenomenológico.

La extensión de capacidades cognitivas, como la memoria, es un tema de estudio ampliamente discutido en el marco de las ciencias cognitivas, en especial en aquellas que adoptan un punto de vista corporizado de la cognición. Así, la tesis de la mente extendida, originalmente propuesta por Andy Clark y David Chalmers, y actualmente endorsada por diversos filósofos de las ciencias cognitivas como Kim Sterelny, constituye el marco teórico que permitirá dar paso a la comprensión del esquema corporal no como un fenómeno que se ciñe a las fronteras de la piel, sino como uno que está intrínsecamente

ligado al medio de los agentes en virtud de su desarrollo ontogenético.

En consecuencia, la postura que se presenta aquí puede ser descrita como un externalismo activo respecto al esquema corporal, y desde un marco más general, como externalista sobre la cognición, dando lugar a las teorías que se han agrupado bajo la etiqueta “Cognición 4E”, donde se encuentran perspectivas corporizadas, extendidas, enactivas y embebidas.

Definiendo el esquema corporal

Imagen corporal y esquema corporal

La idea de esquema corporal ha sido ampliamente discutida para lograr una buena comprensión de lo que es¹. Una de las principales aclaraciones que se tiene que hacer respecto a este tema, es que en la literatura usualmente se ha tomado el esquema corporal y la imagen corporal como fenómenos difíciles de disociar, y que abordar uno de los dos, difícilmente no implica mencionar al otro de forma superficial al menos. Por lo que para tener una buena comprensión de lo que es el esquema corporal, es pertinente iniciar distinguiéndolo de la imagen corporal.

La imagen corporal es la representación del propio cuerpo, resultado de las impresiones sensoriales que el sujeto tiene del mismo, de esta forma, el sujeto logra generar una imagen consciente de sí mismo, la cual está dirigida a la identificación y al reconocimiento perceptual. Así, el hecho de que se trate de una imagen consciente, dota de carga conceptual dichas imágenes².

¹ Massimo Cuzzolaro, Secondo Fassino y Massimo Cuzzolaro, eds., *Body Image, Eating, and Weight: a Guide to Assessment, Treatment, and Prevention* (Cham, Switzerland: Springer, 2018).

² Stephen Gadsby, “Body Representations and Cognitive Ontology: Drawing the Boundaries of the Body Image,” *PsyArXiv* (Julio 2019); Shaun Gallagher, “Why the Body Is Not in the Brain,” en *Bodies in Action and Symbolic Forms: Zwei Seiten Der Verkörperungstheorie*, eds. Horst Bredekamp, Marion Lauschte y Alex Arteaga

Por otro lado, el esquema corporal se ha manejado como la representación sensoriomotora del cuerpo, la cual está destinada a la acción. Junto con esto se le han hecho una serie de aclaraciones, con la finalidad de lograr disociarla de la imagen corporal, tales como

- a) que no se trata de una representación consciente y por eso carece de contenido conceptual y es sub-personal;
- b) debido a que se trata de algo inconsciente es impersonal, por lo tanto, a diferencia de la imagen corporal, no es posible predicar de él como ser mío;
- c) funciona de una forma holista y unificada, es decir, lo que afecta a una parte del esquema corporal se manifiesta en la reacción del esquema en su totalidad;
- d) por último, no es posible separar el esquema corporal del entorno en el que se encuentra, pues ambos interactúan constantemente generando cambios el uno sobre el otro.³

Un par de ejemplos que pueden ilustrar la relación entre esquema e imagen corporal, provienen de padecimientos mentales como la dismorfia corporal y el de Alicia en el país de las maravillas. Los sujetos que sufren el primer desorden suelen tener alteraciones en el esquema corporal, lo que ocasiona que se comporten de tal manera que les resulta difícil hacer estimaciones adecuadas de las dimensiones de su propio cuerpo,

(Berlin: De Gruyter, 2012), 273-288; Víctor Pitron y Frédérique De Vignemont, "Beyond Differences between the Body Schema and the Body Image: Insights from Body Hallucinations," *Consciousness and Cognition* 53 (Agosto 2017): 115-121.

³ Frederique De Vignemont, "Body Schema and Body Image—Pros and Cons," *Neuropsychologia* 48, no. 3 (Febrero 2010): 669-680; Shaun Gallagher, "Body Image and Body Schema," en *The Oxford Companion to Consciousness*, ed. Tim Bayne, Axel Cleeremans y Patrick Wilken (Oxford: Oxford University Press, 2014), 117-119; Pitron y De Vignemont, "Beyond Differences," 115-21.

a pesar de tener una imagen corporal adecuada⁴. Por otro lado, los sujetos que padecen el segundo desorden suelen tener imágenes corporales no concordantes con las dimensiones que su cuerpo de hecho tiene, donde ellos perciben su cuerpo más grande de lo que lo harían en condiciones normales, pero sin que esto afecte a la ejecución de acciones⁵.

Lo anterior no descarta la posibilidad de que pueda haber determinadas condiciones en las que la imagen corporal afecte al esquema corporal, o viceversa, en especial teniendo en cuenta que los cambios que cada uno puede sufrir se dan a través de una larga exposición a diferentes tipos de estímulos⁶.

Podemos observar que, mientras la imagen corporal me ayuda a identificar mi mano derecha y saberla parte de mi cuerpo, el esquema corporal me permite usar esa mano para tomar una pieza de ajedrez dispuesta en el centro del tablero. Esta diferencia en cuanto a la función de cada una de estos modelos del cuerpo no es razón para excluir la posibilidad de que tengan efectos el uno sobre el otro, pues, como veremos más adelante, es posible generar modificaciones en el esquema corporal a partir de diferentes estímulos, entre los cuales se encuentra el cambio de la imagen corporal.

Condiciones necesarias y suficientes

Dado lo anterior, podemos identificar al esquema corporal, siguiendo a de Vignemont, como la representación sensoriomotora del cuerpo dirigida a realizar acciones exitosas en el medio. Esto quiere decir que no se trata de una

⁴ Katarina Ann Ferrucci, "Distortion in Body Schema: The Influence of Body Fat and Mass on Perceptions of Personal Size." *Senior Projects, Bard College* (Primavera 2017).

⁵ Douglas J. Lanska y John R. Lanska, "The Alice-in-Wonderland Syndrome," *Neurologic-Psychiatric Syndromes in Focus Part II - From Psychiatry to Neurology Frontiers of Neurology and Neuroscience* (2018): 142-150. <https://doi.org/10.1159/000475722>.

