



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS

FACULTAD DE HUMANIDADES

INTENCIONALIDAD Y MODELOS
INTERNOS EN AGENTES AUTÓNOMOS
ARTIFICIALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Maestro en Ciencias Cognitivas

PRESENTA:

Karla Javiera Baeza Mariscal

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Bruno Lara Guzmán

17 de abril de 2013

Índice general

CAPÍTULO

1. Introducción	1
1.1. Contexto de investigación	1
1.2. Estructura metodológica	3
1.3. De la Inteligencia Artificial a la Cognición Corporizada	5
2. Sobre el concepto de Intencionalidad	13
2.1. Antecedentes históricos	13
2.2. Intencionalidad y acción	20
3. Cognición Corporizada y Modelos Internos	29
3.1. Cognición Corporizada	29
3.2. Modelos Internos	31
4. Intencionalidad y Modelos Internos	37
5. Conclusiones	45
Bibliografía	49

Agradecimientos

Quiero agradecer a las personas que hicieron posible la conclusión de este trabajo, a mis maestros y tutores que me permitieron ver siempre más allá, particularmente al Dr. Bruno Lara por su apoyo constante y motivación, me enseñó el trabajo árduo de la investigación. Agradezco a mi familia y amigos por brindarme el soporte necesario en los momentos difíciles. A mi padre Mauricio Baeza por sus sabios consejos y enseñanzas. Finalmente a Kenny por su compañía y cariños.

Dedicatoria

A la mujer etérea que siempre ha creído en mí.

RESUMEN

INTENCIONALIDAD Y MODELOS INTERNOS EN AGENTES AUTÓNOMOS ARTIFICIALES

Karla Javiera Baeza Mariscal

La robótica cognitiva es una disciplina que busca estudiar capacidades de la cognición al implementarlas en agentes autónomos artificiales. Estas capacidades toman como principio básico la interacción de los agentes con el ambiente en el que se desarrollan mediante el uso de diferentes mecanismos cognitivos, entre ellos los llamados Modelos Internos. Si bien la robótica cognitiva no es aceptada de forma unánime como la mejor plataforma de prueba para investigar la cognición, podemos rescatar su importancia para el modelado de algunos fenómenos estudiados en disciplinas tales como la psicología cognitiva y la filosofía. Este trabajo busca fusionar la investigación en neurociencias y la propuesta de los Modelos Internos en robótica cognitiva, con la investigación en filosofía. La parte medular consiste en establecer una relación entre un tipo de Modelos Internos, específicamente los Modelos Directos e Inversos, cuya propuesta se origina en la teoría de control, a partir del enfoque de la robótica cognitiva y un concepto originario del ámbito de la filosofía denominado *Intencionalidad*. Si bien es cierto que normalmente se considera este concepto vinculado al ámbito mental,

es pretensión de este trabajo establecer una nueva vía de investigación, al considerar este término desde el punto de vista de una relación básica de interacción con el ambiente. Esta relación es consecuente con la Cognición Corporizada, una propuesta que ha cobrado mucho auge en las ciencias cognitivas y que pretende rescatar la importancia del cuerpo para los procesos cognitivos humanos.

Introducción

1.1. Contexto de investigación

Las ciencias cognitivas son una serie de disciplinas, como la inteligencia artificial, la psicología, la lingüística, la filosofía ([Shapiro, 2011]) que tienen por objeto de estudio la cognición. Estas disciplinas han vinculado un concepto originario del campo de la filosofía denominado *Intencionalidad*, con los estados mentales, por tal motivo, en este trabajo se considera importante establecer una forma clara de abordar este concepto, así como los posibles alcances que en las ciencias cognitivas puede tener, particularmente en el ámbito de la inteligencia artificial.

La Intencionalidad es un término que se ha utilizado comúnmente para referirse a estados de la mente, es una característica atribuida a los estados mentales de dirigirse a, o ser sobre algo, por ejemplo, cuando tenemos el estado mental de una creencia, dicha creencia debe ser dirigida a alguna cosa. A pesar de que se han tomado perspectivas un tanto diversas sobre la definición de este término, es posible reconocer que podría tener suma importancia para la estructura teórica de la robótica cognitiva, una disciplina que busca explicar los fenómenos cognitivos básicos a partir de su mode-

lado en agentes autónomos artificiales, dotando a estos de características fundamentales que les permiten relacionarse con su entorno.

