



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Facultad de Humanidades

**Análisis de la Cognición Corporizada desde la perspectiva
de la filosofía**

T E S I S

Que para obtener el título de:

Maestro en Ciencias Cognitivas

Presenta:

Dairon Alfonso Rodríguez Ramírez

Director de tesis: Dr. Bruno Lara Guzmán

Cuernavaca, Morelos, México.

28 de enero de 2012

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción: Ciencias Cognitivas y Filosofía | 5 |
| 1.1. Breve introducción metodológica | 5 |
| 1.2. Filosofía y Ciencias Cognitivas | 6 |
| 1.3. El programa de investigación cognitivista | 8 |
| 1.4. El Problema del Marco. | 14 |
| 2. Cognición Corporizada | 17 |
| 2.1. Un paradigma en formación | 17 |
| 2.2. Cuerpo y cognición | 18 |
| 2.3. Cognición Corporizada y representaciones | 19 |
| 3. Modelos internos y la estructura de nuestro comportamiento cotidiano | 29 |
| 3.1. Introducción | 29 |
| 3.2. El problema del control | 31 |
| 3.3. Cognición Corporizada y fenomenología | 35 |
| 4. Conclusiones | 39 |

Capítulo 1

Introducción: Ciencias Cognitivas y Filosofía

1.1. Breve introducción metodológica

Como toda ciencia, empírica o natural, las Ciencias Cognitivas son una expresión más de nuestro eterno y natural afán por hallar explicaciones a la gran variedad de fenómenos que nos rodean (Pierce [1877]). Sin embargo, tal afán, lejos de ser completamente desinteresado y neutro, tiene como punto de partida ciertos presupuestos teóricos que actúan a manera de principios regulativos, dando su forma definitiva a nuestras mejores explicaciones de la realidad. A pesar de que la mayoría de las veces el efecto de estos principios pasa desapercibido, pues no es usual que sean asumidos explícitamente como marcos normativos, su alcance se extiende a las diferentes facetas de nuestras prácticas científicas y por consiguiente a la mayoría de sus productos (Kuhn [1962]).

Un aspecto particularmente interesante de estos marcos normativos es el de su acentuada heterogeneidad interna (Echeverría [2002]). En este sentido, es posible construir una taxonomía que distinga entre los variados niveles de principios nomológicos al interior de una misma disciplina científica. Por ejemplo, el filósofo y matemático Imre Lakatos señaló en su momento que todo marco normativo contiene reglas metodológicas, las cuales fijan los criterios epistemológicos apropiados para una disciplina dada. También podríamos agregar niveles de presupuestos lógicos, empíricos o incluso ontológicos como elementos constitutivos de lo que La-

katos también denominó: programas de investigación científica (Lakatos [1965]).

En cuanto a la génesis de estos programas de investigación, su origen muchas veces se encuentra en reflexiones que no guardan necesariamente una relación directa con nuestras prácticas científicas. Más bien se derivan de consideraciones sistemáticas sobre la naturaleza de ciertos campos de la realidad, o bien sobre la naturaleza lógica y/o epistemológica de nuestros sistemas de creencias o teorías. Este tipo de reflexiones conceptuales se enmarcan en lo que comúnmente denominamos filosofía. No es de extrañar entonces que encontremos numerosos casos en la historia de la ciencia en los que cierta doctrina filosófica ayudó a definir un programa de investigación científico.

La historia de la ciencia también nos permite advertir que el valor utilitario de las doctrinas filosóficas que intervienen en nuestras prácticas científicas puede llegar a variar considerablemente. Al respecto, pensemos a manera de ejemplo en lo que significó para Albert Einstein las agudas observaciones del filósofo austriaco Ernest Mach sobre la naturaleza ontológica del espacio (Cala [2011]). Numerosos historiadores de la ciencia han insistido en que las ideas de Mach fueron decisivas para el desarrollo definitivo de los conceptos fundamentales de la teoría de la relatividad. Sin embargo, la historia de la ciencia también está plagada de casos en los que cierto programa de investigación de origen filosófico terminó por arrastrar a una disciplina científica al fracaso definitivo. Un buen ejemplo de ello es el de la ahora desacreditada biología vitalista del siglo XIX, cuyo programa de investigación encontraba su inspiración en la vieja doctrina aristotélica sobre el alma (Coleman [2001]). Lo que ponen de relieve estos pocos pero significativos ejemplos es que el éxito o fracaso de cualquier disciplina científica dependerá en gran medida de la consistencia y solidez del conjunto de preceptos regulativos que le son propios, muchos de los cuales poseen un claro raigambre filosófico.

1.2. Filosofía y Ciencias Cognitivas

Para el caso particular de las Ciencias Cognitivas la anterior observación reviste especial relevancia. Principalmente, porque a mediados de los años 90's las Ciencias Cognitivas experimentaron una profunda y radical crisis que llevó al cuestionamiento de su tradicional marco normativo,

el Cognitivismo, dejando al descubierto que la supuesta equivalencia entre la mente y los ordenadores resultaba inadecuada para el propósito de orientar exitosamente la práctica de los estudios científicos sobre la cognición. Esta crisis de principios se manifestó claramente en el campo de la Inteligencia Artificial, donde tras décadas de investigación y desarrollo no parecía haber muchos avances en el intento por conseguir sistemas artificiales inteligentes (Rodríguez et al. [2012]).

Fue así como en los 90's se hizo imperativo re-orientar las Ciencias Cognitivas a partir del desarrollo de un nuevo programa de investigación, denominado en inglés *Embodied Cognition* y que aquí llamaremos Cognición Corporizada. Esta novedosa propuesta teórica ha pretendido abordar el estudio de la cognición desde la perspectiva de su íntima conexión con el cuerpo. Pero si bien este original enfoque ha modificado sustancialmente la forma en que hoy en día estudiamos la cognición, es claro que aún falta mayor precisión para definir sus principales características así como sus respectivos alcances y límites. Entre otras cosas, porque todavía no se ha logrado articular e integrar los más recientes hallazgos de las Ciencias Cognitivas en una visión unificada y coherente de nuestra mente, que permita la superación definitiva del paradigma cognitivista. Tales hallazgos se han sucedido en el lapso de los últimos 10 o 15 años y provienen principalmente de las neurociencias y la psicología cognitiva. Creemos por tanto, que aún es necesario determinar cuáles serán los preceptos regulativos que organicen la práctica de las Ciencias Cognitivas en un futuro inmediato. Tal elección de principios no es una empresa trivial, pues de ella dependerá en buena parte el futuro de dicha disciplina científica.

En este sentido, es nuestro argumento que la filosofía puede proveer el marco conceptual apropiado para construir un modelo explicativo de nuestra conducta inteligente que complemente otras visiones corporizadas de la cognición. En realidad, este tipo de pretensión, al menos para el caso de las Ciencias Cognitivas, no es realmente novedoso pues, como veremos más adelante, el cognitivismo se inspiraba en un conjunto de tesis características de la tradición filosófica occidental. Posteriormente, tras la crisis experimentada por dicho paradigma, las Ciencias Cognitivas recibieron la influencia de la fenomenología, intervención que ha sido reconocida explícitamente en algunas de las propuestas para abordar la cognición desde una perspectiva situada o corporizada. Entre ellas cabe destacar el denominado enfoque enactivo, defendido por el autor de origen chileno Francisco Varela a principios de los años 70's. Este enfoque sostiene

que la cognición es ante todo un fenómeno biológico y adaptativo (Varela [2002]).

Pero si bien la fenomenología ha contribuido favorablemente en el desarrollo reciente de las Ciencias Cognitivas, creemos que todavía quedan por integrar a nuestra visión científica de la cognición algunos de sus aportes más significativos, en especial aquellos provenientes de la fenomenología existencialista, tal y como fue enunciada en su momento por el filósofo alemán Martin Heidegger. Sostenemos por tanto, que los resultados de las investigaciones fenomenológicas emprendidas por Heidegger sobre la conducta y la cognición son elementos que pueden proveernos con una perspectiva que, además de trascender los supuestos fundamentales del cognitivismo, servirá como punto de partida para elaborar un novedoso modelo explicativo que nos acerque al conocimiento de nuestra mente desde un enfoque corporizado.

A continuación consideraremos la forma en que hasta hace poco era abordado el estudio de la cognición. Prestaremos especial atención al particular marco normativo que le servía de fundamento, estableciendo una clasificación que nos permita distinguir entre los variados niveles de principios nomológicos que orientaban la labor de los científicos cognitivos bajo el paradigma cognitivista. Esperamos que al finalizar la próxima sección podamos apreciar con mayor claridad cuáles son los elementos que nuestra propuesta para la Cognición Corporizada buscará superar de manera definitiva.

1.3. El programa de investigación cognitivista

Además de los naturales principios lógicos que gobiernan toda práctica científica, el filósofo Hubert Dreyfus identificó algunos presupuestos adicionales sobre los cuales se desarrolló la Inteligencia Artificial durante al menos cuatro décadas. Si tomamos en cuenta que el resto de las Ciencias Cognitivas se encontraban siguiendo un paradigma similar al de la IA, podemos extender sin problemas las agudas observaciones de Dreyfus al conjunto entero de las disciplinas que conforman las Ciencias Cognitivas (Dreyfus [1992]).

Dreyfus denominó asunción biológica al principio empírico según el cual nuestro cerebro procesa información siguiendo un patrón de operaciones discretas, tal y como lo hace una computadora. Entre otras cosas,

una computadora se caracteriza por el hecho de que sus diversas operaciones se realizan siguiendo una secuencia lineal claramente definible. Según esta idea, el procesamiento de la información por parte de nuestro cerebro “puede ser completado en un número finito de etapas, y a cada etapa la sigue una cosa definida, no ambigua, que hacer a continuación” (Houdé [2003]) Adicionalmente, al equiparar nuestros cerebros con las computadoras, la asunción biológica implicaba que todos nuestros procesos cognitivos consistían en la manipulación de elementos discretos, cada uno de los cuales era portador de un contenido semántico específico. Sobre este último punto volveremos más adelante.