⁶ Kamila R. Irvine et al., "Distorted Body Image Influences Body Schema in Individuals with Negative Bodily Attitudes," *Neuropsychologia* 122 (Enero 2019): 38-50, <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.11.015>.

representación mental consciente, sino una que se encuentra a nivel sub-personal, es decir, al nivel de los mecanismos del sistema nervioso central y periférico que permiten su conformación. Ahora bien, a partir de lo dicho previamente sobre la conformación del esquema corporal y de que se trata de un proceso sub-personal, cabe plantear la cuestión de cuáles son las áreas del sistema nervioso de por medio en dicho proceso. La conformación del esquema corporal es el resultado del trabajo de integración de los estímulos provenientes de diferentes modalidades sensoriales, tales como la propiocepción, el tacto y la visión⁷.

Medina y Coslett (2010) estudian lo anterior, pero remarcando la importancia del tacto para la conformación del esquema corporal. En su artículo, proponen que el esquema corporal está dividido en tres componentes distintos, las representaciones *somatosensorial primaria*, de *forma corporal* y de la *postura del cuerpo*. Esta división va desde la representación más básica, hasta la más compleja, y en todas ellas es necesario el tacto para su formación, y si bien es especialmente relevante para la primera, también es para la tercera, pues sin la primera no pudiese haber una representación de la postura del cuerpo.

Según los autores, gracias al mapeo de la superficie de la piel realizado por la corteza somatosensorial, es como se generan estos tres componentes, logrando con ello que el sujeto actúe de forma exitosa en su medio⁸. Dado lo anterior, si los tres componentes básicos del esquema corporal dependen del sentido háptico, entonces el esquema corporal también depende de éste.

⁷ C. Assaiante et al., "Body Schema Building during Childhood and Adolescence: A Neurosensory Approach," *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* 44, no. 1 (Enero 2014): 3-12, <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2013.10.125>.

⁸ Jared Medina y H. Branch Coslett, "From Maps to Form to Space: Touch and the Body Schema," *Neuropsychologia* 48, no. 3 (Febrero 2010): 645-654, <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.017>.

Siguiendo con esta idea, Longo, Azañón y Haggard (2010) indican que hay evidencia para creer en la existencia de dos representaciones distintas del cuerpo. A la primera le llaman *somatopercepción*, y a la segunda *somatorepresentación*. La segunda está dotada de contenido conceptual, mientras que la primera es pre-reflexiva, siendo la somatopercepción la que es relevante para lo que se sugiere aquí.

La somatopercepción tiene tres funciones, que son la de recolectar y catalogar la información de la superficie corporal desde un punto de vista egocéntrico, la percepción exteroceptiva de los objetos externos a través del contacto con el cuerpo, y la generación de sensaciones interoceptivas que dan información sobre el estado del propio cuerpo. Estas tres funciones tienen en común que dependen del tacto, y participan en la formación de la imagen y el esquema corporal⁹. Así, si el esquema corporal está conformado por la somatopercepción, y ésta a su vez depende del tacto, entonces el esquema corporal también depende dicho sentido.

Según lo señalado en las investigaciones mencionadas, el esquema corporal puede ser identificado con la función de la corteza somatosensorial, así como también con el trabajo de la corteza motora, encontrándose ambas entre los lóbulos frontal y parietal. De esta manera, podemos afirmar, que el proceso de conformación del esquema corporal se encuentra en el desarrollo ontogenético de ambas cortezas, sin embargo, no hay que perder de vista que también el sistema nervioso periférico juega un papel relevante en dicho proceso, pues es gracias a él que en última instancia se pueden ejecutar los movimientos musculares y detectar determinados estímulos sensoriales.

Las funciones de la corteza somatosensorial y motora son necesarias para la formación del esquema corporal, mas no

⁹ Matthew R. Longo, Elena Azañón y Patrick Haggard, "More than Skin Deep: Body Representation beyond Primary Somatosensory Cortex," *Neuropsychologia* 48, no. 3 (Febrero 2010): 655-668, <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.022>.

suficientes, pues pensemos en un escenario en el que un sujeto con un funcionamiento adecuado de ambas regiones del cerebro, nunca se ha encontrado en una interacción apropiada y constante con su entorno, es decir, no posee la capacidad de moverse. Dicho sujeto no contaría con un esquema corporal, pues hace falta la interacción en tiempo real con el medio para lograr su conformación.

Casos que ejemplifican dicha situación hipotética, es el desajuste que ocurre en el esquema corporal de un sujeto que ha sufrido la amputación de algún miembro. En estas situaciones, los sujetos tienen una interacción ineficaz con su entorno, pues la pérdida de un miembro ocasiona que el esquema corporal que no ha sido actualizado, les sea poco útil para controlar su cuerpo en las condiciones en las que se encuentra actualmente. De igual manera, el uso de miembros prostéticos por parte de sujetos sin algún miembro, y cuyos esquemas corporales están apropiadamente ajustados a sus cuerpos, ocasiona modificaciones en sus esquemas corporales cuando las prótesis son usadas¹⁰.

Cabe resaltar que en ambos casos los cambios en el esquema corporal no son inmediatos, pues se requiere de la interacción con el medio y la retroalimentación sensorial que el sujeto recibe a partir de dicha interacción para poder general la modificación. Igualmente, evidencia que apoya la idea de que el trabajo de las cortezas somatosensorial y motora no son suficientes para la conformación del esquema corporal, proviene del hecho de que se ha observado que imaginar, o simular que, una parte de nuestro cuerpo ha sido paralizada, es suficiente para producir cambios en nuestro esquema corporal¹¹.

¹⁰ Xiaoli Guo et al., "The Effect of Prosthesis Use on Hand Mental Rotation After Unilateral Upper-Limb Amputation," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 25, no. 11 (Noviembre 2017): 2046-2053, <https://doi.org/10.1109/tnsre.2017.2702117>.

¹¹ Estelle Palluel et al., "Imagined Paralysis Alters Somatosensory Evoked-Potentials," *Cognitive Neuroscience* 11, no. 4 (Julio 2020): 205-215. <https://doi.org/10.1080/17588928.2020.1772737>.

Por tanto, podemos observar que la modificación y conformación del esquema corporal no está delimitada en su totalidad por determinadas áreas del cerebro, sino que está ligada también a la interacción con el entorno, mediante la cual el esquema corporal termina de constituirse y de modificarse en caso de ser necesario, por lo que la conjunción del trabajo de las cortezas somatosensorial y motora con la interacción con el medio, son las condiciones necesarias y suficientes para la conformación del esquema corporal, haciendo notar que solamente en conjunto pueden generar dicha representación sensoriomotora, y nunca por separado¹².

La definición de esquema corporal como la representación sensoriomotora y sub-personal del propio cuerpo, la cual está destinada a la acción, requiere tener un mayor énfasis en la interacción con el medio, pues si bien para su conformación es necesario el trabajo de mecanismos sub-personales propios del sistema nervioso, también se encuentra de por medio el actuar, tanto intencional como no-intencional, del sujeto en su medio, quedando explícito que los procesos de percepción-acción que el sujeto establece en su entorno, son constituyentes del esquema corporal.

