

Biosemiótica, abducción y affordances

Generación de hipótesis como rasgo general en los organismos vivos

Loreto Paniagua-Valdebenito 

Universidad de Valparaíso
Universidad de Salamanca
loreto.paniagua@uv.cl

Introducción

Parte nuclear de la comunicación es la capacidad de inferir las posibilidades del mundo e interactuar con lo que nos rodea. *Inferir posibilidades* no es una cuestión de representación mental anclada en el modelo cartesiano dualista. Muy por el contrario, para Peirce estamos *en* el pensamiento (nota en CP 5.289), así como también, estamos *en* la semiosis. Esto no es trivial, ya que denota una perspectiva completamente novedosa para la filosofía de la época. Inferir posibilidades depende de la interacción y la relación de los organismos vivos con su entorno. La perspectiva mentalista subjetiva, si bien es difícil de abandonar por ser una tradición profundamente arraigada que muchos utilizan para referirse a la cognición y a la percepción, no da cuenta de la complejidad de procesos asociados a la generación de hipótesis y a la comunicación.

Este texto intenta exponer algunas relaciones generales para pensar la abducción 1. en términos comunicacionales a partir de la relación con la semiótica y la biosemiótica y 2. en términos cognitivos, para relevar que la abducción puede relacionarse con el concepto de *affordance* y que también la abducción conceptualmente ha cambiado a lo largo del tiempo aportando la denotación de un proceso que hasta el momento ha sido difícil de demarcar o definir, pero que ha aportado a la discusión contemporánea con respecto a la lógica, la inteligencia artificial, la comunicación, el método de las ciencias, entre otras disciplinas.

*Corresponding author.

Abducción y percepción

Si bien el concepto de abducción tiene una evolución compleja a lo largo de la obra de Peirce, ya hacia el final de su obra podemos encontrar que la relación entre abducción y percepción es desarrollada. Desde las *Cognition Series* relaciona la generación de hipótesis con formas de razonamiento. Sin embargo, los aportes de esta serie de textos, no estriba en su definición de hipótesis, ya que en este periodo aún su obra seguía anclada a la comprensión lógica a través de estructuras silogísticas. Los elementos fundamentales con los cuales contribuye esta serie son más bien, su crítica a la solipsista perspectiva cartesiana acerca del pensamiento y la crítica al dualismo mente-cuerpo que luego consolida con su noción de continuidad en textos tales como: *The Law of Mind* (CP 6.102) *Fallibilism, Continuity, and Evolution* (CP 1.172) donde presenta la unión entre lo mental y lo físico.

Pero es en las *Harvard Lectures on Pragmatism*, Lección VII (EP II, 227; CP 5.180), donde expone las proposiciones cotarias con las cuales se explica la relación entre percepción y abducción relevando el rol de los sentidos como una herramienta necesaria para la construcción de los juicios perceptuales, los cuales, para Peirce, se funden con las inferencias abductivas. Estas proposiciones explicitan el tipo de relación atribuible a la percepción y al razonamiento abductivo. Este punto de vista epistemológico se distancia de las perspectivas racionalistas y su concepción de certeza en relación con la experiencia.

Si la abducción como proceso de razonamiento fue relacionado por Peirce con la percepción de modo estrecho, podemos adelantar que la semiótica, como la disciplina que estudia al signo y los procesos de semiosis, tiene muchas veces como vehículo de su prosecución y continuidad, inferencias abductivas. Para Peirce, “El primer inicio de una hipótesis y su consideración ya sea como una simple interrogación o con cualquier grado de confianza, es un paso inferencial que propongo llamar abducción” (CP 6.525). Cuando un animal no humano duda, y a partir de esto se genera una acción, este inicio dubitativo se enmarca en un proceso abductivo.

Según los estudios de la relación semiótica en animales no humanos y su capacidad de descubrimiento existe el consenso de que la duda, la curiosidad o el asombro desencadenan procesos inferenciales de formulación de hipótesis o razonamiento abductivo. La abducción, según estas propuestas, incorpora un hecho extraño a una red de creencias mediante la sugerencia de hipótesis diversas (Vitti-Rodrigues y Emmeche 2017, 297).