En el caso del presente trabajo, se utiliza la filosofía para indagar en el concepto de Intencionalidad y, debido a su vínculo con los procesos cognitivos, nos brindará una aproximación a postulados teóricos que subyacen a las investigaciones en inteligencia artificial. Se pretende con esto establecer una relación entre los mecanismos cognitivos llamados Modelos Internos y el concepto de Intencionalidad entendida en un nivel básico de interacción con el ambiente.

Lo primero entonces es mencionar la metodología pertinente para tal propósito, además de algunos puntos clave en el desarrollo de la inteligencia artificial y su posterior enfoque que rescata la importancia del cuerpo en el proceso de la cognición, adoptando con esto una postura que nos permita enmarcar nuestro objeto de estudio. Con esto, se logrará establecer un panorama general de la inteligencia artificial, así como algunos problemas que se relacionarán en capítulos posteriores con el concepto de Intencionalidad. En el capítulo dos se menciona una breve reseña sobre este concepto, con el objetivo de justificar teóricamente el sentido de la utilización del término en este trabajo. Además, se rescata la importancia de la acción para vincular la Intencionalidad con las investigaciones actuales.

En el capítulo tres pretendemos dar una explicación sobre las propuestas que rescatan la experiencia corporal como parte fundamental para el desarrollo de capacidades cognitivas. Se establece además la explicación pertinente sobre los Modelos Internos en robótica cognitiva, a fin de proponer

en el capítulo cuatro una relación directa entre estas investigaciones y el concepto de Intencionalidad.

En la conclusión tenemos una evaluación de los alcances de esta propuesta, resultado de lo establecido en los capítulos anteriores. Es necesario mencionar que, puesto que el concepto de Intencionalidad no cuenta con un significado único, es necesario que algunas de las propuestas en su relación sean acotadas, debido a los alcances esperados para este trabajo.

1.2. Estructura metodológica

Si bien es cierto que podemos encontrar diversidad de métodos de investigación en las ciencias cognitivas, es necesario resaltar el hecho de que dicha investigación está en relación directa con los conceptos que sean adoptados para tal propósito. Puesto que la metodología conocida en filosofía como pragmatismo, desde la postura de uno de sus autores más representativos, Charles S. Peirce,¹ es un método para averiguar el significado de conceptos intelectuales, sobre cuya estructura pueden girar argumentos que se relacionan con un hecho objetivo, se considera en este trabajo la más adecuada por dos razones, la primera es que el concepto de Intencionalidad será entendido en un nivel básico de interacción con el ambiente. Esto pretende establecer su relación con los Modelos Internos desde la perspectiva de la robótica cognitiva. La segunda razón es por el hecho de adoptar la investigación de la

¹Cabe aclarar que Peirce utiliza el término “pragmaticismo” para diferenciarlo del “pragmatismo” de James.

*Embodied Cognition*² para mostrar la importancia que tiene tanto el organismo como el medio para el desarrollo de la cognición. El pragmatismo ofrece una postura que hace converger al organismo inteligente con el medio ambiente para que las teorías adquieran su significado, rechazando además las verdades absolutas como derivadas de dicha investigación.

Puesto que Peirce relaciona los aspectos cruciales del pragmatismo con la creencia, en tanto que nos permite establecer conceptos intelectuales, es necesario rescatar algunas consideraciones que al respecto formula el autor. La creencia según Peirce ([Peirce, 1877]) nos permite adoptar alguna tendencia hacia la que estamos inclinados, es decir, proposiciones fundamentales que son agradables a la razón. Así, podemos dejar atrás la duda si nos percatamos de las creencias que le corresponden. La creencia, en tanto que nos permite superar la duda es una regla para la acción que se acenta en nuestra naturaleza, lo cual es reconocido por Peirce como hábito, dicho hábito entonces es la naturaleza de la creencia ([Peirce, 1878]). Los hábitos son voluntarios y conscientes, en el sentido de que refieren al sujeto en el que están, son algo auto-controlado y reconocido; así como afectan a las acciones en el mundo de la imaginación, también afectan a las acciones en el mundo de la experiencia ([Peirce, 1904]). Podemos entonces acceder a la realidad adoptando tendencias a las que estamos inclinados, por ello es importante asumir presupuestos como base del desarrollo de hipótesis. Esto considerando que para Peirce ([Peirce, 1907]) los conceptos ordinarios

²Utilizaremos en este trabajo la traducción *Cognición Corporizada*, una disciplina que, de manera general, pretende rescatar la importancia del cuerpo para desarrollo de los procesos cognitivos.

de sentido común son merecedores de confianza, lo cual no implica que no puedan someterse a duda desde un sentido común crítico.