Dado lo anterior, y en vista de que se busca ligar el esquema corporal con el entorno en el que se desenvuelve el agente, podemos suponer que un punto de contacto entre ambos es facilitado por la experiencia consciente que el sujeto tiene de su medio, es decir, de la fenomenología concomitante a las diferentes experiencias que el agente tiene, como por ejemplo, lo que se siente usar el brazo derecho para abrir una puerta, tomar un vaso con agua, jugar tenis, andar en bicicleta, entre muchos otros casos¹³. De esta manera, la fenomenología de las sensaciones interoceptivas y exteroceptivas resultantes de la

¹² Gallagher, "Why the Body," 273-288.

¹³ Thomas Nagel, "What Is It like to Be a Bat?," en *Mortal Questions* (Cambridge, Cambridge University Press, 1979), 165-180. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107341050.014>.

interacción motora con el entorno inmediato, constituyen el puente entre el esquema corporal y el medio¹⁴, ofreciendo la retroalimentación necesaria para la generación y modificación del esquema corporal.

Así, el esquema corporal será entendido como la representación sensoriomotora del propio cuerpo, mediada y generada por procesos sub-personales que tienen lugar en las cortezas somatosensorial y motora, así como por la fenomenología de las sensaciones resultantes de la interacción con el entorno.

Hacia el externalismo

Ontogenia, filogenia y ambiente

Una vez aclarado que las condiciones necesarias y suficientes para la formación del esquema corporal residen, por un lado, en las diversas funciones del sistema nervioso central y periférico, en especial en aquellas que se relacionan directamente con la actividad de la corteza somatosensorial y motora, y por otro, en la fenomenología de las sensaciones resultantes de la interacción en tiempo real que el sujeto pueda tener con su medio, veamos a qué aspecto biológico pertenecen. Podemos notar que ambas son parte de la ontogenia de los organismos, en este caso humanos, y que a la vez dependen del desarrollo filogenético de la especie de la que forman parte.

Al decir que las condiciones para la formación del esquema corporal pertenecen al aspecto ontogenético de los seres humanos, no se quiere decir otra cosa más que durante el desarrollo del organismo, desde la etapa de gestación embrionaria hasta el momento de su muerte, aspectos físicos, cognitivos, emocionales, sociales, entre otros, son producto de las experiencias que el individuo puede llegar a tener en relación

¹⁴ Frederick B. Mills, "A Phenomenological Approach to Psychoprosthetics," *Disability and Rehabilitation* 35, no. 9 (2013): 785-791, <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.708819>.

con su entorno¹⁵. Siguiendo esto, y en vista de que la formación y modificación del esquema corporal dependen de la interacción del sujeto con su entorno y de los mecanismos neuronales propios de ciertas áreas del cerebro, se aprecia que es en la ontogenia del organismo donde podemos localizar dicho proceso.

Asimismo, podemos aseverar que los procesos mediante los cuales se da origen al esquema corporal, a su vez dependen de la filogenia, que es el conjunto de información genética propia de la especie a la que pertenece el individuo, en este caso a la *homo sapiens sapiens*, porque los mecanismos neuronales, así como las capacidades sensoriomotoras mediante las que interactúa con el ambiente, se encuentran en los genes del individuo particular, y estos son el resultado del largo desarrollo de la especie, sujeto a las diversas presiones evolutivas del ambiente y otras formas de variación genética.

Al igual que el esquema corporal que depende altamente de la interacción con el entorno, los procesos ontogenéticos y filogenéticos que propician su origen también están sujetos a factores ambientales, pero a diferentes escalas temporales, pues mientras que el primero concierne al tiempo de vida de un individuo, el segundo es relativo al tiempo que le toma a una especie evolucionar. Dado esto, los factores ambientales, ya sea a gran o pequeña escala temporal, juegan un rol fundamental para dar cuenta de los cambios que se puedan suscitar en la ontogenia y filogenia de los organismos, señalando que, para lograr una comprensión completa de un fenómeno concerniente a un individuo de determinada especie, también se deben considerar los factores ambientales que lo propician¹⁶.

¹⁵ M. Lambert y L. Johnson, "Ontogenetic Development," en *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, eds. Sam Goldstein y Jack A. Naglieri (New York: Springer, 2011), 1037-1038.

¹⁶ A. M. Vaiserman, "Influence of Environmental Factors in Early Ontogenesis on Aging and Life Span," *Russian Journal of Developmental Biology* 35, no. 5 (Septiembre 2004): 261-269. <https://doi.org/10.1023/b:rudo.0000043818.53478.f7>.

La comprensión del esquema corporal, cuya formación y modificación forman parte del desarrollo ontogenético del organismo, depende altamente de la incorporación a la explicación de dicho fenómeno los factores ambientales que lo rodean. Así, la postura mediante la que se pretende comprender el esquema corporal a través del mero estudio del sistema nervioso periférico y central no puede resolver el problema en su totalidad, pues ésta deja de lado los factores ambientales que se encuentran de por medio en la génesis de dicho fenómeno.

A esta discusión sobre dónde se debe poner el énfasis para lograr una explicación completa del esquema corporal, subyace una distinción, la de lo interno y lo externo. El punto de vista que se ha tomado comúnmente es el del internalismo, el cual sostiene que no es necesario nada más que el conocimiento de los procesos que tienen lugar en el cuerpo humano para comprender tal o cual fenómeno, y a su vez esto propicia protocolos de investigación que separan lo que se considera relevante o no en el estudio. Por otro lado, la perspectiva externalista sostiene que una explicación adecuada de los fenómenos debe contemplar los factores externos al objeto de estudio de manera pertinente¹⁷.

La postura que sugiero puede ayudar a entender el esquema corporal es de corte externalista, pues siendo congruentes con lo que implica que se trate de un fenómeno propio de la ontogenia de los organismos, así como que los factores que le dan origen y que ayudan a su modificación sean los de la interacción del individuo con su entorno, una perspectiva parece tener más oportunidades de generar una teoría exitosa sobre el esquema corporal, en contraposición a las posturas internalistas.

¹⁷ Laurence Bonjour, "Internalism and Externalism," en *The Oxford Handbook of Epistemology*, ed. Paul K. Moser (New York: Oxford University Press, 2005), 234-263.

No perdamos de vista que las etiquetas “externalista” e “internalista” son meros planteamientos metodológicos, pues no se está abogando por una división *real* en la ontología de la cuestión, esto es, no se está proponiendo que de hecho haya una línea divisoria entre lo que conforma los procesos propios del organismo y los que tienen lugar en el exterior del mismo.