Por otro lado, y a modo de crítica de las corrientes formalistas, las abducciones como razonamientos, nunca serán ni verdaderas ni falsas, no le compete a la abducción este tipo de valoraciones designadas, aplicables desde métodos de decisión en lógica formal. En el caso de la cognición de animales de otras especies la abducción es un modo de dar una respuesta inmediata donde antes solo había duda. En muchos de estos casos no habrá ningún camino investigativo metodológico para corroborar la hipótesis aportada por la abducción, pero sí una contrastación con la experiencia, como por ejemplo, contrastación por ensayo y error, entre otros tipos de aprendizaje comunes.

Sin embargo, el tema que nos interesa tratar en este texto es cómo ciertas abducciones pueden manifestarse a través de comportamientos agenciales que muestran la “apuesta” por una hipótesis determinada. Existen diversos autores que han trabajado este tópico, Schurz llama a este tipo de abducciones, abducción cualitativa (Schurz 2008, 216) según la cual el *explanandum* de las interpretaciones pueden ser los comportamientos de agentes. Lo anterior para efectos de la propuesta que aquí se presenta es útil, pero el tratamiento que hace Schurz de este tipo de abducción es bastante tradicional, ya que su objetivo teórico es cercano a las explicaciones sobre inteligencia artificial y computación y a la corriente IBE (*Inference to the Best Explanation*). Dentro de este enfoque es difícil una aproximación al estudio de la abducción desde el comportamiento animal. Schurz abre paso a las abducciones interpretativas como un modo de comunicación difícilmente coherente, ya que depende del hablante y *cómo* dice lo que dice. El autor al mantenerse en el marco de la filosofía del lenguaje de corte analítico (pe: Davidson, Grice) no se aproxima a una perspectiva semiótica ((Vitti-Rodrigues y Emmeche 2017)). Desde un marco semiótico peirceano que incorpora la noción de interpretante —particularmente en el sentido que este adquiere en la obra posterior a 1903—, el interpretante resulta fundamental para comprender el fenómeno abductivo-agencial tanto en animales humanos como no humanos. En efecto, desde la perspectiva de la semiosis, muchas abducciones se manifiestan a través de comportamientos no lingüísticos que configuran y determinan la dinámica misma del proceso semiótico.

También desde una perspectiva más tradicional de la abducción se suele pensar que si se plantea esta como la generación de hipótesis que guía la acción, sería irresponsable epistemológicamente fundamentar algún hábito de acción en una hipótesis sin sentido alguno, pero ¿puede una hipótesis no tener sentido? Para Peirce la duda debe ser genuina para que realmente irrite el pensamiento (CP 5.394). Considerando este elemento ninguna hipótesis que nazca de una duda genuina carece de sentido, si puede ser mera opinión, pero ese tipo de creencias basadas en hipótesis tienen el tiempo contado si es que dichas hipótesis guían la acción, ya que la misma experiencia mostrará su falibilidad. En el caso de la investigación científica podemos entender este análisis epistemológico sin problemas, pero cuando se trata de abducciones en animales no humanos el contexto cambia. Referirse al uso de la hipótesis producida por un proceso abductivo no es algo que tenga relación con el proceso abductivo mismo. Sino más bien, guarda relación con una instancia posterior que son los procedimientos inductivos o deductivos asociados a la corroboración de una hipótesis. Es importante consensuar que muchas veces las acciones posteriores a la abducción no son meros reflejos o mecanismos sin más, están mediados por una cognición que interpela a los agentes a seleccionar una hipótesis entre muchas a partir de un proceso abductivo en particular, lo cual incide causalmente en la acción. Aun así, la ejecución de la acción y sus consecuencias, si bien guardan relación con el proceso abductivo, no son parte del proceso mismo.