La asunción biológica, la cual atañe al funcionamiento neurobiológico de nuestro cerebro, posee un marcado carácter empírico, en el sentido de que sólo podemos conocer su verdad o falsedad apelando a la experiencia. Por supuesto, esta característica ayudó a fijar el alcance normativo de la asunción biológica en las Ciencias Cognitivas otorgándole un destacado papel en la investigación empírica. Fue así como buena parte del trabajo experimental realizado en las Ciencias Cognitivas adoptó como punto de partida el principio de acuerdo con el cual nuestro cerebro actuaba como una computadora. Este punto ha sido enfatizado elocuentemente por el propio Dreyfus:

“In the period between the invention of the telephone relay and its apotheosis in the digital computer, the brain, always understood in terms of the latest technological inventions, was understood as a large telephone switchboard or, more recently, as an electronic computer. This model of the brain was correlated with work in neurophysiology which found that neurons fired a somewhat all-or-nothing burst of electricity. This burst, or spike, was taken to be the unit of information in the brain corresponding to the bit of information in a computer. This model is still uncritically accepted by practically everyone not directly involved with work in neurophysiology, and underlies the naive assumption that man is a walking example of a successful digital computer program” (Dreyfus [1992]).¹

¹“En el período entre la invención de la transmisión telefónica y su apoteosis en la computadora digital, el cerebro, siempre entendido en términos de las últimas invenciones tecnológicas, fue concebido como una gran central telefónica o, más recientemente, como un computador electrónico. Este modelo del cerebro fue correlacionado con el trabajo

En el caso particular de la Inteligencia Artificial, la asunción biológica significó el intento por desarrollar, infructuosamente, sistemas artificiales que exhibieran patrones de comportamiento inteligente a partir del procesamiento de información en operaciones discretas y secuenciales, las cuales deberían ser realizadas por un procesador central.

Otro principio normativo en las Ciencias Cognitivas, oportunamente señalado por Dreyfus, es una especie de principio metodológico que define lo que puede ser considerado como una buena explicación en las Ciencias Cognitivas (Dreyfus [1992]). Denominado por Dreyfus como asunción psicológica, este principio establece que todos nuestros procesos cognitivos deberán explicarse en términos de la implementación o ejecución de un conjunto finito de instrucciones. Dichas reglas deberán establecer de manera no ambigua cuál habrá de ser la secuencia de etapas indispensables para llevar a cabo cierto proceso cognitivo, como por ejemplo razonar, planificar o percibir.

La asunción psicológica permitió superar el análisis conductista, expresado en términos de disposiciones conductuales de los organismos ante determinados estímulos sensoriales. En su lugar, y en clara oposición al conductismo, las ciencias cognitivas adoptaron el análisis computacional de la cognición. De acuerdo con este enfoque metodológico, se postulan diferentes subsistemas o módulos de procesamiento cada uno dedicado a la realización de las diferentes etapas que involucran nuestros procesos cognitivos. Estos subsistemas forman una arquitectura funcional que actúa de manera coherente para implementar ordenadamente un conjunto de instrucciones que da como resultado una salida (*output*) específica (Houdé [2003]). En consecuencia, para que nuestra arquitectura funcional obtenga en cada proceso los resultados apropiados deberá implementar el conjunto correcto de instrucciones.

Por supuesto, el análisis computacional de la cognición que acabamos de esbozar encuentra su inspiración fundamental en la analogía que se plantea entre la mente y la computadora digital. Cabe destacar que esta

en neurofisiología, el cual indicaba que las neuronas disparan un pico de electricidad de tipo todo o nada. Este disparo, o pico de activación fue asumido como una unidad de información en el cerebro correspondiente a una bit de información en una computadora. Este modelo todavía es aceptado tácitamente por prácticamente cualquier persona que no se encuentra familiarizada con el trabajo en neurofisiología, y subyace a la asunción ingenua de que el hombre es una ejemplo andante de un programa de computadora exitoso" (T.del A.).

analogía fue asumida como un principio metodológico desde el inicio mismo de las Ciencias Cognitivas. Así pues, Ulric Niesser, un autor pionero de la psicología cognitiva, señaló en su momento que: “the task of a psychologist trying to understand human cognition is analogous to that of a man trying to discover how a computer has been programmed” (Neisser [1967]).² En lo que respecta a la Inteligencia Artificial, la asunción psicológica implicaba que el éxito de cualquier intento por replicar la inteligencia humana en computadoras radicaría en conseguir que ellas realizaran el mismo tipo de operaciones implementadas por nuestra especial arquitectura funcional. Las primeras tendencias de la IA se basaron en tratar de desarrollar los programas apropiados que especificaran dichas operaciones en máquinas.

Para finalizar nuestro recuento de los principios normativos que han articulado el trabajo en las ciencias cognitivas, abordaremos en detalle lo que Dreyfus denomina asunción ontológica. Dreyfus no escatima esfuerzos a la hora de enfatizar el protagonismo que esta asunción ha tenido, no sólo en el marco de las ciencias cognitivas y la Inteligencia Artificial, sino también en el contexto más amplio de la tradición filosófica occidental. En esencia, la asunción ontológica es una tesis relativa a la naturaleza de los elementos sobre los cuales operan los módulos de procesamiento que componen nuestra arquitectura funcional. Según esta asunción todos nuestros procesos cognitivos exitosos se basan en la manipulación o transformación de representaciones discretas, abstractas y verdaderas del mundo que nos rodea. Así, nuestros mejores y más acertados planes y razonamientos se realizan tomando en cuenta solamente representaciones verdaderas claramente distinguibles entre sí por su forma y contenido semántico.

Desde la filosofía una representación puede ser vista de manera muy general como un elemento que se refiere o versa sobre cualquier otra cosa. Por ejemplo, la creencia verdadera “el gato está sobre la mesa” versa sobre algún hecho del mundo y en ese sentido se puede decir que lo representa de algún modo.

Como parte de la asunción ontológica se ha supuesto que la mejor materia prima para nuestros procesos cognitivos son aquellas representaciones que describen la realidad en términos absolutos. Siguiendo a Bertrand

²“La tarea de un psicólogo tratando de entender la cognición humana es análoga a la de un hombre tratando de descubrir cómo una computadora ha sido programada.” (T.del.A.)

Russell (Russell [1927]), diremos que una representación absoluta de la realidad es aquella descripción que resulta objetiva, en el sentido de que sus particulares modos de representar el mundo, sus contenidos, no dependen en un sentido fuerte de los aparatos epistémicos de uno u otro sujeto. Consideremos el siguiente ejemplo: la afirmación de que Marte es un planeta adyacente a la tierra expresa una situación que puede ser corroborada por cualquiera que, sin importar su estado de ánimo u opiniones, posea los medios adecuados para hacerlo. En oposición, el enunciado “esta imagen de Roschard luce como una mujer con sombrero” involucra un punto de vista subjetivo que podría no ser compartido por otros sujetos, entre otras cosas porque la opinión en cuestión es el resultado de las expectativas y preocupaciones particulares de la persona que la profiere. Para Russell entonces, nuestras creencias objetivas serán aquellas que, como en el caso de nuestro primer ejemplo, representen hechos del mundo al margen de nuestras perspectivas, sentimientos, preocupaciones, expectativas y deseos particulares.

Hemos mencionado más arriba, que de acuerdo con la asunción ontológica nuestras representaciones del mundo son elementos discretos, es decir claramente distinguibles entre sí por su forma y contenido semántico. El contenido semántico de una representación es su denotación específica; por ejemplo, la creencia “el gato está sobre la mesa” denota un cierto estado de cosas en el mundo, el cual constituye su particular contenido semántico. Siguiendo los postulados de la asunción ontológica diremos que tal estado de cosas es claramente diferenciable, en sus características y rasgos, de los otros estados de cosas que pudiéramos llegar a representar. Esto sugiere una marcada heterogeneidad e independencia entre los elementos que constituyen la realidad que habitamos, por lo que resultaría posible analizar un objeto o situación en términos de sus elementos constitutivos sin que ello suponga hacer referencia directa a los elementos constitutivos de otros objetos o situaciones. Por ejemplo, dado que la naturaleza de las sillas y los humanos es muy diferente, podemos enumerar las diferentes propiedades que poseemos sin que ello suponga hacer mención a las propiedades que poseen las sillas y viceversa.

Este último rasgo de la asunción ontológica, presente tanto en las Ciencias Cognitivas como en el marco de la filosofía occidental, ha dado pie a la concepción teórica según la cual nuestra realidad está constituida por objetos y situaciones cuya naturaleza se encuentra claramente delimitada. Así, según esta concepción metafísica, la realidad que habitamos es

una mera yuxtaposición espacial y temporal de elementos relativamente independientes unos de otros (Dreyfus [1992]).

La asunción ontológica ha tenido un profundo impacto en el trabajo realizado en Ciencias Cognitivas. Al respecto, consideremos que hasta hace unos pocos años se creía que la solución al problema de crear sistemas artificiales inteligentes radicaba en el nivel de exactitud de las representaciones que una computadora pudiera albergar. Bajo este presupuesto surgieron proyectos tan ambiciosos como el proyecto CYC (Stork [1998]), que consistió en el intento por desarrollar una computadora inteligente a partir de la implementación en su memoria de una gran cantidad de datos o representaciones objetivas del mundo. Como sucedió con la asunción biológica, la asunción ontológica fue asumida como principio teórico desde el inicio mismo de las Ciencias Cognitivas en los años 50's:

"I see no reason to believe that intelligence can exist apart from a highly organized body of knowledge, models and processes. The habit of our culture has always been to suppose that intelligence resides in some crystalline element, call it consciousness, apprehension, insight, gestalt, or what you will but this is merely to confound naming the problem with solving it. The problem-solving abilities of a highly intelligent person lies partly in his superior heuristics for managing his knowledge-structure and partly in the structure itself; these are probably somewhat inseparable. In any case, there is no reason to suppose that you can be intelligent except through the use of an adequate, particular knowledge or model structure"(Minsky [1969]).³

³"No veo ninguna razón para creer que la inteligencia pueda existir al margen de un cuerpo de conocimiento altamente organizado, modelos o procesos. El hábito de nuestra cultura siempre ha sido suponer que la inteligencia reside en un elemento cristalizado, llamado conciencia, aprehensión, comprensión, gestalt, o lo que uno quiera; sin embargo, esto es sólo confundir nombrar el problema con resolverlo. Las habilidades de una persona para resolver problemas con un gran nivel de inteligencia residen parcialmente en su superior heurística para organizar sus estructuras de conocimiento y parcialmente en esas mismas estructuras; de alguna forma ambos elementos son inseparables. En cualquier caso, no hay razón para suponer que uno puede ser inteligente excepto a través del uso de un conocimiento particular o una estructura modelo" (T. del A.).