Externalismo y esquema corporal

Si bien el ser humano ha conceptualizado una gran diversidad de cosas para lograr entender lo que sucede en su entorno, dichas conceptualizaciones han sido hechas a partir del sentido común, tales como las referentes a lo “interno” y a lo “externo”, dando como resultado una distinción de aparente carácter digital, cuando en realidad la naturaleza de dicha distinción es analógica, es decir, no es una diferencia de tipos, sino de grados.

A nivel mesoscópico resulta claro dónde empiezan y terminan los objetos, así como las diferencias entre unos y otros, pero a nivel microscópico esto ya no es el caso. Si tuviésemos a nuestra disposición un microscopio lo suficiente potente para poder observar la materia nivel molecular, atómico o subatómico, podríamos notar que la materia que constituye al objeto que se observa está en constante interacción con la materia le rodea, ya sea compartiendo electrones o diversos compuestos químicos. Esto nos lleva a la idea de que no hay límites propiamente dichos entre los objetos, pues la materia que les constituye reacciona a la materia que le rodea, dejando de lado la noción de una frontera entre un objeto y su entorno.

Lo anterior es cierto para la materia inerte, pero la materia viva, en especial los organismos que poseen membranas que aíslan del exterior los procesos que tienen lugar dentro de ella, no funciona de la misma manera. Dichos organismos, como ya se dijo, tienen barreras físicas que separan los procesos metabólicos que los mantienen vivos del exterior, sin embargo, desde los organismos unicelulares hasta los pluricelulares más complejos como los seres humanos, hay formas en las que las

barreras físicas entre los individuos y sus entornos se vuelven difusas, como el caso de la membrana hidrofóbica que a través de la concentración de diferentes moléculas en su medio, y a partir de las diferentes propiedades químicas que éstas puedan tener, tales como la polaridad de las moléculas, éstas pueden permitir que cosas del exterior pasen al interior del organismo y viceversa¹⁸.

Ahora bien, respecto a organismos mesoscópicos tales como los seres humanos, dicha interrelación entre lo supuestamente interno y lo externo a éste se encuentra en la naturaleza misma del organismo, pues se trata de un sistema complejo y dinámico, el cual se encuentra en constante cambio e interacción con su medio, dando lugar así a fenómenos que emergen de dicha interacción, los cuales son a su vez fundamentales para el funcionamiento de éstos sistemas orgánicos¹⁹.

Siguiendo lo anterior, si dirigimos la mirada hacia los seres humanos, podemos apreciar que se trata de un organismo que está compuesto por sistemas, los cuales trabajan en conjunto de tal manera que, en primer lugar, permiten que se mantenga vivo y vaya contra el equilibrio termodinámico de manera local, y que a su vez tenga capacidades motrices, perceptuales, cognitivas, experienciales, entre otras, siendo esto resultado de la conjunción de diferentes sistemas biológicos complejos, entre los cuales destaca el sistema nervioso central y periférico.

De la misma manera en que los procesos propios del metabolismo humano tienen lugar en la interconexión de diversos sistemas, donde el producto de uno es el insumo de otro, y un mismo mecanismo puede tener varias funciones, los procesos que se encuentran en el exterior forman parte de los mecanismos del organismo. Piénsese en el caso de la visión. La

¹⁸ Erick Gouaux y Roderick MacKinnon, "Principles of Selective Ion Transport in Channels and Pumps," *Science* 310, no. 5753 (Febrero 2005): 1461-1465. <https://doi.org/10.1126/science.1113666>.

¹⁹ Rolando Rebolledo et al., "An Open-System Approach to Complex Biological Networks," *SIAM Journal on Applied Mathematics* 79, no. 2 (2019): 619-640. <https://doi.org/10.1137/17M1153431>.

experiencia visual de una manzana roja no puede tener lugar alguno en ningún ser humano si no cuenta con los mecanismos biológicos apropiados para ello, pero tampoco si no existe una relación apropiada con el medio, es decir, si no se han presentado una serie de causas tales que originen la experiencia visual de la manzana, como la presencia de la luz. Así, los mecanismos que originan la experiencia visual van acompañados de los mecanismos del ambiente, entre lo que se pueden encontrar los de la reflexión de la luz.

Para hacer más clara esta idea piénsese de nuevo en la ontogenia de los organismos. En la ontogenia de un organismo se contemplan los factores ambientales para el desarrollo del individuo, los cuales pueden afectar los aspectos físicos, sociales, emocionales o cognitivos del mismo. Considérese el caso de la modificación del sistema cardiovascular a causa de las actividades físicas que un individuo realiza y la manera en la que interactúa con su entorno²⁰, donde la interacción de los mecanismos de formación de nuevas rutas de irrigación sanguínea para los músculos y diversos factores ambientales, dan como resultado un sistema cardiovascular en concreto.

Otros casos que ponen de manifiesto este tipo de interacción, provienen de los cambios epigenéticos que los individuos pueden sufrir a lo largo de su vida a causa de las condiciones ambientales en las que se encuentren, ya sean relativas a la alimentación, el ejercicio, el estrés, entre otros²¹. Así, diversos mecanismos, unos propios al organismo, y otros que se encuentran en el entorno en el que éste se desenvuelve, se conjugan y dan lugar a diferentes expresiones genéticas.

²⁰ F. Notta et al., “Distinct Routes of Lineage Development Reshape the Human Blood Hierarchy across Ontogeny,” *Science* 351, no. 6269 (Enero 2016).

²¹ Lei Cao-Lei, David P. Laplante y Suzanne King, “Prenatal Maternal Stress and Epigenetics: Review of the Human Research,” *Current Molecular Biology Reports* 2, no. 1 (Febrero 2016): 16-25; Sean L. McGee y Mark Hargreaves, “Epigenetics and Exercise,” *Trends in Endocrinology & Metabolism* 30, no. 9 (Julio 2019): 636-645; Sangita Pal y Jessica K. Tyler, “Epigenetics and Aging,” *Science Advances* 2, no. 7 (Julio 2016).

Lo anterior nos ayuda a apreciar cómo es que los mecanismos comúnmente identificados como “internos” de un organismo están relacionados y determinados por causas externas al individuo, dando como resultado una visión no cerrada de los sistemas causales que propician tales o cuales capacidades de los seres vivos.

A una mayor escala, dichas intersecciones entre los procesos propios del individuo y lo ajeno a éste también se puede cuestionar, yendo desde cuál es el estatus de la microbiota del sistema digestivo y su rol en el sistema nervioso entérico, donde se ha visto que las bacterias que habitan en ésta área fungen un rol en la producción y modulación de las emociones²². Dado dichos descubrimientos, cabe la cuestión de si nuestra conducta es totalmente causada por lo que entendemos como un individuo único en el cual tienen lugar mecanismos aislados de su entorno, o si es causado por una variedad de individuos, cuyos mecanismos bioquímicos se interrelacionan.