En el caso del mundo natural y las abducciones en animales humanos y no humanos la idea Peirceana de inferencias inconscientes es fundamental. Perceptualmente somos seres abductivos, la capacidad de poder realizar cualquier acción en

el espacio físico depende de cómo resolvemos o nos enfrentamos pragmáticamente los hechos asombrosos (CP 5.189) con los cuales nos encontramos cotidianamente. Esta propiedad abductiva desde una perspectiva biosemiótica es más amplia de lo que generalmente pensamos. Las propuestas teóricas que plantean la ubicuidad del signo ((Favareau 2007)) y al signo considerado una unidad relacional básica vital, como lo muestra la afirmación de Howard Pattee “*life is matter controlled by symbols*” ((Barbieri 2009), p. 223) son interesantes para fundamentar la extensión de la capacidad inferencial abductiva a otras especies. Por otro lado, Gibson desde la psicología creó un concepto que puede ser de gran utilidad para entender este tipo de enfoques desde la interacción de un organismo vivo con su entorno.

Abducción y *affordances*

Los estados representacionales no lingüísticos son complejos en primer término, dada su inconmensurabilidad. Sería un error dedicarse a estudiar la cognición animal a partir de la búsqueda del contenido de ciertas “creencias” de animales para reducir este contenido a estructuras formales, ya que ese tipo de abstracción obedece más bien a estructuras mediante las cuales los seres humanos explicamos algunos procesos intelectuales y limita nuestra aproximación genuina a formas de cognición que pueden ser muy diferentes a la nuestra. Como, por ejemplo, el funcionamiento de la mente del pulpo (Godfrey-Smith 2023) o la comunicación química de algunos insectos, en ambos casos las inferencias que realizan estos animales son estructuralmente muy diferentes a las del humano e incluso podríamos pensar en inferencias sin cerebro ((Magnani 2007); (Favareau 2007)).

Peirce pensó de una semiótica amplia que enseña que la cognición no está estructurada únicamente como un lenguaje, esto viene a poner en jaque la tradición proporcionada por la perspectiva de la lógica fregeana que anhela una lógica para el pensamiento puro. Al ofrecer implícitamente la posibilidad del análisis veritativo-funcional Frege simplifica ciertos procesos que hoy concebimos como más complejos e irreducibles. Por lo mismo, la lógica de primer orden no puede reducir estos fenómenos a su campo de comprensión. Es bajo este marco fregeano donde la lógica se separa del mundo de las acciones, cogniciones y procesos materiales, esto tiene repercusiones hasta nuestros días. Bajo los marcos lógico clásicos y lingüísticos, los eventos causales y las inferencias corresponden a órdenes distintos y no pueden ser estudiadas bajo los mismos parámetros. Otra consecuencia usual de la consolidación de esta perspectiva tradicional sobre las inferencias es encontrarnos discutiendo de inteligencia artificial y sus capacidades y alcances intelectuales mucho más que de la consideración de la inteligencia de animales no humanos. Esto no es porque las otras especies no sean evidentemente inteligentes y comunicativas, sino porque nuestra definición de inteligencia ha estado cruzada por las definiciones proporcionadas por los lenguajes gramaticalmente estructurados y por los razonamientos deductivos como forma paradigmática de la racionalidad.

En contraste, una perspectiva relacional de la cognición y de la comunicación nos interpela a indagar en nuevas explicaciones. Una de estas iniciativas plantea que las inferencias, o abducciones en otras especies no son estandarizadas bajo

criterios mentalistas subjetivos, sino que se manifiestan en virtud de la relación de los organismos vivos con sus entornos y cómo son estos percibidos e interactúan mediante *affordances* ((Bardone 2010)).*

Ahora bien, el concepto de *affordance* es de difícil tratamiento y traducción, hay variadas definiciones y muchas de ellas se diferencian bastante entre sí. Una forma amplia de definir el concepto es desde la psicología ecológica de Gibson como las posibilidades de acción que ofrece un objeto o entorno. Siguiendo el propósito de esta investigación se recogen algunos elementos de esta definición, la cual expone el agencialismo de los organismos vivos como una conjunción entre el organismo vivo, su percepción y el entorno que lo rodea con sus posibilidades. También si vamos más lejos, podemos considerar que captar las posibilidades de acción de un objeto o entorno es un proceso abductivo cada vez que es novedoso.