1.4. El Problema del Marco.

El paradigma cognitivista constituyó, durante 40 años aproximadamente, el programa de investigación dominante en las Ciencias Cognitivas. Sin embargo, como ya hemos mencionado en otros apartes de esta introducción, dicho paradigma pareció estancarse a principios de los años 90's.

Uno de los principales problemas que afrontó este paradigma fue el fracaso para desarrollar sistemas artificiales que exhibieran niveles de inteligencia significativos. Entre otras cosas, porque desde la perspectiva cognitivista el así llamado Problema del Marco (The Frame Problem) apareció como un obstáculo insalvable (Mccarthy and Hayes [1969]). El Problema del Marco hace referencia a la dificultad que plantea para un sistema manipular y recuperar de forma apropiada y pertinente información relevante ante situaciones novedosas:

“Given a dynamically changing world, how is a nonmagical system . . . to take account of those state changes in that world . . . that matter, and those unchanged states in that world that matter, while ignoring those that do not? And how is that system to retrieve and (if necessary) to revise, out of all the beliefs that it possesses, just those beliefs that are relevant in some particular context of action?”(Wheeler [2007]).⁴

En el caso particular de los sistemas artificiales, el Problema del Marco se manifestó de manera apremiante en su incapacidad para adaptarse exitosamente ante cambios importantes en el ambiente, lo cual fue el producto de la incapacidad de los programas de computadora para determinar en alguna medida cuáles hechos podían variar y cuáles no ante nuevas circunstancias.

Por supuesto, una pregunta especialmente pertinente en relación al Problema del Marco es aquella que atañe a su origen. Hemos dicho con anterioridad que el fracaso de algunas disciplinas científicas se debe principalmente a los programas de investigación que las sustentan. El caso del

⁴“Dado un mundo cambiante y dinámico, cómo es que un sistema no-mágico...puede tener en cuenta aquellos estados de cosas en el mundo...relevantes, y aquellos estados que permanecen sin alteración que también son relevantes, mientras ignora aquellos que no lo son? Y cómo es que ese sistema recupera y (si es necesario) revisa, de entre todas las creencias que posee aquellas que son relevantes en un algún particular contexto o situación?” (T.del A.).

paradigma cognitivista no es la excepción a esta generalización, pues como veremos a continuación el Problema del Marco y la asunción ontológica se encuentran estrechamente vinculados.

Según la asunción ontológica, para razonar correctamente sobre el mundo necesitamos hacerlo siempre sobre la base de representaciones verdaderas, las cuales corresponden con los hechos. Esto plantea la necesidad de que, entre otras cosas, estemos revisando constantemente cuáles de nuestras representaciones conservan su valor de verdad ante los cambios en el ambiente. Sin embargo, este proceso de verificación de nuestras creencias requiere que consideremos una por una un número infinito de representaciones, lo cual es a todas luces una estrategia técnicamente insoluble que se traduce en el Problema del Marco. Podemos concluir que este Problema se origina en los postulados del paradigma cognitivista, específicamente en la asunción ontológica y en su requerimiento de que nuestros procesos cognitivos deban basarse en la manipulación de representaciones de la realidad.

Capítulo 2

Cognición Corporizada

2.1. Un paradigma en formación

Tras el estancamiento del cognitivismo a principios de los años 90's, se generalizó entre los científicos cognitivos la idea de que la cognición debía comprenderse en el contexto de su íntima conexión con el cuerpo. Ahora bien, lejos de ser una postura homogénea, el paradigma de la Cognición Corporizada ha albergado desde su formulación diferentes tendencias teóricas, entre las cuales podemos destacar aquellas que han estado inspiradas directamente en algunos de los aportes fundamentales de la fenomenología existencialista sobre la cognición y la conducta. Esta propuesta filosófica, primero formulada por Martin Heidegger y posteriormente retomada por el filósofo francés Maurice Merleau-Ponty, puede ser vista en buena parte como una réplica a los principales compromisos metafísicos de la postura cognitivista sobre la mente, los cuales fueron expuestos en la sección anterior. En especial, Heidegger rechazaba la idea concerniente a la naturaleza representacional de los contenidos mentales y en consecuencia pensaba que buena parte de nuestro comportamiento inteligente no surgía como resultado de estimaciones o cálculos basados en representaciones abstractas del mundo. En lugar de eso, para Heidegger la forma más básica y primordial de relacionarnos con otros entes es a través de su manipulación en el transcurso de nuestras actividades cotidianas, en las que intervienen numerosos saberes prácticos y habilidades físicas. En este sentido, podemos decir que la fenomenología, a través de algunos de sus aportes más significativos, ha estado presente en la transformación

radical que han experimentado las Ciencias Cognitivas en los últimos 20 años de la mano con el paradigma de la Cognición Corporizada.

Sin embargo, es nuestro argumento que existen diferencias conceptuales importantes que separan a la fenomenología existencialista de las posturas tradicionales sobre la Cognición Corporizada. En especial, dichas posturas parecen soslayar varios de los elementos que caracterizan nuestro particular modo de *ser-en-el-mundo*, del cual Heidegger dio buena cuenta en varias de sus obras. Este particular olvido ha obstaculizado seriamente el surgimiento de una propuesta robusta para las Ciencias Cognitivas que permita la superación definitiva del cognitismo. A continuación consideraremos 3 de las más relevantes posturas sobre la Cognición Corporizada que se han inspirado en la fenomenología. Abordaremos sus tesis principales, y veremos en qué medida éstas se alejan de los resultados de la investigación fenomenológica sobre la cognición.

2.2. Cuerpo y cognición

Como ya hemos señalado en otras secciones de esta tesis, a mediados de los años 90's nuestra concepción de la cognición comenzó a sufrir una radical transformación. Fue así como se generalizó a numerosos ámbitos científicos la discusión sobre la Cognición Corporizada, una propuesta teórica que, desde una perspectiva muy general, enfatiza el papel del cuerpo en los diversos procesos cognitivos. De acuerdo con esta perspectiva, la dinámica de la interacción entre el cuerpo y el ambiente circundante nos provee con los recursos cognitivos necesarios para desenvolvemos en un mundo dinámico como el nuestro. Con esto se quiere enfatizar la gran importancia que tienen las funciones sensori-motrices en nuestro acoplamiento exitoso con el mundo. Naturalmente, esto último plantea la restricción de que el comportamiento inteligente sólo puede surgir en agentes que posean un cuerpo que interactúa con su entorno. Es esta interacción la que le da al agente la posibilidad de aprender y desarrollarse cognitivamente, además de proveer el tipo de sensibilidad a las situaciones y sus cambios que le permite a una agente adaptarse a su entorno. Cabe resaltar que dicho tipo de sensibilidad es lo que caracteriza a los seres dotados de una perspectiva subjetiva o de primera persona (Varela [2002]).

En el caso de la Inteligencia Artificial, la adopción del paradigma en consideración ha significado entre otras cosas el empleo de agentes autóno-

mos artificiales o robots, como plataformas en las cuales probar los modelos que creemos nos acercan al conocimiento de nuestra mente. Cabe resaltar, que los robots, además de recibir estímulos sensoriales a través de una gran variedad de sensores como cámaras y sonares, se encuentran en capacidad de desplazarse y modificar su entorno gracias a los actuadores que poseen. Estas características permiten implementar modelos cognitivos en los robots, con lo cual se busca integrar sus capacidades sensorimotrices de tal forma que puedan emerger en ellos algunas de las habilidades conductuales propias de los agentes inteligentes que encontramos en la naturaleza (Rodríguez and Lara [2011]).

2.3. Cognición Corporizada y representaciones

Desde principios de los años 90's numerosos científicos cognitivos han declarado que su enfoque para abordar la cognición es corporizado o situado, en los términos que acabamos de exponer. Sin embargo, lejos de ser una postura homogénea, el paradigma de la Cognición Corporizada ha albergado en los últimos 20 años diferentes tendencias teóricas. Dichas tendencias se pueden agrupar en dos grandes conjuntos dependiendo de la postura que asumen en relación a las representaciones. Por una lado, se encuentran aquellos autores que, junto con Rodney Brooks, se declaran abiertamente anti-representacionistas. Otros en cambio, como Andy Clark, ven en este anti-representacionismo una posición problemática y en consecuencia buscan incorporar en sus caracterizaciones situadas o corporizadas de la cognición la noción de representación. Esta ambivalencia en relación a las representaciones ha sido una de las marcas distintivas del debate en torno al paradigma de la Cognición Corporizada.

Brooks postulaba que para los seres inteligentes el mejor modelo del mundo es el mundo mismo (Brooks [1997]), lo cual quiere decir que el entorno nos da las claves, vía nuestros sistemas sensoriales, para generar las respuestas motrices apropiadas a cada uno de los estímulos que vamos percibiendo. La inteligencia es, según esta perspectiva, un patrón de comportamiento complejo que emerge a partir de la combinación de respuestas conductuales básicas causadas de manera reflexiva por los diversos estímulos recibidos. Brooks desarrolló varios agentes artificiales autónomos (i.e. robots), en su laboratorio del Instituto Tecnológico de Massachusetts cuya conducta global estaba basada en comportamientos básicos implementa-

dos como niveles jerárquicos.

La propuesta de Brooks concibe nuestra cognición en términos de procesos de integración sensori-motriz, los cuales siempre tienen lugar en ambientes reales. Así, en lugar de crear, manipular y transformar representaciones del mundo, el sistema nervioso central de seres inteligentes como nosotros estaría dedicado exclusivamente al control de la acción, el cual se llevaría a cabo atendiendo exclusivamente a los diferentes estímulos sensoriales provenientes del entorno. Esta visión de la cognición presupone que nuestras particulares habilidades cognitivas se fundamentan en procesos cognitivos de muy bajo nivel que compartiríamos con otros animales. Este punto fue enfatizado por el propio Brooks cuando declaró que:

“The “simple” things concerning perception and mobility in a dynamic environment . . . are a necessary basis for “higher-level” intellect. . . . Therefore, I proposed looking at simpler animals as a bottom-up model for building intelligence. It is soon apparent, when “reasoning” is stripped away as the prime component of a robots intellect, that the dynamics of the interaction of the robot and its environment are primary determinants of the structure of its intelligence”(Brooks [1997]).¹

Tal y como se desprende de la anterior cita, para Brooks la inteligencia se fundamenta principalmente en nuestro modo elemental de acoplarnos con el mundo, el cual es esencialmente pre-deliberativo pues excluye la manipulación de representaciones abstractas. De esta manera Brooks intenta hacer eco de la postura heideggeriana, al asumir explícitamente un enfoque anti-representacionista de la cognición.