Podemos usar el sentido común crítico para dudar de un presupuesto, en este caso, la definición tradicional del concepto de Intencionalidad. Además, puesto que realizar una investigación implica partir de un conocimiento ya formado, podemos utilizar la Cognición Corporizada para mostrar que los agentes autónomos artificiales que utilizan los Modelos Internos,³ poseen la estructura necesaria para afirmar que cuentan con Intencionalidad entendida en un nivel básico de interacción con el ambiente, lo cual será especificado en capítulos posteriores. Es necesario entonces asumir la creencia de que la Intencionalidad no tiene que ser exclusiva de la mente humana en un nivel elevado de maduración. Al asumir esta creencia, se intenta postular un problema desde la metodología pragmaticista. Dicha propuesta cobrará sentido en la medida en que se vincule a la estructura ofrecida por la Cognición Corporizada.

1.3. De la Inteligencia Artificial a la Cognición Corporizada

En la década de los 50's, ante la pregunta de si una máquina puede pensar, Alan Turing ([Turing, 1950]) propone el llamado “juego de la imitación”, en el cual participan tres personas, un hombre, una mujer y un examinador, éste último permanece en otra habitación y debe determinar

³Específicamente los Modelos Inverso y Directo.

cuál es el hombre y cuál es la mujer formulando preguntas, cuyas respuestas serán mecanografiadas para evitar la distinción de la voz. Además, el hombre buscará que el examinador se equivoque, identificándolo erróneamente, en tanto que la mujer intentará ayudarlo para que la identifique. Turing se pregunta ¿qué pasaría si una máquina remplazara a alguno de los participantes? en este caso ¿el examiador se equivocaría con la misma frecuencia? La idea que se encuentra detrás de este juego de la imitación es que al preguntarnos si una máquina puede pensar, necesitamos definir qué se entiende por “máquina” y también qué se entiende por “pensar”. Entonces es irrelevante preocuparnos por el hecho de que las máquinas pudieran efectuar algo parecido a “pensar”, si podemos construir una máquina que participe satisfactoriamente en el juego, de tal forma que el examinador no logre distinguir si ha tomado el papel de alguno de los participantes. Esto trajo como consecuencia lo que se conoce como el “test de Turing”, el cual considera que una máquina es inteligente si pasa satisfactoriamente el juego de la imitación, de tal forma que no se pueda hacer distinción entre ésta y un ser humano.

Así, en 1956 se propone que podemos comparar el funcionamiento del cerebro con el de una computadora, es en este sentido que se ve a la mente como un procesador de información, así es como la inteligencia artificial fue dominada por procesos informáticos de procesamiento de símbolos. La mente se contempla como algo que lleva a cabo operaciones sobre símbolos codificados dentro de ella, resaltando el papel central que ocupaba la manipulación de símbolos formales. En cuanto a las ramas de la ciencia

cognitiva, en particular la psicología, consideraba a los procesos de sistemas perceptivos y motores como dispositivos periféricos de entrada y salida ([Wilson, 2002]) es decir, como un proceso lineal, así, las acciones estaban relacionadas a estímulos. Entonces muchas investigaciones en ciencias cognitivas se limitaron a procesos dentro de la cabeza, restando importancia a su conexión con el mundo fuera del organismo.

Así es como surge el cognitivismo, el cual propone que pensar es procesar información, pero procesar información es solamente manipulación de símbolos. A decir de Anderson ([Anderson, 2003]), el cognitivismo tiene tres elementos: representación, formalismo y transformación basada en reglas. La representación se refiere a ciertos procesos o estados internos, cuyo papel funcional es el de sustituir características específicas o estados de cosas. La manipulación de representaciones abstractas por medio de reglas formales explícitas en la cognición, actualmente es conocida en inteligencia artificial como GOFAI (Good Old Fashion Artificial Intelligence).