De ésta manera, se sugiere que los procesos que dan origen y propician la modificación del esquema corporal sean examinados a la luz de que no son el resultado de mecanismos y procesos aislados en el individuo por las supuestas fronteras de la piel, sino que son el resultado de la interacción entre diversos mecanismos, algunos propios y otros ajenos al individuo, que se conjugan para dar lugar a nuevos fenómenos de manera emergente, dejando de lado la cuestión de si hay una barrera definitiva entre lo interno y lo externo, para ver hacia una postura que busque delimitar qué mecanismos y procesos son relevantes sin importar si éstos tienen lugar fuera del cuerpo del sujeto de estudio, en función de la evidencia a su disposición y la naturaleza de la investigación²³.

²² Arturo Panduro et al., “Genes, Emotions and Gut Microbiota: The next Frontier for the Gastroenterologist,” *World Journal of Gastroenterology* 23, no. 17 (Mayo 2017): 3030. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i17.3030>.

²³ Maxwell J. D. Ramstead et al., “Multiscale Integration: beyond Internalism and Externalism,” *Synthese*, (2019). <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02115-x>.

Extensión del esquema corporal

Consideraciones filosóficas de la extensión del esquema corporal

Como se dijo al inicio de este texto, hay dos posturas filosóficas que subyacen a la discusión de la extensión del esquema corporal, la primera es la que podemos encontrar en la filosofía de Merlau-Ponty acerca de la percepción y la interacción con el entorno, y la segunda es la de la mente extendida de Andy Clark y David Chalmers, enmarcándose respectivamente cada una de ellas en la fenomenología y la filosofía de la mente.

Merlau-Ponty hace explícita su postura acerca de la modificación del esquema corporal a través del uso de herramientas con el caso del ciego y su bastón. Aquí sostiene que luego de una larga exposición al uso del bastón, una persona ciega logra incorporar dicha herramienta a la totalidad de su cuerpo, es decir, a su esquema corporal. Esto solamente es el caso después de la habituación a él a través de la interacción con otros objetos, posteriormente dando lugar a una experiencia del objeto como algo que ya no es ajeno al sujeto que lo usa, sino como una extensión de su brazo, el cual amplifica las posibilidades de su sensibilidad táctil²⁴.

Así, Merlau-Ponty no solamente da lugar a la posibilidad de que un sujeto ciego logre tener una experiencia análoga a la visual para poder navegar en el mundo, sino que también deja ver que luego de la habituación al uso de herramientas, los sujetos pueden incorporarlas a sus esquemas corporales, e incluso hacer uso de la información que éstas les proporcionan a través de su manejo e interacción con otros objetos.

Ahora bien, la tesis de la mente extendida originalmente sostiene que las capacidades cognitivas de los agentes se pueden extender a objetos más allá de las fronteras físicas del cuerpo, si y solo si el objeto al que se extienden es funcionalmente

²⁴ Maurice Merleau-Ponty, *Phenomenology of Perception* (London: Routledge, 1999), 143.

equivalente a una parte del sistema nervioso requerida para realizar tal o cual proceso cognitivo, como por ejemplo el caso de la memoria, donde un cuaderno en el que se tienen escritos una serie de números telefónicos y direcciones puede sustituir a la parte del sistema nervioso que se encargaría de almacenar dicha información. Dicha equivalencia funcional del que se vale el argumento es lo que Clark y Chalmers llamaron “principio de paridad”²⁵. Sin embargo, el desarrollo de esta postura no llegó únicamente hasta lo propuesto por sus autores originales, sino que continuó.

Se han distinguido tres momentos en la historia de la tesis de la mente extendida, los cuales han presentado cambios en los argumentos a causa de las críticas y la evidencia empírica encontrada. El primero engloba los argumentos que apelan al principio de paridad propuesto por los autores originales. El segundo es menos rígido y no busca la equivalencia funcional entre objetos, sino que se consideran los objetos externos como recursos que ayudan al “andamiaje” de las capacidades cognitivas, tales como el lenguaje, los lápices, los cuadernos, calculadoras, teléfonos celulares, entre otros. El tercero, por su parte, ha apelado a los sistemas complejos y dinámicos, así como a las propiedades que se ha observado tiene el sistema nervioso y el procesamiento predictivo²⁶. Es entre el segundo y el tercero que se encuentra la postura que aquí se elabora.

Kim Sterelny desarrolla una postura de la mente extendida que es comprendida por el segundo momento de la historia de dicha tesis, ya que sostiene que la construcción de nicho que los organismos llevan a cabo, en este caso humanos, contempla la integración de elementos que apoyan a las actividades cognitivas que realizan. Un ejemplo de esto es el de las arañas y la telaraña que construyen para lograr conseguir alimento. En

²⁵ Clark, Andy y David Chalmers, “The Extended Mind,” *Analysis* 58, no. 1 (Enero 1998): 7-19. <http://www.jstor.org/stable/3328150>.

²⁶ Michael D. Kirchhoff y Julian Kiverstein, *Extended Consciousness and Predictive Processing: A Third-Wave View* (Abingdon: Routledge, 2019), 6-24.

este caso, la araña participa activamente en la construcción de su nicho elaborando una telaraña que le permitirá no solamente un lugar en el cual reposar, sino una amplificación del sistema mediante el cual recibe información del mundo, pues la vibración de la telaraña es percibida por la araña y actúa en base a ella. Así, los elementos que se incorporan en el nicho de los agentes apoyan sus capacidades cognitivas, sirviendo como “andamiajes” ya sea para el aumento de su alcance o de su éxito, valiéndose de la confiabilidad y facilidad para acceder a ellos²⁷.

En el caso de los humanos, el uso de cuadernos, libros, teléfonos celulares, *post-its* y más herramientas, otorgan el “andamiaje” necesario para extender nuestras capacidades cognitivas en virtud del nicho que los seres humanos hemos construido. De esta manera, en el caso de la extensión del esquema corporal, las herramientas que los sujetos usan, tales como el bastón para ciegos, extremidades prostéticas, las barras de equilibrio o las raquetas de tenis, constituyen parte del nicho que el ser humano ha construido, y a través de su uso y habituación a ellas, dan lugar al “andamiaje” necesario para la extensión del esquema corporal, pues como se dijo anteriormente, no hay lugar para una distinción categórica entre “lo interno” y “lo externo” en materia del esquema corporal, siendo esto el caso gracias a su ontogenia.

Por lo tanto, el esquema corporal, entendido como una representación sensoriomotora a nivel sub-personal que tiene su origen en procesos ontogenéticos de distintas áreas del sistema nervioso central y a través del contenido fenoménico de las sensaciones resultantes de la interacción con el mundo, se ve sujeto al contacto con diversos elementos del nicho construido por los seres humanos, y a su vez dichos elementos proporcionan el apoyo necesario para que el esquema corporal se extienda a través del uso y habituación a estos elementos.