Ahora bien, a pesar del enorme impacto que ha tenido la propuesta de Brooks en las Ciencias Cognitivas, numerosos autores no han dudado en rechazar su componente anti-representacionista. Entre las razones que estos autores han aducido, se encuentra el hecho de que el tipo de explicación de la cognición propuesto por Brooks, parece soslayar una gran parte

¹“Las cosas más simples concernientes a la percepción y movilidad en un ambiente dinámico...constituyen las bases para la inteligencia de más alto nivel... Por lo tanto, propongo inspirarnos en los animales más simples como modelos básicos para construir la inteligencia. Se detecta pronto, una vez que el razonamiento es eliminado como el primer componente de la inteligencia de un robot, que la dinámica de la interacción del robot y su ambiente son los elementos determinantes de la estructura de su inteligencia” (T.del A.).

de nuestra actividad cognitiva. Por ejemplo, la psicóloga estadounidense Margaret Wilson ha señalado que “one of the hallmarks of human cognition is that it can take place decoupled from any immediate interaction with the environment” (Wilson [2002]).⁴ Algunas de las actividades cognitivas que tienen lugar en ausencia de estímulos provenientes del entorno son planificar, recordar e imaginar. En tales casos, agrega la autora, la explicación de la cognición en términos de procesos de integración sensorio-motrices es completamente insatisfactoria, pues el procesamiento de la información se encuentra disociado de cualquier interacción con el ambiente. En oposición al enfoque propuesto por Brooks, Wilson afirma que las actividades cognitivas de alto nivel, como planificar, imaginar y recordar consisten más bien en la representación de aquello que se encuentra distante en el espacio y en el tiempo (Wilson [2002]).

Otros autores, si bien no tienen problemas con el componente anti-representacionista de la postura de Brooks, han coincidido en que su poder explicativo es bastante reducido. Este es el caso de Hubert Dreyfus (Dreyfus [2008]), quien ha enfatizado que los robots creados por Brooks, llamados Animats, son incapaces de aprender sobre la base de su experiencia y de modificar su comportamiento para ajustarse a los cambios en el entorno. Este problema, que a primera vista podría parecer un simple escollo técnico, en realidad señalaría los límites de la postura teórica defendida por Brooks. Como hemos visto, para Brooks el comportamiento de los seres inteligentes emerge como resultado de la combinación de respuestas conductuales básicas, causadas reflexivamente por estímulos específicos que provienen de la interacción con el entorno. Al respecto, Dreyfus, quien busca reivindicar la postura heideggeriana sobre la cognición y la conducta, contra argumenta que en lugar de responder a estímulos aislados, nuestra forma usual de comportarnos es una reacción pre-deliberativa a elementos que conforman un todo o conjunto estrechamente interrelacionado, un contexto o situación. El anterior punto fue enfatizado por uno de los principales interpretes de Heidegger, Aron Gurwitsch:

“What is imposed on us to do is not determined by us as someone standing outside the situation simply looking on at it; what occurs and is imposed are rather prescribed by the situation and its own structure; and we do more and greater justice to it the

⁴“Uno de los sellos distintivos de la cognición humana es que ésta puede tener lugar disociada de cualquier interacción inmediata con el ambiente” (T.del A.).

more we let ourselves be guided by it, i.e., the less reserved we are in immersing ourselves in it and subordinating ourselves to it. We find ourselves in a situation and are interwoven with it, encompassed by it, indeed just “absorbed” into it” (Gurwitsch [1979]).¹

Dreyfus aclara su punto, y el de Heidegger, a través de un ejemplo presentado por Merleau-Ponty (Dreyfus [1993]). Las acciones de un tenista profesional en un juego de tenis son respuestas motrices que buscan ajustarse a las diferentes condiciones del juego. Así, pues, un remate exitoso no es una respuesta a un elemento aislado y diferenciado del juego, como por ejemplo la dirección de la bola; más bien un buen tenista le imprime un cierto ángulo, fuerza y dirección a sus remates dependiendo de la posición y velocidad de su oponente, el tipo de terreno de la cancha, la dirección, ángulo y velocidad que tiene la bola en un momento específico, etc. Por supuesto, si algo cambiase en esta configuración, nuestro tenista profesional alteraría alguno de los parámetros de su remate buscando obtener de éste los resultados deseados.

Ahora bien, este tipo de acoplamiento temático deja entrever otra diferencia notable entre nosotros y los Animats de Brooks: mientras las respuestas conductuales de estos últimos son meramente reactivas, nuestra sensibilidad a las situaciones y sus cambios nos permiten acceder a un mundo cargado de significado: “En este tipo de trato que nos mantiene ocupados con el mundo comparece este mundo mismo” (Heidegger [2008]). Al respecto, consideremos nuevamente el caso de un tenista profesional: durante un juego de tenis, un buen jugador no adopta una postura neutra e indiferente en relación a los elementos con los cuales interactúa; por el contrario, un jugador, como parte de su actitud natural para jugar tenis, verá en el tipo de terreno, en la raqueta que emplea y en muchas otras cosas “como algo que resulta «útil para», como algo «de importancia para», como algo «que contribuye a»” (Heidegger [2008]). En este sentido podemos afirmar que en el curso de nuestra interacción cotidiana con otros entes accedemos a su

¹“Las acciones que se imponen a nosotros no son determinadas por nosotros como personas que se mantendrían fuera de la situación y solamente la observan. Lo que sucede y se impone es más bien prescrito por la situación y su propia estructura; y le hacemos más y mejor justicia si nos dejamos guiar por ella. i.e., no debemos oponernos a nuestra inmersión en la situación y debemos aceptar nuestra subordinación a aquella. Nos encontramos en una situación y somos parte de su tejido conjuntivo, estamos abarcados por ella; es decir estamos absorptos en ella” (T.del A.).

significado utilitario, el cual nos es dado en términos de su servicialidad. Ahora bien, desde la perspectiva de la fenomenología existencialista dicho sentido utilitario no puede ser entendido como una especie de representación mental claramente definible, algo así como una lista de los posibles usos que podemos dar a una o más entidades en un contexto específico. Más bien, las entidades tienen un cierto sentido o significado para nosotros cuando, en función de nuestros objetivos y habilidades, ellas nos llaman a usarlas de un modo determinado: “La absorción ocupada en el mundo y el extravío en él se dejan llevar, por decirlo así, por el significar” (Heidegger [2008]). Así, cuando por ejemplo un tenista busca anotar un punto durante un juego, la posición de su oponente en la cancha, el tipo de terreno y algunos otros factores que en ese contexto tienen cierta significatividad, lo llevan a responder de cierta manera, entregándose así a un modo particular de interacción con su entorno más inmediato.² Es así como los humanos tienen algo que está ausente completamente en los agentes diseñados por Brooks, a saber: la posibilidad de acceder a un mundo cargado de significación a través de su trato cotidiano con los objetos que les rodean, de tal forma que sus acciones sean algo más que simples respuestas reactivas a estímulos aislados y diferenciados provenientes del entorno. Este punto ha sido enfatizado elocuentemente por el propio Dreyfus: “AI researchers need to consider the possibility that embodied beings like us take as input energy from the physical universe, and respond in such a way as to open themselves to a world organized in terms of their needs, interests, and bodily capacities without their (...) brains converting stimulus input into reflex responses, as in Brooks Animats” (Dreyfus [2008]).³

Este entendimiento práctico u operativo de las entidades que pueblan la realidad se fundamenta en el trasfondo de habilidades corporales que sirve al propósito de articular la estructura de nuestro comportamiento cotidiano. Con entendimiento práctico u operativo nos referimos a nuestra

²Sin duda, existe cierta similitud entre la descripción heideggeriana de las dimensiones significativas de nuestro trato con el mundo y la noción de *affordance*, tal y como fue postulada por J. Gibson en (Gibson [1977]).

³Los investigadores en Inteligencia Artificial necesitan considerar la posibilidad de que los seres con un cuerpo como nosotros tomen como entradas la energía proveniente del universo físico, y responden de tal forma que se abran a un mundo organizado en términos de sus necesidades, intereses, y capacidades corporales sin necesidad de suponer que sus cerebros convierten los estímulos entrantes en respuestas reflejas, como en los Animats de Brooks” (T.del A.).

capacidad, antes señalada, para responder o actuar apropiadamente en demanda de los contextos o situaciones con los cuales vamos tratando. Cabe resaltar que esta habilidad para actuar según el contexto sólo puede ser exhibida por un agente que posee como trasfondo un conjunto de saberes prácticos o utilitarios relacionado al amplio rango de equipo con el cual interactúa. Este tipo de saber práctico, el cual Heidegger denominó trasfondo de familiaridad, corresponde a nuestras competencias corporales para lidiar o tratar de manera apropiada con conjuntos de elementos que usualmente se encuentran interconectados. De esta manera, cuando por ejemplo jugamos tenis, nuestro sentido de familiaridad se manifiesta de manera patente en nuestra habilidad corporal para manipular apropiadamente nuestra raqueta, responder correctamente a los saques de nuestro oponente, etc. En general, dicho trasfondo de familiaridad involucra la disposición para comportarse de tal forma que sea posible para un agente acoplarse exitosamente a un entorno o situación específica. En consecuencia, dichas habilidades corporales son determinantes a la hora de fijar el valor o sentido operativo que tienen para nosotros los elementos que podemos encontrar en un determinado contexto, pues ellas determinan el uso o manipulación que les daremos en el transcurso de nuestras actividades cotidianas. De manera complementaria, este trasfondo nos lleva, no sólo a interactuar con ciertos elementos que nos parecen relevantes, sino también a dejar de actuar ante factores o elementos que pudieran interferir en nuestro trato exitoso con el mundo. En el caso de los Animats diseñados por Brooks, uno de sus principales obstáculos para desarrollar un comportamiento flexible que les permitiera ajustarse a los cambios en el entorno, fue precisamente la ausencia de este trasfondo temático de habilidades prácticas que les permitiera modular sus respuestas ante los diferentes elementos que iban encontrando a su paso. Tal y como afirma Dreyfus: el trasfondo de familiaridad, cimentado en nuestra destrezas y habilidades corpóreas, nos provee con las condiciones que hacen posible nuestra acción adaptativa en el mundo (Dreyfus [1993]).