Para Magnani ((2007)) hay varios cuestionamientos que emergen sobre la abducción en otras especies. El potencial cognitivo de otros animales puede ser mucho más amplio de lo que tradicionalmente pensábamos. Para comprender de forma completa la propuesta es necesario referirse al concepto de nicho cognitivo, esto es el nombre que se le atribuye a la relación que desarrollan los organismos vivos con los artefactos, entornos y agentes de los entornos próximos mediante los cuales hacemos inferencias al relacionarnos con ellos. De este modo, existen numerosos ejemplos para figurar esto, siguiendo a Magnani una madriguera en relación con algún animal que la reconozca como tal, hace que este infiera posibilidades de acción, en cambio para un animal que vital o perceptualmente no se familiarice con este artefacto su capacidad inferencial respecto a este será menor o incluso nula. Los procesos abductivos serían una forma de mostrar que los animales hacen inferencias cotidianamente frente a sus entornos. Pero no hay que olvidar que estos entornos no son escenarios estáticos ni se dan en ellos como una constante las relaciones de *affordances*. Los ecosistemas son cambiantes y por ello la capacidad abductiva de los seres vivos no es algo simplemente instintivo. También tiene un carácter inferencial, cognitivo y en último término adaptativo.

Según Bardone ((2010)) las complementariedades adaptativas entre el organismo y el entorno apuntan a la idea de que el entorno no solo ofrece restricciones, sino también *affordances* que pueden beneficiar a los organismos (p. 136-137). Muchos animales amplían sus repertorios conductuales en función de los *affordances* que los interpelan activamente a desarrollar su agencialidad. Esta agencialidad se despliega a través de abducciones que decantan en hábitos de acción. Bajo esta perspectiva la abducción representa el abanico de posibilidades hipotéticas en un proceso de semiosis. La abducción es siempre contingente en algún grado. Incluso una abducción puede funcionar en sentido explicativo y no necesariamente ser verdadera, pero es la explicación que está a la mano en un momento determinado, con ello se apacigua la irritación de la duda y se despliega la acción. En ciertas condiciones no tenemos otra opción que la abducción sin más, en otras intentaremos corroborar las hipótesis y por ende abandonamos la abducción para entrar en los recintos de la inducción o de la deducción si es que podemos encontrar la regularidad de la experiencia o de la ley en el fenómeno percibido.

Instinto y razonamiento, la continuidad como un elemento clave

Cuando Peirce expone el ejemplo del pobre pollo (CP 5.591) no contaba con los avances en los estudios de etología ni zoología, por lo tanto, no logra explicar de forma clara la interrelación entre el instinto y el razonamiento. Hoy es posible entender la plasticidad de la cognición a partir de comportamientos simples e incluso aparentemente estereotipados. Un ejemplo de cognición plástica son los procesos que realizan las aves que guardan semillas, remodelando el entorno a través de un mapeo de depósito de este alimento ((Bermúdez 2007) en (Magnani 2007), p. 11) estas muestran pensamientos modales, dichas inferencias, tienen relación con un tiempo futuro. Estos comportamientos en algunos animales pueden ser modificados en función de las experiencias a las cuales se enfrentan, constituyéndose como una forma flexible de reaccionar, con lo cual la creencia de que estos comportamientos son meras respuestas mecánicas es errónea.

Esta continuidad cognitiva, no necesita especificar algún tipo de contenido interno, ya que la acción es la evidencia de la inferencia. Según un modelo semiótico de la comunicación esto es comprensible, a diferencia de algunos análisis que se pueden realizar sobre la comunicación desde otros marcos de estudio, como por ejemplo, aquellos que utilizan la semiología como la herramienta clave, los que no logran derribar algunas de las más tradicionales dicotomías estructurales, a saber mente/cuerpo, mente/materia, estas últimas impiden un el desarrollo de explicaciones coherentes con respecto a la comunicación de otras especies.

Las abducciones que realizan las aves al esconder las semillas, por ejemplo, se comprenden por cuanto su contenido sígnico relacional se organiza del siguiente modo: el mapeo como *representamen*, de un territorio concreto que sirve de *objeto* en relación con las posibilidades prácticas de acción a futuro cuando las aves puedan alimentarse de las semillas, lo cual es el *interpretante* de la relación.