Cabe mencionar que este tipo de representación intenta establecer una relación entre el cerebro y los procesos mentales que se efectúan en él por medio de proposiciones. Es decir, que usamos la proposición para identificar el contenido del estado mental de una persona.

Siguiendo estos principios, Newell y Simon ([Newell and Simon, 1963]) a principios de los años 60's crearon un programa de computadora al que llamaron Solucionador de Problemas Generales (*General Problem Solver*), el cual no solo resolvía problemas de lógica, sino que estaba destinado a replicar los procesos de pensamiento internos que tendría un ser humano. Esto es,

el programa intentaba replicar el procesamiento interno del pensamiento.

En contra de la propuesta del cognitivismo de que pensar es manipular símbolos, el filósofo J. R. Searle ([Searle, 1980]) propone un experimento mental conocido como “El cuarto chino”, donde el autor imagina que se encuentra encerrado en una habitación donde hay cestas que contienen símbolos chinos, se le da una tabla escrita en inglés, su idioma natal, en la cual se especifican una serie de reglas para relacionar los símbolos de las cestas con otros que son introducidos en la habitación por una ranura. Searle desconoce que éstos últimos son denominados “preguntas” por la gente que se encuentra afuera. Supone además que debe entregar nuevos símbolos denominados por los demás “respuestas a las preguntas”. Ahora, ante el punto de vista de un observador externo, las respuestas llegan a ser rápidamente indistinguibles de las que daría un hablante nativo de chino pero, a pesar de que se comporta como si entendiera, no hay manera de que pueda comprender el idioma con la simple manipulación formal de los símbolos. Con este argumento, el autor intenta mostrar las fallas del test de Turing, aseverando que una computadora sigue estos principios, es decir, tiene un nivel sintáctico pero no semántico, ha sido programada para confrontar las preguntas que le realicen con su base de datos para emitir una respuesta adecuada, está capacitada para manipular símbolos pero no entiende el significado de estos.

En 1990 Harnad ([Harnad, 1990]) plantea el Simbol Grounding Problem o Problema de la Cimentación de Símbolos. El Simbol Grounding Problem es el problema de dar a los agentes artificiales los medios para crear autóno-

mamente las representaciones internas que les permitan vincular los símbolos manipulados a los referentes que les corresponden en el mundo exterior. Según Harnad, los agentes deben contar con capacidades categóricas de los datos percibidos, sin embargo esto no significa que capten el significado de los símbolos. En un artículo reciente, Rodríguez ([Rodríguez et al., 2012]) hace una revisión del Simbol Grounding Problem, resaltando que Harnad no pretende mostrar que un agente autónomo capta el significado cuando vincula símbolos manipulados con sus referentes en el mundo exterior. Si bien es cierto que la capacidad de categorización es requisito indispensable, no lo es de forma suficiente ya que nuestros estados mentales significativos no se reducen a representaciones categóricas.

Existen otros autores más radicales, como es el caso de Tom Ziemke ([Ziemke, 2000]) quien propone que el ser humano tiene un “estar en el mundo” que no puede ser todavía alcanzado por las máquinas, ya que carecen del arraigo en el sentido propiamente de estar vivo. Esto es, que los agentes artificiales no pueden construir su propio ambiente corporizado y auto-organizarse. A decir de Ziemke un cuerpo vivo tiene una historia evolutiva que le ha permitido la interacción con el medio y el desarrollo de su inteligencia, un acoplamiento estructural; puesto que los robots convencionales carecen de este arraigo histórico porque su cuerpo es creado por un diseñador externo, en lugar de ser producto de un proceso evolutivo, el robot carece de la corporización del tipo que permite la conducta inteligente, así como de una interacción que sea significativa entre organismo vivo y su medio ambiente.