²⁷ Kim Sterelny, “Minds: Extended or Scaffolded?,” *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 9, no. 4 (Mayo 2010): 465-481, <https://doi.org/10.1007/s11097-010-9174-y>.

Procesamiento predictivo y extensión del esquema corporal

A partir de lo dicho en las secciones anteriores, vemos que cuando se habla de extensión del esquema corporal no se trata de una metáfora, sino que se está abogando en favor de que los mecanismos que lo originan cruzan la barrera de la piel y se complementan con procesos independientes al sujeto. El punto central es que los mecanismos mismos dan origen a la modificación y, por ende, extensión, del esquema corporal, puesto que éstos no están confinados por las barreras dérmicas.

Pensemos en el caso de los equilibristas que hacen uso de barras para ejecutar sus actuaciones. En estos casos, el esquema corporal de los sujetos se ha extendido a la barra, pues ésta ahora forma parte del esquema corporal del sujeto, puesto que los mecanismos y procesos de acción y percepción que originan al esquema corporal, ahora están mediados por la barra, la cual afecta dichos mecanismos y procesos en función de sus propiedades físicas, puesto que se ha convertido en “andamiaje” del esquema corporal.

Un ejemplo más es el que podemos encontrar al conducir un automóvil. Cuando se está conduciendo, el chofer, dependiendo de su grado de experticia, es capaz de realizar acciones más o menos exitosas, y todas ellas contemplando las dimensiones del automóvil que está conduciendo. Así como con la barra del equilibrista, el esquema corporal se ve extendido hasta los límites físicos del automóvil, dando lugar a un nuevos procesos y mecanismos de retroalimentación mediados por objetos ajenos al conductor.

El procesamiento predictivo sugiere que el cerebro se encarga de realizar predicciones de los estados internos del organismo, que son sensoriales y motores, comprendidos en modelos que tienen la función de guiar la acción y disminuir la probabilidad de error. Así, si un modelo previamente generado resulta ser exitoso, entonces será usado como guía para la acción, y ésta a su vez determinará en cierta medida las siguientes predicciones que se realizarán; sin embargo, si la información sensorial indica

que el modelo es erróneo, entonces el trabajo del cerebro es ajustarlo para paulatinamente lograr formar uno que sea adecuado para actuar en el mundo sin necesidad de realizar correcciones. A este proceso de efectuar predicciones para actuar eficazmente es a lo que se le ha llamado “inferencia activa”, y mientras más exactas sean las predicciones a las que se llegan mediante este proceso, más exitosas serán las acciones del organismo²⁸.

A partir del procesamiento predictivo, en los casos del equilibrista y el conductor, se puede alegar que los estados motores que constituyen parte de la predicción realizada por el cerebro, implican los objetos externos a los organismos, puesto que el uso que hacen de ellos, así como los estados sensoriales que también forman parte de la predicción, contribuyen a la formación de un bucle de retroalimentación en el que están de por medio los estados internos del organismo, la acción y el entorno, mediante el cual el esquema corporal se ve modificado y, por lo tanto, extendido, dando como resultado una menor probabilidad de errores en las predicciones, y la realización exitosa de acciones.

Ahora bien, en la literatura sobre la modificación del esquema corporal, es posible encontrar ejemplos que constatan que el esquema corporal puede cambiar en virtud de las interacciones del sujeto con su entorno, sus capacidades perceptuales y motoras, así como también por el uso de herramientas. A continuación, mencionaré algunos de esos casos.

Todos los cambios en el esquema corporal que tienen lugar al momento de manipular herramientas son casos de extensión, pero no solamente en el caso particular de las herramientas, sino que también pueden suceder al sostener de manera continua

²⁸ Andy Clark, “Embodied prediction,” en *Open MIND*, eds. Thomas K. Metzinger y Jennifer M. Windt (Frankfurt am Main: MIND Group, 2015), <https://doi.org/10.15502/9783958570115>.

algún objeto con una mano²⁹. Esto es así debido a que el uso de algún objeto que está estrechamente ligado al control corporal, sea una herramienta o no, puede incidir directamente en los procesos y mecanismos que permiten la modificación y conformación del esquema corporal, esto es así debido a la naturaleza motora de dichas actividades.

Igualmente, un caso más representativo de dicha extensión es el que tiene lugar en la investigación de Meraz y sus colegas³⁰. Pues el uso de un pulgar robótico como sexto dedo en una de las manos, el cual es controlado con el pulgar de la mano opuesta, ejemplifica claramente la extensión del esquema corporal.

En este caso, el esquema corporal se extiende más allá de los límites del cuerpo del sujeto, para ahora abarcar los límites del dedo robótico, el cuál determina qué puede, y qué no puede hacer, mediante los movimientos del pulgar de la mano opuesta, y modifica los procesos y mecanismos de percepción y acción. A su vez, la mano con el dedo robótico, junto con éste, establece el conjunto de acciones que pueden ser realizadas, al igual que la forma de llevarlas a cabo. Como resultado, el esquema corporal del sujeto se ha extendido, pues ahora el nuevo pulgar es parte del esquema corporal y desempeña un papel importante en la realización de algunas acciones.

Igualmente, es posible que el esquema corporal sufra extensiones en escenarios de realidad virtual inmersiva, tal como lo muestra la investigación de Steptoe³¹, donde el control que los

²⁹ Thomas A. Carlson et al. "Rapid Assimilation of External Objects Into the Body Schema," *Psychological Science* 21, no. 7 (Julio 2010): 1000-1005; Marie Martel et al., "Tool-Use: An Open Window into Body Representation and Its Plasticity," *Cognitive Neuropsychology* 33, no. 1-2 (Junio 2016): 82-101; Yu Sun y Rixin Tang, "Tool-Use Training Induces Changes of the Body Schema in the Limb Without Using Tool," *Frontiers in Human Neuroscience* 13 (Diciembre 2019).

³⁰ Noel Segura Meraz et al., "Modification of Body Schema by Use of Extra Robotic Thumb," *ROBOMECH Journal* 5, no. 1 (Enero 2018). <https://doi.org/10.1186/s40648-018-0100-3>.

³¹ William Steptoe, Anthony Steed y Mel Slater, "Human Tails: Ownership and Control of Extended Humanoid Avatars," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 19, no. 4 (Abril 2013): 583-590.

usuarios tienen sobre la cola de un avatar, y el hecho de que reporten agencia sobre ellas y ligeras sensaciones de movimiento, así como haberlas controlado de manera exitosa para realizar la tarea que se les asignó, es señal de que el esquema corporal de los sujetos se ha extendido. Esto es el caso debido a que la tecnología de realidad virtual proporciona un entorno y la posibilidad de interactuar con él de tal manera que, los procesos y mecanismos que dan lugar al esquema corporal pueden generar la extensión del mismo.