Tras el fracaso del proyecto de Brooks para crear Inteligencia Artificial a finales de los años 90, numerosos autores en el campo de la Robótica Cognitiva buscaron desarrollar otras alternativas al enfoque cognitivista tradicional. Entre ellas cabe destacar la propuesta de Phil Agre, que entre otras cosas ha estado inspirada explícitamente en las ideas del filósofo Martín Heidegger. En su libro, *Computation and Human Experience* de 1997, Agre asume explícitamente como punto de partida de su propuesta

la crítica Heideggeriana al concepto cartesiano de hombre, el cual sirvió de inspiración al paradigma cognitivista: "I believe that people are intimately involved in the world around them and that the epistemological isolation that Descartes took for granted is untenable. This position has been argued at great length by philosophers such as Heidegger and Merleau-Ponty; I wish to argue it technologically" (Agre [1997]).⁴

Haciendo eco de la tesis fenomenológica según la cual los seres inteligentes viven en un mundo cargado de sentido operativo, Agre desarrolló un programa, en el cual un agente virtual llamado Pengi se comportaba conforme a las oportunidades para actuar que los objetos de su entorno le presentaban. Dichas oportunidades fueron programadas usando lo que Agre denominó Representaciones Deicticas (Deictic Representations). De acuerdo con Agre "[Deictic representations] designate, not a particular object in the world, but rather a role that an object might play in a certain time extended pattern of interaction between an agent and its environment" (Agre [1997]).⁵

De esta manera, las representaciones deicticas desarrolladas por Agre funcionaban como elementos que guiaban u orientaban de manera exitosa la acción de Pengi en su entorno. Este carácter eminentemente funcional de las representaciones deicticas contrasta notablemente con la concepción de las representaciones que albergaba el paradigma cognitivista, el cual las concebía como elementos abstractos que podían describir la realidad al margen de nuestras perspectivas, sentimientos, preocupaciones, expectativas y deseos particulares. En contraposición las representaciones deicticas definen las entidades a las cuales hacen referencia en términos de los usos o roles que los agentes les asignan en función de sus objetivos e intereses específicos. Siguiendo las ideas de Kiverstein (Kiverstein [2005]) diremos que, en el caso del enfoque desarrollado por Agre, las entidades con las cuales interactúa Pengi no tiene una identidad independiente de sus objetivos y expectativas, sino que más bien ellas son lo que son porque deben ser usadas por Pengi de tal forma que le permitan alcanzar sus fines

⁴"Creo que la gente está íntimamente involucrada con el mundo alrededor de ellos y que el aislamiento epistemológico que Descartes dio por supuesto es insostenible. Esta posición ha sido defendida por filósofos como Martin Heidegger y Merleau-Ponty; Yo deseo defenderla tecnológicamente" (T.del A.).

⁵"[Las representaciones deicticas] designan, no un objeto en el mundo, sino más bien el papel que un objeto puede jugar en cierto patrón de interacción entre un agente y su entorno" (T.del A.).

particulares.

A pesar de que la propuesta de Agre constituyó un avance significativo en el intento por crear Inteligencia Artificial, el agente de su programa no consiguió desarrollar un patrón de comportamiento flexible similar al nuestro. En parte porque Agre concebía las representaciones deicticas como elementos que se encontraban asociados de manera fija a las diferentes entidades que constituían el mundo artificial de Pengi. Esto creó el inconveniente de que, al igual que con los Animats de Brooks, el comportamiento de Pengi emergía como resultado de la combinación de respuestas conductuales estereotipadas ante elementos aislados y diferenciados de su entorno. Así, toda vez que Pengi se encontraba con un cubo, una regla asociada a ese tipo de elementos, una representación deictica, le decía cómo debía comportarse. La misma respuesta conductual se repetía de manera invariante sin que fuera posible para el agente modificarla o modularla de alguna forma.

Sin embargo, tal y como hemos tenido la oportunidad de discutir en este capítulo, los seres inteligentes son capaces de adquirir habilidades corporales que les permiten adaptarse a las variaciones en sus entornos. En la mayoría de los casos, este tipo de adaptación surge como el resultado de la alteración y/o mudulación de sus respuestas conductuales ante los estímulos provenientes del entorno. Así, es común encontrar entidades que no siempre poseen el mismo valor utilitario, pues en algunas ocasiones dichas entidades son soslayadas mientras que en otras se convierten en el eje central de la interacción de un agente con su entorno. Esta flexibilidad conductual que exhiben los seres inteligentes no podría ser el resultado de respuestas estereotipadas asociadas a representaciones deicticas, tal y como afirma la propuesta de Agree.

Otra propuesta relevante para abordar la cognición desde una perspectiva situada o corporizada, ha sido defendida desde finales de los años 90's por el filósofo inglés Andy Clark (Clark and Chalmers [1998]). El énfasis de esta propuesta radica en su marcada oposición a la postura anti-representacionalista defendida por Rodney Brooks. Para Clark, al igual que para el cognitivismo, nuestros procesos cognitivos de alto nivel consistirían en la manipulación de representaciones. Sin embargo, Clark se deslinda explícitamente de la postura cognitivista, al plantear que algunos recursos presentes en el entorno también deben ser incluidos dentro de los límites de lo mental.

Clark busca demostrar su punto, resaltando la influencia que tendrían

algunos recursos externos en nuestros procesos cognitivos (Clark and Chalmers [1998]). Numerosos autores han señalado que una estrategia empleada recurrentemente en la resolución de problemas es hacer uso del ambiente con el fin de reducir la carga computacional que demanda cierta tarea (Kirsh and Maglio [1994]). Al respecto, consideremos brevemente lo que sucede cuando resolvemos operaciones aritméticas contando con los dedos de nuestra mano. En tales casos, la manipulación física de ciertos elementos sirve para guiar u orientar nuestra actividad cognitiva, de tal forma que podemos encontrar rápidamente la respuesta correcta a las operaciones aritméticas planteadas. Esta clase de uso del ambiente en algunos de nuestros procesos cognitivos, ha llevado a Clark a concluir que nuestra cognición no es una actividad centralizada exclusivamente en nuestros cerebros, sino que más bien se encuentra distribuida o extendida a lo largo de aquellas entidades en el entorno que afectan causalmente nuestros procesos cognitivos.

Para Clark, la tesis de la Cognición Extendida, tienen el gran mérito de modificar radicalmente nuestra comprensión de la cognición. Bajo el programa de investigación cognitivista, los sistemas cognitivos eran caracterizados con total independencia de sus respectivos entornos, abarcando solamente sus particulares arquitecturas funcionales así como sus respectivos estados internos. En contraposición, la propuesta defendida por Clark implicaría que los sistemas cognitivos se encuentran distribuidos a través de aquellos recursos presentes en el entorno que afectan la dinámica de su actividad cognitiva. Desde este punto de vista, para entender la cognición tendríamos que comenzar a estudiar las diversas relaciones funcionales que nuestro cerebro establece con el entorno, tal y como si se tratara de un sistema cognitivo unificado.

Ahora bien, desde la perspectiva que nos presenta la fenomenología existencialista, la propuesta de la Cognición Extendida, lejos de ser un avance significativo en nuestra comprensión de la cognición, adolece de una seria limitación que vale la pena reseñar. Entre otras cosas, la tesis defendida por Clark preserva la asunción cognitivista según la cual nuestra cognición consiste en la implementación de numerosos procesos computacionales, con la aclaración de que tales procesos incluyen entre las representaciones que manipulan, elementos que se encuentran presentes en el entorno. Sin embargo, como bien señaló Dreyfus, "Heidegger's important insight is not that, when we solve problems, we sometimes make use of representational equipment outside our bodies, but that being-in-

the-world is more basic than thinking and solving problems; that it is not representational at all" (Dreyfus [2008]).⁶ De esta manera, Clark es incapaz de reconocer el hecho de que muchas de nuestras acciones, lejos de ser el resultado de cálculos basados en representaciones, involucran más bien un acervo amplio de habilidades físicas y saberes prácticos.

⁶"El aporte más importante de Heidegger no es que, cuando resolvemos problemas, usamos los recursos representacionales fuera de nuestro cuerpo, sino que estar-en-el-mundo es más básico que pensar y resolver problemas; que no es representacional en absoluto" (T. del A.).

Capítulo 3

Modelos internos y la estructura de nuestro comportamiento cotidiano

3.1. Introducción

Como ya se mencionó en el capítulo introductorio de la presente monografía, uno de nuestros principales objetivos será intentar diseñar un modelo explicativo de nuestra cognición a partir de la perspectiva que nos ofrece la fenomenología existencialista. Esperamos que al adoptar algunos de los aportes fundamentales de la fenomenología existencialista sobre la cognición y la conducta podamos articular en un marco conceptual coherente y unificado algunos de los hallazgos empíricos más significativos de las Ciencias Cognitivas en las últimas décadas. En especial, buscaremos ofrecer un enfoque unificado de los mecanismos cognitivos conocidos con el nombre de modelos internos, el cual nos permitirá explicar y justificar nuestro particular modo de *estar-en-el-mundo*.

Basados en los anteriores presupuestos, el presente capítulo tendrá la siguiente estructura: en primer lugar, consideraremos brevemente la naturaleza de los modelos directos e inversos a la luz del problema del control. Luego exploraremos la posibilidad de que dichos modelos provean la base causal del trasfondo de familiaridad que permite estructurar nuestro comportamiento cotidiano. En este sentido, propondremos que los modelos directos e inversos sean entendidos como los elementos que nos proveen

con el acervo de saberes prácticos o utilitarios que, de acuerdo con Heidegger, nos permiten interactuar de manera apropiada con conjuntos de elementos que usualmente se encuentra interconectados.