En investigaciones más recientes se resalta el conocimiento sensoriomotriz de un agente artificial como algo sumamente importante para el desarrollo de capacidades cognitivas básicas. En este sentido Julian Kiverstein ([Kiverstein, 2007]) menciona que el conocimiento sensoriomotriz deriva en un punto de vista subjetivo. Además, un sistema cuyas experiencias fueron integradas con sus proyectos y objetivos sería un sujeto unificado. Kiverstein concluye que una máquina podría tener este punto de vista subjetivo mediante la adquisición y uso del conocimiento sensoriomotriz en la búsqueda activa de sus proyectos y objetivos. Así, la experiencia consciente tendrá que ver con la actividad de exploración del ambiente. El autor se refiere a una conciencia primitiva y no conceptual dada por la experiencia en primera persona de un agente artificial que deberá además tener un mecanismo de supervisión que le permita modificar sus falsas expectativas.

Después de estos antecedentes, la robótica cognitiva actual se encuentra más cercana a las teorías de la Cognición Corporizada, en términos de autores como Barsalou ([Barsalou, 2008]) quien hace una distinción entre símbolos modales y símbolos amodales; esto es, cuando percibimos objetos del mundo, los percibimos a través de varios canales o modos que pueden ser visual, auditivo, etc. Así, entender la percepción y la acción es esencial para entender la cognición, ya que el conocimiento está representado como simulaciones en sistemas de modalidades específicas, no como símbolos amodales de un sistema modular ([Barsalou et al., 2007]). Esto está en oposición clara al punto de vista tradicional, según el cual el conocimiento es amodal y proposicional, es decir, que consiste en representaciones relativamente fi-

jas, independiente de los sistemas modales del agente para la percepción, la acción y la introspección. Barsalou propone que la cognición basada en la cimentación de símbolos rechaza este punto de vista tradicional, estableciendo que la cognición es más que una colección de procesos independientes operando en un sistema cognitivo modular, ya que emerge de las dependencias entre los sistemas básicos del cerebro, incluyendo la búsqueda de objetivos, percepción, acción, recompensa, afecto y aprendizaje.

De acuerdo con Shapiro ([Shapiro, 2011]), la perspectiva de Barsalou sugiere que los procesos cognitivos no necesitan desprender información de la representación sobre la que operan. La cognición puede valerse de la representación modal que constituye la liberación inicial del sistema perceptual. Esta perspectiva sugiere que en las simulaciones cognitivas las categorías que se representan en situaciones con trasfondo son contextualizadas, lo cual incluye objetos, agentes, acciones, eventos y estados mentales.

Sobre el concepto de Intencionalidad

2.1. Antecedentes históricos

El concepto llamado *Intencionalidad* es un término técnico tomado de la filosofía medieval, donde era utilizado para referirse a cosas de la mente u operaciones de la mente ([Bechtel, 1991]). Esta noción proviene del término denominado *intencional* que tenía originalmente un carácter práctico en tanto que significaba la referencia de la actitud práctica a su objeto ([Abbagnano, 1996]), esto es, la referencia de un acto a un objeto distinto de él. De este término surge la forma en que actualmente es entendido, es expresado así como un deseo o una tendencia hacia. Ahora, tradicionalmente en filosofía, la Intencionalidad es entendida como una característica que se ha atribuido a los estados mentales de dirigirse a, o ser sobre algo. Franz Brentano, filósofo y psicólogo del siglo XIX, fue el primero en acuñar dicho término, considerando que la Intencionalidad es la característica principal de lo mental y que no podemos tener acceso al estudio de la mente debido a que no es algo que se pueda investigar por medio de la ciencia física

([Bechtel, 1991]).¹ Entonces, de acuerdo con él, la Intencionalidad supone un contenido intencional, una propiedad mental que dé cuenta de las posibilidades de la orientación de un estado mental hacia un objeto ([Jazé, 2012]), ya sea interno o externo.²

El filósofo alemán Edmund Husserl, en su fenomenología tiene la siguiente definición:

La expresión derivada terminológicamente de la escolástica para este carácter fundamental del ser como conciencia, como aparición de algo, es intencionalidad. En el irreflexivo tener conscientes cualesquiera objetos, estamos «dirigidos» a éstos, nuestra «intentio» va hacia ellos. El giro fenomenológico de la mirada muestra que este estar dirigido es un rasgo esencial inmanente de las vivencias correspondientes; ellas son vivencias «intencionales» ([Husserl, 1992]).