Otro ejemplo, pero esta vez desde la biosemiótica es el que presentan Anthony Holley y Hoffmeyer, en el cual presentan la relación entre una liebre y un zorro. El zorro tiene la costumbre de no perseguir a la liebre si lo ve. Por lo tanto, la liebre desarrolla el hábito de hacerle saber al zorro que lo ha visto, así el zorro no la perseguirá porque no podrá alcanzarla, lo cual implica que ambos ahorran energía (Vitti-Rodrigues y Emmeche (2017), p. 301). Desde la biosemiótica estos son *umwelts*¹ que se interseccionan entre sí generando una semiosis compartida con efectos complementarios.

Con lo anterior intento esbozar que ambos ejemplos van más allá del instinto, pero hay otros casos menos evidentes. En la actualidad la línea entre instinto y razonamiento es menos clara, ya Peirce había puesto en duda esta aparentemente clara diferenciación con ejemplos paradigmáticos acerca del comportamiento de abejas, ovejas y aves (MS 831, p. 12-13 en (Vitti-Rodrigues y Emmeche 2017)).

Por lo tanto, la paradoja presentada por Paavola que se expresa con claridad en la siguiente cita “Si la abducción se basa en el instinto, no es una forma

¹Realidad subjetiva perceptual con la cual el organismo interactúa.

de razonamiento, y si es una forma de razonamiento, no se basa en el instinto” (Paavola (2005), p.321 en (Park 2012)) es un falso dilema. ¿Es posible combinar instinto y razonamiento de forma coherente? Desde la perspectiva peirceana por supuesto que sí, aunque esto requiere de una reformulación del concepto instinto y de la comprensión del marco epistemológico y metafísico peirceano donde la continuidad es un elemento fundamental.

Por otro lado, también en la obra de Peirce encontramos dos periodos de la abducción o por lo menos estos son los más evidentes, el primero de ellos trata la abducción como un “proceso probatorio” o una forma de evidenciar el proceso, mientras que la otra acepción posterior a 1890 es aquella relacionada con la generación de hipótesis (Paavola (2005); (Fann 1970) en (Park 2012)). ¿La generación de hipótesis tiene algo de instintivo? dado que la irritación de la duda es parte constitutiva de nuestro acceso perceptual al conocimiento frente a hechos sorprendentes y que esta es incontrolable, la generación de hipótesis para apaciguar la duda o dar una respuesta posible frente a un hecho sorprendente, también tiene algo de incontrolable, de instintivo, frente a la inmediates de los contextos a los que nos vemos enfrentados. Se podría afirmar que es un rasgo general en los organismos vivos. Ahora, ¿es este proceso un tipo de razonamiento? Al parecer sí, muchas veces incontrolado, pero razonamiento, al fin y al cabo, que se basa en la cognición encarnada para desplegarse en la acción.

Biosemiótica, su relación con la abducción y la comunicación en animales no humanos

Desde los aportes de la filosofía de Peirce hasta las nuevas concepciones sobre abducción y cognición, es posible identificar una transformación en el modo en que intentamos comprender, la comunicación el traspaso de información y como estos procesos inciden de forma directa en la adaptabilidad, la plasticidad de los organismos vivos y también en su capacidad controlada o no de generación de hipótesis, abandonando en parte las explicaciones de individuos aislados que se aproximan a la verdad solo a través de la comprensión a través de juicios individuales. La biosemiótica como modelo es capaz de explicar la disposición de algunos animales hacia formas flexibles de reaccionar ante los acontecimientos y la evidencia de sus contextos, lo cual muestra una especie de pensamiento inferencial complejo que guarda relación con la plasticidad y los procesos evolutivos al existir una retroalimentación desde la adquisición de nuevos hábitos de acción y los entornos dinámicos en los cuales se desenvuelve todo animal.