Lo anterior no debería ser motivo de sorpresa, pues si es posible que el esquema corporal se modifique mediante la ejecución imaginaria de acciones con herramientas, así como muestra el estudio de Baccarini y sus colegas³², entonces la modificación y extensión del esquema corporal deberían ser posibles tanto dentro como fuera de la realidad virtual.

Teniendo lo anterior en mente, es fácil apreciar cómo es que el esquema corporal literalmente se extiende hasta las herramientas, e incluso a los avatares virtuales de los que hacemos uso, pues en ambos casos el resultado de la modificación de los procesos y mecanismos que dan origen, mantienen y modifican el esquema corporal, los cuales atraviesan los límites físicos del cuerpo de los sujetos, y se conjugan con procesos y mecanismos que tienen lugar en su entorno, en función de que todos éstos elementos externos se han convertido en el “andamiaje” del esquema corporal.

Conclusiones

La extensión del esquema corporal es un fenómeno que tiene lugar en virtud de que, en principio, la conformación de este no depende únicamente del sistema nervioso central y periférico de los individuos, sino que requiere de la interacción del sujeto con su entorno. A su vez, es dicha interacción y el contenido

³² Matteo Baccarini et al., “Tool Use Imagery Triggers Tool Incorporation in the Body Schema,” *Frontiers in Psychology* 5 (Mayo 2014). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00492>.

fenoménico de las sensaciones que produce, lo que permite que la totalidad de los procesos y mecanismos que lo originan no estén confinados por los límites de la piel, sino que da lugar a la conjunción de diversas cadenas causales que interactúan en virtud de las propiedades físicas y químicas que tengan los objetos de por medio.

El uso de objetos como martillos, prótesis, bicicletas, e incluso avatares virtuales, permiten que el esquema corporal del sujeto que los usa se extienda hasta dichos objetos, pues ahora éstos, a partir de sus propiedades físicas y al ser “andamiajes” facilitadores de la conformación y modificación del esquema corporal, dan lugar a la unión de los mecanismos que propician su extensión.

Así, pues, el argumento elaborado para sostener esta postura sería de la siguiente manera:

1. El proceso de conformación y modificación del esquema corporal no se limita a procesos internos.
2. El nicho de los seres humanos proporciona objetos que sirven como “andamiaje” para diversas capacidades de los agentes cognitivos.
3. Si el proceso de generación y modificación del esquema corporal no se limita a lo interno, entonces algunos de los objetos con los que interactúa el sujeto pueden formar parte dicho proceso [por 1 y 2].
4. Los objetos proporcionados por el nicho forman parte del proceso de generación y modificación del esquema corporal [por 2, 3].

A diferencia de una postura neurocentrista, lo que aquí se defiende aboga por una visión ecológica, donde el cuerpo, el medio y la interacción entre ambos son, en conjunto, lo que da pie a las condiciones necesarias y suficientes para la formación,

modificación y extensión del esquema corporal. Es gracias al carácter no cerrado de estas interacciones y los mecanismos que subyacen al esquema corporal, que la extensión de éste es una posibilidad, pues la naturaleza misma de los procesos fisicoquímicos que lo sostienen permiten dicha extensión.

Por otro lado, un problema que representa un obstáculo en el estudio empírico de esta representación corporal, es el de delimitar los factores de por medio en la formación, modificación y extensión del esquema corporal, pues, al ser esta postura de corte ecológico, supone que el medio en el que está inmerso el sujeto es relevante para la comprensión del objeto de estudio, sin embargo, se requiere de criterios claros y precisos para establecer un punto de corte entre qué variables intervendrán en la investigación empírica, pues no nos es posible lograr una simulación completa del medio de un sujeto, así como tampoco nos es posible tener un control total de todas las variables implicadas. Es debido a éste problema, por lo que se sugiere una mayor investigación en metodologías experimentales que permitan poner a prueba posturas ecológicas como la presente.

Fuentes bibliográficas

- Assaiante, C., F. Barlaam, F. Cignetti y M. Vaugoyeau. “Body Schema Building during Childhood and Adolescence: A Neurosensory Approach.” *Neurophysiologie Clinique / Clinical Neurophysiology* 44, no. 1 (Enero 2014): 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2013.10.125>.
- Baccarini, Matteo, Marie Martel, Lucilla Cardinali, Olivier Sillan, Alessandro Farnè y Alice C. Roy. “Tool Use Imagery Triggers Tool Incorporation in the Body Schema.” *Frontiers in Psychology* 5 (Mayo 2014). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00492>.
- BonJour, Laurence. “Internalism and Externalism.” En *The Oxford Handbook of Epistemology*, editado por Paul K. Moser, 234–63. New York: Oxford University Press, 2005.
- Cao-Lei, Lei, David P. Laplante y Suzanne King. “Prenatal Maternal Stress and Epigenetics: Review of the Human Research.” *Current Molecular Biology Reports* 2, no. 1 (Febrero 2016): 16–25. <https://doi.org/10.1007/s40610-016-0030-x>.
- Carlson, Thomas A., George Alvarez, Daw-An Wu y Frans A. J. Verstraten. “Rapid Assimilation of External Objects Into the Body Schema.” *Psychological Science* 21, no. 7 (Julio 2010): 1000–1005. <https://doi.org/10.1177/0956797610371962>.
- Clark, Andy. “Embodied prediction.” En *Open MIND*, editado por Thomas K. Metzinger y Jennifer M. Windt. Frankfurt am Main: MIND Group, 2015. <https://doi.org/10.15502/9783958570115>
- Clark, Andy y David Chalmers. “The Extended Mind.” *Analysis* 58, no. 1 (Enero 1998): 7-19. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3328150>
- Cuzzolaro, Massimo, Secondo Fassino y Massimo Cuzzolaro, eds. *Body Image, Eating, and Weight: A Guide to*