Efectivamente, Husserl considera que la Intencionalidad es un término utilizado para estados mentales que están relacionados a objetos a los cuales se dirigen; esta concepción supone un contenido intencional o representacional ([Jazé, 2012]), en el sentido de relacionar una proposición con una actitud, igual que lo propuesto por Brentano. Desde la perspectiva de Husserl ([Husserl, 1992]), fenómenos tales como acordarse de algo, pensar algo, percibir, esperar o temer algo, aspirar a algo, etc. se encuentran posiblemente

¹Cabe señalar que, al no tener acceso a lo mental, no es posible determinar cuál es su característica principal.

²Es decir que los estados mentales pueden estar dirigidos hacia cosas del mundo o hacia sí mismos.

te en el ámbito de una disciplina psicológica pura, es decir, una psicología fenomenológica.

Sin embargo, no podemos limitarnos a esta definición, ya que este concepto ha sido contemplado por otros filósofos, como es el caso de John Searle:

La Intencionalidad es aquella propiedad de muchos estados y eventos mentales en virtud de la cual estos se dirigen a o son sobre o de objetos y estados de cosas del mundo ([Searle, 1992]).

El autor aclara que los fenómenos mentales son causados por operaciones del cerebro, es decir, tienen una base biológica. Así, propone un nivel de procesos neuronales y otro de procesos mentales. A pesar de que los estados mentales difieren de los estados físicos del cerebro, no son independientes de los mismos. Searle considera que las oraciones representan objetos del mundo, esta capacidad se deriva de la Intencionalidad de la mente, se dirigen a objetos o estados del mundo distintos de ellos mismos. Además aclara que las personas tienen estados mentales que son intrínsecamente intencionales, es decir, las personas no suelen pensar sobre la Intencionalidad de sus creencias y deseos.

Es importante mencionar que el término Intencionalidad tiene una clara diferencia entre la perspectiva de Husserl y la de Searle; la diferencia entre ellas es que en Husserl no encontramos un dictamen sobre el objeto independiente de la conciencia, es decir, no establece un carácter ontológico para aquello a lo cual se dirige. En tanto que Searle, establece que los eventos mentales se dirigen a estados de cosas del mundo.

Así, la Intencionalidad, de una forma simplificada, sería un rasgo de ser sobre algo, por ejemplo, si tenemos un deseo debe estar dirigido a otra cosa, hacia aquéllo que es deseado. Otros autores han tenido una aproximación diferente a la Intencionalidad, como es el caso de Heidegger, quien está en contra de la perspectiva de Husserl y Brentano de que se refiere a un contenido intencional o representacional. Según Heidegger, la relación de una persona con el mundo o con las cosas del mundo no tiene por qué estar mediatizada por un contenido de este tipo. Entonces considera que la Intencionalidad tiene que ver con la experiencia del individuo en una situación determinada ([Jazé, 2012]).

...Pertenece a la esencia de la persona existir solamente en la ejecución de los actos intencionales; y así, por esencia ella no es objeto. Toda objetivación psíquica y, por ende, toda concepción de los actos como algo psíquico, equivale a una despersonalización. En todo caso, la persona está dada en tanto que ejecutora de actos intencionales enlazados por la unidad de un sentido. El ser psíquico no tiene, pues, nada que ver con el ser-persona. Los actos se ejecutan; persona es quien ejecuta los actos. Pero, ¿cuál es el sentido ontológico del “ejecutar”? ¿Cómo determinar ontológicamente de una manera positiva el modo de ser de la persona? La cuestión crítica no puede empero detenerse aquí. Lo que está en cuestión es el ser del hombre entero, ser que se concibe de ordinario como unidad de cuerpo, alma y espíritu. ([Heidegger, 1926]).

Heidegger entonces considera que la Intencionalidad no debe ser entendida en un sentido representacional sino como algo característico de la actividad humana. Como bien señala Dreyfus ([Dreyfus, 1990]), Heidegger sostiene que todas las relaciones de los estados mentales con sus objetos presuponen una forma más básica y originaria de ser- con-las-cosas que no compromete la actividad mental. La Intencionalidad entonces no se atribuye a la conciencia sino al conjunto constitutivo de una persona que incluye el mundo con el que interactúa de forma cotidiana.³ Heidegger hace hincapié en que nuestra experiencia cotidiana con el mundo ya está estructurada en términos familiares y significativos, por ello descarta que nos encontremos en un mundo de propiedades abstractas.