La perspectiva biosemiótica, como una propuesta que se inicia el siglo XX a partir del estudio de la percepción y el comportamiento de los animales, plantas y otros seres vivos ((Barbieri 2009)), es capaz de aportar a la comprensión de los procesos comunicacionales, ya que parte de la base de que estos, pueden tener las siguientes características: ser no lingüísticos, ligados al contexto, dinámicos y vehiculados por signos. Así, la comunicación no se enmarca en estructuras duales (emisor-receptor), las cuales generan problemas de diversas índoles, desde entender

el signo como una entidad/mensaje que se traspasa, hasta reducir los procesos comunicacionales a una acción intencionada por un sujeto.

Muy diferente a los enfoques tradicionales, la biosemiótica es un modelo relacional que se encarga del estudio de los procesos de semiosis, estos no están en *nuestra mente*, como generalmente se piensa desde un paradigma de correspondencia mente- cerebro. En este sistema, que los animales de otras especies realicen inferencias no es algo excepcional. Todo ser vivo interactuante con un mundo circundante genera abducciones, porque sin estas su adaptabilidad y capacidad de acción simplemente no existiría. Sin embargo, en biología evolutiva hoy, la biosemiótica no es la propuesta paradigmática.

Para la biosemiótica es indispensable la continuidad entre la mente y el mundo físico, el ser humano al igual que en el ejemplo del pobre pollo de Peirce, tendría una capacidad instintiva de inferencia perceptual, de abducciones que le ayudan a actuar, conocer y en último término, predecir situaciones del mundo. Bajo esta perspectiva no habría una contradicción en este asunto, las inferencias se manifiestan en acción.

Según Vitti-Rodrigues y Claus Emmeche ((2017)) descubrir patrones del universo y construir *umwelts* y nichos implica razonar dentro de un proceso informativo, que podemos denominar semiosis y que permite la adaptación del organismo al entorno. Este proceso de razonamiento, desde la perspectiva aquí presentada, es abductivo. Los organismos piensan, infieren y actúan en un entorno sígnico, es de este modo como los seres vivos encarnan sus entornos.

Conclusiones

Así, se intenta articular una propuesta acerca de los procesos inferenciales en animales no humanos y cómo desde el pragmaticismo y el estudio de la semiótica peirceana se abren dos rutas de las inferencias abductivas. Aquellas relacionadas con la semiótica y las ciencias cognitivas ((Magnani 2007); (Park 2012)) componen un marco referencial vigente para entender ciertos procesos comunicativos en animales de otras especies y, por el contrario, la ruta donde las inferencias abductivas se reducen a parámetros inductivos o deductivos, disminuyendo la posibilidad de una lógica del descubrimiento, la creatividad y la generación de hipótesis. El descubrimiento y la creatividad van ligadas a los procesos adaptativos de los animales y estos no pueden enmarcarse en los parámetros de la lógica de primer orden. Por lo anterior, pensar que los animales realizan abducciones (hipótesis) va en la línea de respaldar una perspectiva materialista de los procesos evolutivos, pero sin dejar de lado el concepto de información desde el estudio de los procesos de semiosis.

El modelo comunicacional aportado por la biosemiótica, basado en la propuesta pragmaticista, puede consolidarse como una base epistemológica sólida para comprender los procesos inferenciales y las interacciones agenciales de los seres vivos con sus entornos, como también las consecuencias prácticas derivadas de las relaciones comunicacionales en determinados contextos, sin necesidad de que

estos procesos sean atribuidos ni a la intencionalidad subjetiva, ni a la capacidad lingüística, ni a la generación de proposiciones.

La posición teórica que se asume aquí es que la comunicación cuenta con un sustrato informacional y otro material, los cuales no se contradicen entre sí ni pueden excluirse entre ellos. Por el contrario, son parte de un continuo. Esta propuesta pone de relieve que los procesos causales e inferenciales que se manifiestan como generación de hipótesis y sus consecuencias prácticas (acciones, cambios de hábitos, entre otras) es posible encontrarlos en diversos niveles del desarrollo de la vida y lo que tienen en común son el aporte de estos a los procesos adaptativos de los seres vivos. De este modo, la comunicación no solo es un fenómeno intersubjetivo, sino que involucra a los contextos y la apreciación (*affordance*) que tenemos de ellos ((Gibson 1986)). Los humanos como primates, también participamos de estos procesos comunicacionales, muchas veces de forma inconsciente. Así, no es una condición necesaria para la comunicación la intencionalidad consciente, ya que esta última no siempre es beneficiosa para la adaptabilidad.