Los modelos internos, directos e inversos, deben ser entendidos como mecanismos neuronales que emulan las diversas relaciones causales del aparato motriz con su entorno inmediato. Así, un modelo directo es un modelo interno que, basado en la situación sensorial actual, proporciona a un agente con las predicciones de situaciones sensoriales producidas por comandos motrices auto-generados. Por otra parte, los modelos inversos nos proporcionan los comandos motrices necesarios para ir de una situación sensorial actual a una deseada. De acuerdo con datos neurobiológicos, tanto los modelos directos como los inversos podran localizarse funcionalmente en la zona media del encéfalo conocida como cerebelo (Wolpert et al. [1998]).

A partir de una propuesta para un modelo de control basado en pares múltiples de modelos directos e inversos, argumentaremos que las habilidades o competencias corporales de un ser inteligente emergen como resultado de procesos cognitivos en los cuales están involucradas cadenas de predicciones sensori-motrices. Para dar mayor alcance y fuerza a nuestro argumento apelaremos a estudios experimentales en los cuales se hace evidente el papel de los modelos directos e inversos en el control motriz y la coordinación efectiva de una gran variedad de comportamientos.

Como veremos a lo largo del presente capítulo, la perspectiva de la Cognición Coporizada que se sigue de su integración conceptual con la fenomenología existencialista enfatiza el papel que tendrían nuestras habilidades corporales en el transcurso de nuestra interacción cotidiana con otros entes. De esta manera, buscamos hacer eco de la posición heideggeriana según la cual nuestro modo elemental de acoplarnos con el mundo, en lugar de basarse en deliberaciones sobre las creencias que albergamos, más bien se fundamenta en nuestras competencias corporales para lidiar o tratar de manera pre-deliberativa con conjuntos de elementos que usualmente se encuentran interconectados. Creemos que incorporando al paradigma de la Cognición Corporizada uno de los aportes más significativos de la propuesta heideggeriana sobre la conducta y la cognición, la noción de trasfondo de familiaridad, podremos superar de manera definitiva el viejo paradigma cognitivista. También esperamos que nuestra propuesta sirva de complemento a otras visiones situadas o corporizadas de la cognición, al explicar en términos que trascienden la mera reactividad la compleja

relación entre nuestro cuerpo y el entorno.

3.2. El problema del control

Los modelos internos, directos e inversos, han sido propuestos recientemente como una alternativa de solución al problema que significa modelar satisfactoriamente los mecanismos de control de la acción en sistemas que interactúan con entornos dinámicos. Entre otras cosas, este problema ha sido especialmente acuciante en el marco de las Ciencias Cognitivas debido a la incapacidad de los modelos clásicos de control, específicamente aquellos basados en retroalimentación sensorial (sensory feedback) y prealimentación (feedforward), para dar cuenta por separado de la coherencia y flexibilidad exhibidas por nuestro comportamiento.

Bajo la influencia del Cognitivismo, los primeros científicos cognitivos concibieron la acción como el desenlace observable de un proceso de prealimentación que consistía en el uso de modelos o representaciones del entorno para planificar anticipadamente las diferentes secuencias de movimientos ejecutadas por un agente. Así las cosas, desde la psicología cognitiva el estudio de los movimientos biológicos fue abordado “como un desarrollo secuencial con jerarquías de niveles de ejecución” (Houdé [2003]), dependiente de un módulo jerárquicamente superior encargado de procesar toda la información relevante sobre el entorno. De manera análoga, en el caso de la Inteligencia Artificial clásica se adoptó el denominado paradigma Percepción - Planeación - Acción, o PPA, el cual estipulaba que el control de los movimientos de un sistema artificial inteligente se descompone en tres etapas, cada una implementada secuencialmente por un módulo diferente. Estas fases son: (i) construcción de un modelo simbólico-representacional del mundo; (ii) elección de un curso de acción tomando como base el modelo del mundo almacenado en la memoria; y (iii) ejecución del curso de acción elegido. Tanto el paradigma PPA como el enfoque adoptado en psicología cognitiva asumieron que para el buen desarrollo de una acción, un agente debería prever en sus planes todos los posibles factores que pudieran interferir en el logro de sus objetivos.

Sin embargo, este último rasgo de los modelos de control basados en prealimentación, en lugar de ser una ventaja, constituye un serio escollo si se le considera a la luz del Problema del Marco. Pensemos en lo difícil y

problemático que resultaría para un agente situado en un ambiente natural prever todos y cada uno de los factores que pudieran interferir en el más simple de sus comportamientos, por ejemplo correr. En tal caso, dedicar demasiados recursos y tiempo a una tarea tan compleja como es la de modelar una gran cantidad de condiciones ambientales podría constituir una seria amenaza para la supervivencia del agente, pues en no pocas ocasiones éste deberá responder rápida y eficazmente a situaciones que comprometen su continuidad como individuo. Así, el problema principal de los mecanismos de control por prealimentación es que requieren de extensos conocimientos sobre las potenciales fuentes de error de la acción (Carpenter [2004]).

Adicionalmente, tales mecanismos han sido desvirtuados recientemente por un conjunto de hallazgos experimentales provenientes de las neurociencias y la psicología cognitiva (Desmurget and Grafton [2000]). Por ejemplo, en tareas consistentes en señalar objetivos estáticos y móviles situados a cierta distancia, se ha encontrado que los sujetos tienen un buen desempeño incluso sobre la base de una estimación imperfecta de la ubicación del objetivo al principio del movimiento. En tales casos, a pesar de que los datos necesarios para construir un adecuado programa motriz no se encontraban disponibles, los sujetos fueron capaces de desarrollar patrones de comportamiento coherentes y flexibles que se ajustaron a la tarea requerida.

La capacidad que exhiben algunos agentes biológicos para actuar exitosamente en ausencia de información sobre el entorno, ha llevado a varios autores a postular modelos en los cuales la única información sensorial relevante desde el punto de vista del control es aquella relativa a los desplazamientos de las partes de nuestro propio cuerpo durante el movimiento. Esta clase de modelos ajustan o corrigen progresivamente y en tiempo real las trayectorias de nuestros efectores, apoyándose para ello en la diferencia registrada entre el resultado observado de un comando motriz y su resultado deseado. Esta diferencia, o grado de error (*error signal*), es una medida de cuan exitoso resulta un comando motriz y es usada por el mecanismo de control como entrada para modificar el comportamiento del sistema (Carpenter [2004]).

Pero si bien los mecanismos de control basados en retroalimentación sensorial han tenido un éxito notable en campos como la Teoría de Control, hay evidencia muy fuerte en contra de su empleo en la modulación de ciertas clases de movimientos biológicos. En numerosos experimentos con

sujetos humanos (Jeannerod [1988], Paillard [1996]) se ha encontrado que existe una latencia (delay) de 80-100 ms en el tiempo que tarda una señal sensorial en influir en el desarrollo de un movimiento. Comparado con el tiempo que tarda un típico movimiento orientado visualmente, entre 300 y 700 ms, el retardo de la retroalimentación sensorial representa una proporción importante de este último, lo cual implicaría que sólo hasta etapas muy avanzadas en el desarrollo de los movimientos comenzarían a operar las correcciones o ajustes necesarios para reducir el error en las trayectorias de los efectores. Sin embargo, en el caso de los movimientos de nuestros brazos, varios estudios conductuales (Sonderer et al. [1989]) han mostrado que las trayectorias de nuestras manos suelen ser modificadas con una latencia mucho menor que la latencia mínima requerida para que las señales sensoriales influyan en el sistema motriz. Estos estudios han sido suficientes para descartar que los mecanismos de control basados en retroalimentación sensorial estén involucrados en la coordinación de los movimientos de nuestras manos (Gerdes and Happee [1994]).

La importancia de reducir la latencia de los sistemas de control por retroalimentación, ha llevado al diseño de controladores que incorporan modelos internos que son capaces de predecir las consecuencias sensoriales de los comandos motrices ejecutados. Esta clase de modelos, llamados modelos directos, toman como entradas copias de los comandos motrices en conjunción con la trayectoria actual de los efectores para realizar predicciones de sus estados futuros. Las predicciones resultantes luego son comparadas con las trayectorias deseadas para generar señales de error que serán usadas como retroalimentación interna para modular el comportamiento del sistema controlado. De esta manera, los modelos directos permiten reducir considerablemente la latencia mínima (20 ms) con que opera un controlador, proveyendo estimaciones de los efectores más rápidamente que las señales sensoriales resultantes de un movimiento (Carpenter [2004]).

Un excelente ejemplo de cómo opera un controlador basado en retroalimentación interna, lo provee el mecanismo que coordina los movimientos oculares sacádicos (Carpenter [2002]). Las sacadas son los movimientos simultáneos de las foveas en búsqueda de puntos de interés en una escena visual. Estos movimientos son extremadamente rápidos, del orden de los 20 ms, por lo que no podrían ser coordinados por medio de retroalimentación sensorial. En su lugar, las sacadas son controladas por retroalimentación interna a través de un modelo directo que predice, basado en la situación

sensorial actual, los puntos que aparecerán en la fovea como resultado de un movimiento específico del globo ocular. Si el punto predicho por el modelo directo reviste algún interés, la fovea se enfocará en él.

Ahora bien, a partir de la evidencia neurofisiológica disponible es posible inferir algunos rasgos de los mecanismos de control basados en retroalimentación interna, encargados de la coordinación de nuestras conductas más complejas. En un estudio experimental, reportado en (Desmurget et al. [1999]), se aplicó Estimulación Magnética Transcraneana (EMT) en el Surco Intraparietal Izquierdo de los sujetos participantes durante el desarrollo de una serie de tareas consistentes en señalar objetivos estáticos y móviles. Se encontró que la EMT disminuía las habilidades motrices de los sujetos que intentaban señalar objetivos móviles, impidiendo que se dieran los ajustes en las trayectorias de los efectores que surgen en respuesta a los movimientos de los objetivos. Por otra parte, los sujetos consiguieron señalar los objetivos fijos cuando se les aplicó la EMT, aunque cabe señalar que en este caso la precisión de sus movimientos disminuyó en un grado apreciable. Los anteriores hallazgos, si bien permiten confirmar el importante papel que tiene la retroalimentación interna en la modulación de nuestro comportamiento, también sugerirían la existencia de un mecanismo de control que permitirían ejecutar algunos movimientos aún en ausencia de retroalimentación interna. En consecuencia, el control de conductas complejas recaería en mecanismos híbridos, en los cuales tanto la planificación como el control por realimentación interna serían empleados de manera complementaria por el sistema nervioso central.