- Assessment, Treatment, and Prevention*. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- Ferrucci, Katarina Ann. “Distortion in Body Schema: The Influence of Body Fat and Mass on Perceptions of Personal Size.” *Senior Projects, Bard College* (Primavera 2017).
- Gadsby, Stephen. “Body Representations and Cognitive Ontology: Drawing the Boundaries of the Body Image.” *PsyArXiv* (Julio 2019). <https://doi.org/10.31234/osf.io/eurf>.
- Gallagher, Shaun. “Body Image and Body Schema.” En *The Oxford Companion to Consciousness*, editado por Tim Bayne, Axel Cleeremans y Patrick Wilken, 117–19. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- Gallagher, Shaun. “Why the Body Is Not in the Brain.” En *Bodies in Action and Symbolic Forms: Zwei Seiten Der Verkörperungstheorie*, editado por Horts Bredekamp, Marion Lauschke y Alex Arteaga, 273–88. Berlin: De Gruyter, 2012. <https://doi.org/10.1524/9783050095097.273>
- Gouaux, Erick y Roderick MacKinnon. “Principles of Selective Ion Transport in Channels and Pumps.” *Science* 310, no. 5753 (Febrero 2005): 1461–65. <https://doi.org/10.1126/science.1113666>.
- Guo, Xiaoli, Zixuan Lin, Yuanyuan Lyu, Robin Bekrater-Bodmann, Herta Flor y Shanbao Tong. “The Effect of Prosthesis Use on Hand Mental Rotation After Unilateral Upper-Limb Amputation.” *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 25, no. 11 (Noviembre 2017): 2046–53. <https://doi.org/10.1109/tnsre.2017.2702117>.
- Irvine, Kamila R., Kristofor McCarty, Kirsten J. McKenzie, Thomas V. Pollet, Katri K. Cornelissen, Martin J. Tovée y Piers L. Cornelissen. “Distorted Body Image Influences Body Schema in Individuals with Negative Bodily Attitudes.”

- Neuropsychologia* 122 (Enero 2019): 38–50.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.11.015>.
- Kirchhoff, Michael D. y Julian Kiverstein. *Extended Consciousness and Predictive Processing: a Third-Wave View*. Abingdon: Routledge, 2019.
- Lambert, M. y L Johnson. “Ontogenetic Development.” En *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, editado por Sam Goldstein y Jack A. Naglieri, 1037–38. New York: Springer, 2011.
- Lanska, Douglas J. y John R. Lanska. “The Alice-in-Wonderland Syndrome.” *Neurologic-Psychiatric Syndromes in Focus. Part II - From Psychiatry to Neurology Frontiers of Neurology and Neuroscience* (2018): 142–50.
<https://doi.org/10.1159/000475722>.
- Longo, Matthew R., Elena Azañón y Patrick Haggard. “More than Skin Deep: Body Representation beyond Primary Somatosensory Cortex.” *Neuropsychologia* 48, no. 3 (Febrero 2010): 655–68. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.022>.
- Martel, Marie, Lucilla Cardinali, Alice C. Roy y Alessandro Farnè. “Tool-Use: An Open Window into Body Representation and Its Plasticity.” *Cognitive Neuropsychology* 33, no. 1-2 (Junio 2016): 82–101.
<https://doi.org/10.1080/02643294.2016.1167678>.
- McGee, Sean L. y Mark Hargreaves. “Epigenetics and Exercise.” *Trends in Endocrinology & Metabolism* 30, no. 9 (Julio 2019): 636–645. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2019.06.002>.
- Medina, Jared y H. Branch Coslett. “From Maps to Form to Space: Touch and the Body Schema.” *Neuropsychologia* 48, no. 3 (Febrero 2010): 645–54.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.017>.
- Meraz, Noel Segura, Masafumi Sobajima, Tadayoshi Aoyama y Yasuhisa Hasegawa. “Modification of Body Schema by Use

- of Extra Robotic Thumb.” *ROBOMECH Journal* 5, no. 1 (Enero 2018). <https://doi.org/10.1186/s40648-018-0100-3>.
- Merleau-Ponty, Maurice. *Phenomenology of Perception*. London: Routledge, 1999.
- Mills, Frederick B. “A Phenomenological Approach to Psychoprosthetics.” *Disability and Rehabilitation* 35, no. 9 (2013): 785–91. <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.708819>.
- Nagel, Thomas. “What Is It like to Be a Bat?” En *Mortal Questions*, 165-80. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107341050.014>.
- Notta, Faiyaz, Sasan Zandi, Naoya Takayama, Stephanie Dobson, Olga I. Gan, Gavin Wilson, Kerstin B. Kaufmann, et al. “Distinct Routes of Lineage Development Reshape the Human Blood Hierarchy across Ontogeny.” *Science* 351, no. 6269 (Enero 2016). <https://doi.org/10.1126/science.aab2116>.
- Pal, Sangita y Jessica K. Tyler. “Epigenetics and Aging.” *Science Advances* 2, no. 7 (Julio 2016). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600584>.
- Palluel, Estelle, Caroline J. Falconer, Christophe Lopez, Silvia Marchesotti, Matthias Hartmann, Olaf Blanke y Fred W. Mast. “Imagined Paralysis Alters Somatosensory Evoked-Potentials.” *Cognitive Neuroscience* 11, no. 4 (Julio 2020): 205-15. <https://doi.org/10.1080/17588928.2020.1772737>.
- Panduro, Arturo, Ingrid Rivera-Iñiguez, Maricruz Sepulveda-Villegas y Sonia Roman. “Genes, Emotions and Gut Microbiota: The next Frontier for the Gastroenterologist.” *World Journal of Gastroenterology* 23, no. 17 (Mayo 2017): 3030-3042. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i17.3030>.
- Pitron, Victor y Frédérique de Vignemont. “Beyond Differences between the Body Schema and the Body Image: Insights from Body Hallucinations.” *Consciousness*

- and Cognition* 53 (Agosto 2017): 115–21.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2017.06.006>.
- Ramstead, Maxwell J. D., Michael D. Kirchhoff, Axel Constant y Karl J. Friston. “Multiscale Integration: beyond Internalism and Externalism.” *Synthese*, (2019).
<https://doi.org/10.1007/s11229-019-02115-x>.
- Rebolledo, Rolando, Sergio A. Navarrete, Sonia Kéfi, Sergio Rojas y Pablo A. Marquet. “An Open-System Approach to Complex Biological Networks.” *SIAM Journal on Applied Mathematics* 79, no. 2 (2019): 619–40.
<https://doi.org/10.1137/17m1153431>.
- Step toe, William, Anthony Steed y Mel Slater. “Human Tails: Ownership and Control of Extended Humanoid Avatars.” *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 19, no. 4 (Abril 2013): 583–90.
<https://doi.org/10.1109/tvcg.2013.32>.
- Sterelny, Kim. “Minds: Extended or Scaffolded?” *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 9, no. 4 (2010): 465–81. <https://doi.org/10.1007/s11097-010-9174-y>.
- Sun, Yu y Rixin Tang. “Tool-Use Training Induces Changes of the Body Schema in the Limb Without Using Tool.” *Frontiers in Human Neuroscience* 13 (Diciembre 2019).
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00454>.
- Vaiserman, A. M. “Influence of Environmental Factors in Early Ontogenesis on Aging and Life Span.” *Russian Journal of Developmental Biology* 35, no. 5 (Septiembre 2004): 261–69.
<https://doi.org/10.1023/b:rudo.0000043818.53478.f7>.
- Vignemont, Frederique De. “Body Schema and Body Image—Pros and Cons.” *Neuropsychologia* 48, no. 3 (Febrero 2010): 669–80. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.022>.