Enfoques teóricos que adoptan una perspectiva cognitiva a saber, la biosemiótica y la propuesta abductiva de Magnani, tienen más posibilidades de aproximarse a la estructura de la abducción como un modo de generación de inferencias primario universal. De todas formas, cualquier reducción de los procesos abductivos a parámetros deductivos clásicos, impide la comprensión de los múltiples estados inferenciales en contextos dinámicos no lingüísticos y en consecuencia nos aleja de la comprensión de los procesos inferenciales en animales de otras especies.

Bibliografía

- Atkin, Albert. 2023. «Peirce's Theory of Signs». En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, editado por Edward N. Zalta y Uri Nodelman, Spring. <https://plato.stanford.edu/entries/peirce-semiotics/>.
- Barbieri, Marcello. 2009. «A Short History of Biosemiotics». *Biosemiotics* 2 (2): 221-45. <https://doi.org/10.1007/s12304-009-9042-8>.
- Bardone, Emanuele. 2010. «Affordances as Abductive Anchors». En *Model-Based Reasoning in Science and Technology. Studies in Computational Intelligence*, editado por Lorenzo Magnani, Walter Carnielli, y Claudio Pizzi. Vol. 314. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15223-8_7.
- Bermúdez, José Luis. 2007. «Thinking Without Words: An Overview for Animal Ethics». *The Journal of Ethics* 11 (3): 319-35. <https://doi.org/10.1007/s10892-007-9013-8>.
- Dummett, Michael. 1993. *The Origins of Analytical Philosophy*. Bloomsbury.
- Fann, K. T. 1970. *Peirce's theory of abduction*. Martinus Nijhoff.
- Favareau, Donald. 2007. «Fundaments of Animal Knowing: Establishing Relations Between Sensations, Actions and the World». En *Biosemiotics in Transdisciplinary Contexts*, editado por Guenther Witzany, 61-69. Helsinki: Umweb Press.
- Gabbay, Dov, y John Woods. 2003. *Agenda Relevance. A Study in Formal Pragmatics. A Practical Logic of Cognitive Systems. Volume 1*. Elsevier.

- Gibson, James J. 1986. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Taylor & Francis Group.
- Godfrey-Smith, Peter. 2023. *Otras Mentes. El pulpo, el mar y los orígenes profundos de la consciencia*. Taurus.
- Magnani, Lorenzo. 2007. «Animal Abduction. From Mindless Organisms to Artifactual Mediators». En *Studies in Computational Intelligence*, 64:3-38. Springer.
- Park, Wonsuk. 2012. «Abduction and Estimation in Animals». *Foundations of Science* 17: 321-37. <https://doi.org/10.1007/s10699-011-9275-2>.
- Peirce, Charles S. 1931--1958. *Collected Papers*. Editado por Charles Hartshorne, Paul Weiss, y Arthur W. Burks. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- . 1992--1998. *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. Editado por Nathan et al. Houser. 1–2 vols. Bloomington, IN: Indiana University.
- Romanini, Vincent. 2014. «Semeiosis as a Living Process». En *Peirce and Biosemiotics. Biosemiotics*, editado por Vincent Romanini y Elizeo Fernández, 215-39. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7732-3>.
- Schurz, Gerhard. 2008. «Patterns of abduction». *Synthese* 164: 201-34. <https://doi.org/10.1007/s11229-007-9223-4>.
- Short, T. L. 2007. *Peirce's Theory of Signs*. Cambridge University Press.
- Vitti-Rodrigues, Mariana, y Claus Emmeche. 2017. «Abduction: Can Non-human Animals Make Discoveries?». *Biosemiotics* 10: 295-313. <https://doi.org/10.1007/s12304-017-9300-0>.