La idea de un mecanismo de control híbrido ha sido retomada recientemente por una propuesta para un modelo de control y aprendizaje basado en pares múltiples de modelos directos e inversos (Kawato [1999], Wolpert et al. [1998]). Según esta propuesta, un modelo inverso define los diferentes parámetros de los movimientos a ejecutarse en cierto contexto o situación, por ejemplo cuando se está manipulando una raqueta, sobre la base de las trayectorias deseadas de los efectores del sistema controlado en conjunción con sus estados sensoriales estimados. Así, esta clase de controladores no requeriría de extensos conocimientos sobre las potenciales fuentes de error de la acción, pues su operación dependería solamente de información contextual muy específica sobre los desplazamientos de las partes de nuestro propio cuerpo durante el movimiento. Sin embargo, un controlador de este tipo deberá re-adaptarse cada vez que el contexto cambie antes de producir comandos motrices apropiados para cada situa-

ción. Esta re-adaptación tendría el efecto indeseable de hacer muy difícil el entrenamiento del controlador, además de que generaría errores en su desempeño. Como solución, se ha planteado un arquitectura modular en la cual co-existen múltiples controladores, cada uno de ellos especializado en un conjunto reducido de posibles contextos. Dependiendo del contexto, se activará un controlador específico que generará los comandos motrices apropiados para manipular o tratar con cierto tipo de objeto. En cada módulo, además de un controlador, habría un modelo directo cuya labor consistiría en realizar predicciones de las consecuencias sensoriales de los comandos motrices generados. En caso de que las predicciones sean correctas, el controlador seleccionado seguiría empleándose hasta completar la tarea asignada. Si las predicciones del modelo directo resultan erróneas, se deberá seleccionar otro módulo con otro controlador que luzca más prometedor según la información contextual disponible hasta ese momento. Adicionalmente, las predicciones generadas por los modelos directos serán usadas por los controladores como entradas para estimar en tiempo real los comandos motrices requeridos para completar una tarea específica en un contexto determinado.

3.3. Cognición Corporizada y fenomenología

Entre otras cosas, el tipo de arquitectura cognitiva que acabamos de presentar daría cuenta de la increíble versatilidad de nuestro comportamiento cotidiano. En primer lugar, porque cada controlador estaría especializado en un contexto específico siendo capaz de generar comandos motrices que compensen las características propias de cada uno de los objetos manipulados. Por otra parte, la imbricación propuesta entre los modelos directos e inversos aseguraría la adecuación de nuestras respuestas motrices a las situaciones en las cuales nos vemos involucrados. Tal imbricación además generaría sucesiones de comandos motrices, los cuales nos permitirían completar satisfactoriamente tareas complejas. Creemos por tanto que la acción conjunta y coordinada de los modelos directos e inversos sería suficiente para proveernos con las saberes prácticos y habilidades corporales necesarias para actuar en demanda de las situaciones y su estructura, permitiéndonos acceder de esa manera a un mundo cargado de sentido.

Aprender cierta habilidad motriz implica, entre otras cosas, conocer los aspectos relevantes para realizar una tarea específica (Wolpert and Flana-

gan [2010]). Se ha dicho, por ejemplo, que un buen tenista debe conocer la forma en que su raqueta responde a los diversos movimientos de sus efectores, de tal forma que cuando lo desee pueda modular sus respuestas motrices para manipularla correctamente. Una buena razón para estar familiarizado con algunas de las propiedades de un instrumento, es que los comandos motrices apropiados para su manipulación dependerán en parte de su geometría y dinámicas específicas. Es así como el control de los movimientos por parte de un tenista, o de cualquier otro agente, deberá ajustarse a las diferentes propiedades de los objetos manipulados en cada situación. La arquitectura cognitiva propuesta en la sección anterior parecería dar cuenta de esta capacidad de ajuste al postular múltiples controladores especializados para diferentes contextos, ya que cada uno de ellos proveería los comandos motrices necesarios para compensar las propiedades dinámicas y geométricas de los instrumentos circunscritos a un ámbito específico (Haruno et al. [2001]).

Por otra parte, los modelos directos acoplados a los modelos inversos proveen comandos motrices apropiados para los requerimientos de cada tarea (Wolpert and Flanagan [2010]). La pertinencia y precisión de nuestros movimientos es asegurada a través de dos vías. A nivel global, el éxito en el desempeño de un controlador es monitoreado en tiempo real por un modelo interno, el cual predice las consecuencias sensoriales de los comandos motrices generados (Wolpert et al. [1998]). Como ya se mencionó, un nuevo módulo será elegido en caso de que se detecten discrepancias entre las predicciones del modelo directo y las entradas sensoriales producidas por los movimientos del agente. Dado que la información contextual empleada para seleccionar cierto módulo podría ser casi cualquier cosa, el cambio de un controlador a otro será un proceso rápido y preciso, asegurándose de esa manera la adecuación de nuestra conducta a las situaciones o contextos en los cuales nos vemos involucrados. En cuanto a los movimientos de nuestros efectores, el hecho que las predicciones generadas por los modelos directos sean usadas como entradas por los controladores asegura que en caso de errores los modelos inversos implementen acciones correctivas, las cuales tendrían en cuenta el estado estimado del sistema controlado así como el ambiente circundante. Un mecanismo de control predictivo de este tipo puede ser usado para generar los comandos apropiados para compensar futuras perturbaciones (Wolpert and Flanagan [2010]).

Adicionalmente, la actividad coordinada de los modelos directos e inversos ayudaría a definir e implementar diversos esquemas de comandos

motrices. Toda actividad compleja puede ser descompuesta analíticamente en varias fases, cada una de ellas delimitada por un evento sensorial específico (punto de control sensorial). Por ejemplo, la fase inicial de una tarea como martillar, alcanzar un martillo, se encontraría delimitada por el punto de control sensorial que representa el contacto de los dedos de nuestra mano con el mango de la herramienta que desea manipularse; la segunda fase de la misma tarea, levantar el martillo para manipularlo, puede darse por terminada al cesar el contacto entre el martillo y la superficie de apoyo; finalmente, el contacto entre la cabeza del martillo y la cabeza de un clavo puesto sobre la pared, marcaría el final de la etapa de balanceo (Johansson and Flanagan [2008]). Ahora bien, para completar cualquiera de estas fases, un modelo inverso deberá seleccionar el comando motriz apropiado que permita ir de la situación sensorial actual al punto de control sensorial correspondiente. Este proceso de selección deberá repetirse hasta que la tarea en ejecución sea completada satisfactoriamente, lo cual implica que el controlador deberá generar y ejecutar las secuencias de comandos motrices necesarios para alcanzar, en el orden apropiado, los diversos puntos de control sensorial asociados a una actividad. Ahora bien, con el fin de vincular las diversas fases de una misma tarea, la predicción de las consecuencias sensoriales de un comando motriz serán usadas por el controlador como una estimación del estado sensorial actual de los efectores del sistema controlado. De esta manera, un mismo controlador, apoyado en un modelo directo, generará de manera ordenada y continua las cadenas de comandos motrices necesarias para manipular los objetos circunscritos a una situación o contexto específico.

Hasta aquí resulta claro que la imbricación propuesta entre los modelos directos e inversos provee un modelo de control lo suficientemente robusto y flexible como para dar cuenta de algunas de nuestras habilidades corporales más complejas. En especial, la capacidad para definir diversos esquemas de comandos motrices daría cuenta de nuestras destrezas para manipular diferentes clases de objetos en el transcurso de nuestras actividades cotidianas. Es así como los modelos internos nos proveerían con el acervo de saberes prácticos necesarios para “manejar algo, trabajar con algo, producir, fabricar y emplear algo, custodiar y extraviar algo, examinar, observar, disponer, emprender terminar, abandonar algo” (Heidegger [2008]).

Una de las ventajas más importantes de adoptar el anterior enfoque explicativo, es que nos permite entender una parte de nuestra cognición

como aquellos procesos de bajo nivel que se integran y convergen coherentemente para definir diferentes esquemas de comandos motrices, los cuales nos permitirían manipular hábilmente diferentes clases de objetos. En este sentido, afirmaremos que una de las tareas principales de nuestro sistema cognitivo es la de producir movimientos de manera continua y organizada, esto es, como respuestas motrices que se entrelazan para dar lugar a conductas coherentes. Cada una de estas respuestas motrices contribuye de manera parcial en la consecución de los objetivos vinculados a una tarea, por lo que un sub-conjunto de ellas deberá ser organizado en estrategias conductuales más generales y completas. Los modelos internos serían los mecanismos cognitivos encargados de llevar a cabo tal organización, seleccionando y ejecutando los comandos motrices que se ajustan a los objetivos de una tarea así como a las propiedades físicas de los objetos manipulados.

Esta propuesta contrasta notablemente con otras perspectivas situadas o corporizadas de la cognición, las cuales conciben nuestro comportamiento como el resultado de yuxtaponer diversas respuestas motrices causadas de manera reflexiva por estímulos sensoriales discretos. Evidentemente, nuestra propuesta también se alejaría de la visión cognitivista de la mente como un dispositivo dedicado a la resolución de problemas abstractos, al considerar un conjunto de mecanismos cognitivos, los modelos internos, en términos de su funcionalidad en el control motriz.

Finalmente, en lo que respecta a la noción de habilidad, hemos buscado hacer eco de la postura heideggeriana según la cual las destrezas corporales de un agente deben ser entendidas como las disposiciones para actuar que éste exhibe ante determinadas circunstancias. En especial, la noción de esquemas sensori-motrices nos permite entender las habilidades corporales como conjuntos completos y estructurados de acciones potenciales propias de un agente específico, las cuales serían definidas e implementadas por pares múltiples de modelos directos e inversos.

Capítulo 4

Conclusiones

Tras considerar nuestra propuesta para un modelo explicativo del comportamiento inteligente ahora intentaremos hacer explícito el aporte de la fenomenología existencialista en su formulación. En primer lugar, hemos asumido a lo largo del presente trabajo que la fenomenología ofrece una descripción válida de las relaciones que entablamos con otros entes en el transcurso de nuestras actividades cotidianas. De esta manera, las descripciones heideggerianas de la conducta nos han permitido advertir el papel fundamental que tienen las habilidades corporales en nuestro trato cotidiano con los objetos que nos rodean. Esta idea, central en el desarrollo de la fenomenología existencialista, ha sido reivindicada en el presente trabajo a través de una propuesta que busca modelar nuestras diversas destrezas corporales empleando un mecanismo de control basado en pares múltiples de modelos directos e inversos. Es así como hemos buscado explicar y justificar nuestro particular modo de *estar-en-el-mundo*, en el cual intervienen un sin número de saberes prácticos y habilidades corporales.

Además de proveer una descripción válida del fenómeno de la conducta inteligente, la fenomenología también estaría en capacidad de ofrecer algunas pistas sobre el tipo de mecanismo cognitivo que subyace a nuestro particular modo de *estar-en-el-mundo*. En especial, la noción heideggeriana de trasfondo de familiaridad nos permite desvirtuar la clásica concepción cognitivista según la cual el sistema nervioso de los seres inteligentes estaría dedicado a la manipulación de representaciones abstractas. En lugar de eso, nuestro acoplamiento con el mundo tendría que explicarse a partir de los mecanismos cognitivos que hacen posible la correlación de nuestra conducta a las diversas situaciones en las cuales nos vemos involucrados

(Jazé [2012]). En este sentido, hemos postulado que los modelos directos e inversos sean entendidos como los mecanismos cognitivos encargados de ordenar y dar coherencia al comportamiento exhibido por un agente ante determinadas circunstancias. En especial, porque el proceso de selección y organización de las respuestas motrices de un agente siempre buscará ajustarse a las situaciones en las cuales éste se desenvuelve, tomando en cuenta para ello la información disponible sobre su entorno inmediato. Esta adecuación al contexto y sus cambios, es lo que le permite a un agente inteligente desarrollar la peculiar sensibilidad a las situaciones que lo caracteriza.

Ahora bien, en relación al debate sobre la posibilidad misma de la Inteligencia Artificial, nuestra propuesta nos permite entender hasta que punto resulta posible desarrollar agentes autónomos artificiales que exhiban patrones de comportamiento inteligente. Al respecto, algunos trabajos recientes en el campo de la robótica cognitiva han buscado entrenar agentes artificiales para navegar y/o interactuar en ambientes reales usando modelos internos (Lara et al. [2007], Schenck [2008], Dearden [2008], Juárez [2011]). Creemos que estas propuestas representan un avance significativo en el intento por desarrollar agentes artificiales inteligentes, ya que los modelos internos implementados en agentes artificiales, les proveen a diferente nivel, el acervo de habilidades prácticas necesario para adaptarse exitosamente a diversos entornos dinámicos. Adicionalmente, creemos que las futuras investigaciones en el campo de la robótica cognitiva se pueden beneficiar de adoptar el enfoque propuesto en la sección anterior. Particularmente, la idea según la cual la labor principal de nuestro sistema cognitivo consiste en organizar las diversas respuestas motrices de un agente en estrategias conductuales, servirían de inspiración para modelar computacionalmente algunas de nuestras destrezas corporales más complejas. Al conseguir que un agente artificial desarrolle cierta sensibilidad al contexto y sus cambios, se abriría la puerta a una concepción corporizada de la conciencia artificial, tal y como lo ha sugerido recientemente el autor de origen inglés Julian Kiverstein (Kiverstein [2007]). Creemos, por tanto, que nuestra propuesta también serviría como punto de partida para desarrollar un enfoque teórico que de cuenta, desde una perspectiva corporizada o situada, de algunos de los rasgos más importantes de nuestra subjetividad, tales como la agencia o la conciencia.

En conclusión, al igual que en otros episodios de la historia de la ciencia, hemos tratado de articular una explicación científica de la cognición y

la conducta inteligente alrededor de los conceptos provenientes de una doctrina filosófica, la fenomenología existencialista. En especial, el modelo explicativo presentado en la sección anterior constituye un esfuerzo por reivindicar la postura heideggeriana sobre la conducta y la cognición desde una perspectiva situada o corporizada.

Bibliografía

Phil Agre. *Computation and Human Experience*. Cambridge University Press, 1997.

Rodney Brooks. *Mind Design II*, chapter Intelligence Without Representation, pages 395–420. The MIT Press, 1997.

Favio Cala. *Einstein. Científico y filósofo*, chapter Inercia con fuentes materiales o la eliminación de los sistemas inerciales: sobre lo propuesto por Mach y lo hecho por Einstein. Programa Editorial Universidad del Valle (Cali, Colombia), 2011.

R. H. S. Carpenter. *Neurophysiology*. Arnold, 2002.

R. H. S. Carpenter. Homeostasis: a plea for a unified approach. *Advances in Physiology Education*, 28:180–187, 2004.

Andy Clark and David Chalmers. The extended mind. *Analysis*, 58:7–19, 1998.

William Coleman. *La Biología en el Siglo XIX*. Fondo de Cultura Económica, 2001.

Anthony Dearden. *Developmental learning of internal models for robotics*. PhD thesis, Imperial College London, 2008.

M. Desmurget, C. M. Epstein, R. S. Turner, C. Prablanc, G. E. Alexander, and S. T. Grafton. Role of the posterior parietal cortex in updating reaching movements to a visual target. *Nature Neuroscience*, 2:563–567, 1999.

Michel Desmurget and Scott Grafton. Forward modeling allows feedback control for fast reaching movements. *Trends in Cognitive Science*, 4:423–431, 2000.

- Hubert L. Dreyfus. *What Computers still can't do*. The MIT Press, 1992.
- Hubert L. Dreyfus. Heidegger's critique of husserl's (and searle's) account of intentionality. *Social Research*, 60, 1993.
- Hubert L. Dreyfus. *The Mechanical Mind in History*, chapter Why Heideggerian AI Failed and How Fixing It Would Require Making It More Heideggerian, pages 331–371. The MIT Press, 2008.
- Javier Echeverria. *Ciencia y Valores*. Destino, 2002.
- V. G. J. Gerdes and R. Happee. The use of an internal representation in fast goal-directed movements: a modelling approach. *BIOLOGICAL CYBERNETICS*, 70:513–524, 1994.
- James J. Gibson. *Perceiving acting and knowing Toward an ecological psychology*, chapter The theory of affordances, pages 67–82. Lawrence Erlbaum, 1977.
- Aron Gurwitsch. *Human Encounters in the Social World*. Duquesne University Press, 1979.
- Masahiko Haruno, Daniel M. Wolpert, and Mitsuo Kawato. Mosaic model for sensorimotor learning and control. *Neural Computation*, 13:2201–2220, 2001.
- Martin Heidegger. *El Concepto de Tiempo*. Herder, 2008.
- Olivier Houdé. *Diccionario de Ciencias Cognitivas: Neurociencia, Psicología, Inteligencia Artificial, Lingüística y Filosofía*. Amorrortu Editores, 2003.
- Jean-Philippe Jazé. El rol del saber no-proposicional en la explicación de la acción. In *Memorias del I Coloquio Internacional de Ciencias Cognitivas*, 2012.
- Marc Jeannerod. *The Neural and Behavioral Organization of Goal Directed Movements*. Clarendon Press, 1988.
- Roland S. Johansson and Randall Flanagan. *The Senses: A Comprehensive Reference, Volume 6, Somatosensation*, chapter Tactile sensory control of object manipulation in humans, pages 67–86. Academic, 2008.

- Esaú Eliezer Escobar Juárez. Navegación de un agente autónomo usando visión estereoscópica. Master's thesis, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2011.
- Mitsuo Kawato. Internal models for motor control and trajectory planning. *Current Opinion in Neurobiology*, 9:718–727, 1999.
- David Kirsh and Paul Maglio. On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive Science*, 18:513–549, 1994.
- Julian Kiverstein. *Naturalising Phenomenology: Using Phenomenology to close the Explanatory Gap*. PhD thesis, University of Edinburgh, 2005.
- Julian Kiverstein. Could a robot have a subjective point of view? *Journal of Consciousness Studies*, 14:127–139, 2007.
- Thomas Kuhn. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, 1962.
- Imre Lakatos. Falsification and the methodology of scientific research programmes. In *Criticism and the Growth of Knowledge*, 1965.
- Bruno Lara, Juan M. Rendon, and Marcos Capistran. Prediction of multi-modal sensory situations, a forward model approach. In *Proceedings of the 4th IEEE Latin America Robotics Symposium*, 2007.
- John McCarthy and Patrick J. Hayes. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In *Machine Intelligence*, 1969.
- Marvin Minsky, editor. *Semantic Information Processing*. MIT Press, 1969.
- Ulric Neisser. *Cognitive Psychology*. Appleton-Century-Crofts, 1967.
- J. Paillard. Fast and slow feedback loops for the visual correction of spatial errors in a pointing task: a reappraisal. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 74:401–417, 1996.
- Charles S. Pierce. The fixation of beliefs. *Popular Science Monthly*, 12:1–15, 1877.
- Dairon Rodríguez and Bruno Lara. Una historia sobre robótica, inteligencia artificial y filosofía. *Hypatia*, 37, 2011.

- Dairon Rodríguez, Jorge Hermsillo, and Bruno Lara. Meaning in artificial agents: The symbol grounding problem revisited. *Minds and Machines*, 22, 2012.
- Bertrand Russell. *An Outline of Philosophy*. George Allen and Unwin, 1927.
- Wolfram Schenck. *Adaptive Internal Models for Motor Control and Visual Prediction*. PhD thesis, Der Technischen Fakultt der Universitt Bielefeld, 2008.
- J. F. Soderen, C. C. A. M. Gielen, and J. J. Denier. Motor programmes for goal-directed movements are continuously adjusted according to changes in target location. *EXPERIMENTAL BRAIN RESEARCH*, 78: 139–146, 1989.
- David G. Stork, editor. *HAL's Legacy: 2001's Computer as Dream and Reality*. MIT Press, 1998.
- Francisco Varela. *El Fenómeno de la vida*. Dolmen Ediciones, 2002.
- Michael Wheeler. *Reconstructing the Cognitive World: The Next Step*. The MIT Press, 2007.
- Margaret Wilson. Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4:625–636, 2002.
- Daniel Wolpert and J. Randall Flanagan. Motor learning. *Current Biology*, 20:467–472, 2010.
- Danien M. Wolpert, R. Chris Miall, and Mitsuo Kawato. Internal models in the cerebellum. *Trends in Cognitive Science*, 2:338–247, 1998.