A pesar de opiniones tan diversas sobre la definición de Intencionalidad, podemos preguntarnos cuál será el factor común entre ellas, es decir, si acaso comparten alguna característica en la que coincidan. Parece ser que la mayoría de los autores antes mencionados coinciden en relacionar la Intencionalidad con lo mental en un sentido representacional, lo cual resulta problemático por dos razones, primero debido a que no existe un acuerdo común sobre el significado de *mental*. Como señala Richard Rorty ([Rorty, 1979]), el problema reside en que no tenemos idea de qué es la mente.

Segundo, porque esto implica una serie de abstracciones o mediaciones que no expresan el carácter del actuar humano en el mundo. Desde la perspectiva asumida en este trabajo, podemos usar un término de mane-

³Esto es a lo que Heidegger llama el *Dasein* o la manera humana de ser.

ra correcta cuando enunciamos la forma en que es entendido para los fines establecidos y, además, lo justificamos. Sin embargo, resulta problemático definir dos términos que tienen la misma naturaleza, es decir que tienen un significado ambiguo, cuyas variaciones descansan en la perspectiva del autor, sin considerar además lo que dichos términos excluyen; si esto es problemático por sí mismo, lo es aún más tratar de justificar la definición de uno sobre el otro.

Ahora, el concepto *mental* ha estado estrechamente relacionado a la representación en sentido proposicional, ya que establece el vínculo entre la mente y la realidad. En el caso de John Searle ([Searle, 1994]), quien sigue esta postura, establece que podemos entender por “mente” las secuencias de pensamientos, sensaciones y experiencias conscientes e inconscientes, que componen nuestra vida “mental”. Sin embargo, parece que el autor no es muy claro en tanto que define “mente” sobre la base de “nuestra vida mental”.

Si partimos de las posturas que relacionan lo mental con la Intencionalidad, necesitaríamos rastrear las definiciones que utilizan los autores antes mencionados en referencia a la mente y, partiendo de esto, descubrir de qué forma lo relacionan con la Intencionalidad, así como establecer la justificación necesaria para incluir la representación. Consideramos entonces indispensable pensar en una nueva manera de abordar este problema, tomando como punto de partida presupuestos básicos que permiten el desarrollo de posteriores estructuras, desde la postura pragmaticista de Peirce ([Peirce, 1907]) ya mencionada.

Es por esta razón que la propuesta de Heidegger resulta atractiva para esta investigación, en el sentido de que establece un vínculo entre la Intencionalidad y la experiencia del individuo en una situación determinada. La postura de Heidegger sigue la línea del pragmatismo, en la medida en que vincula al organismo inteligente con el medio ambiente, como ya ha sido mencionado. Además, debemos considerar la importancia de la experiencia como factor contundente para el desarrollo de capacidades cognitivas.

Autores como Goldstein ([Goldstein, 2008]) han propuesto la “plasticidad dependiente de la experiencia”⁴ como el mecanismo a través del cual se cambia la estructura cerebral con la experiencia. Esto ha sido estudiado por medio de experimentos realizados con animales, cuyos resultados muestran que si un animal es criado en un ambiente particular, las neuronas en el cerebro del animal cambian para que haya una coordinación y pueda responder con mayor facilidad a los aspectos específicos de ese entorno. Incluso existen experimentos que rescatan la importancia de la experiencia lingüística para los procesos cognitivos. Como señala Goldstein ([Goldstein, 2008]), en el 2007 Winawer y colaboradores realizaron un experimento donde enseñaron a sus participantes triadas de colores de la gama del azul. Su tarea consistía en decidir cuál de dos colores (uno a la izquierda y otro a la derecha) era igual al que estaba presentado en la parte superior. Este experimento se realizó con hablantes de inglés, para quienes las 20 variaciones del color pertenecen al “azul” y hablantes de ruso, para los cuales las 10 primeras variaciones son un color (*siníy*) y las otras 10 son otro color (*golubóy*). Al

⁴*Experience-dependent plasticity.*

comparar los tiempos de discriminación de color, no hubo diferencia por parte de los hablantes de inglés. Sin embargo, los hablantes de ruso eran mucho más rápidos discriminando pares cuando ambos pertenecían a categorías diferentes (una de *siníy* y otra de *golubóy*). De acuerdo con esta y otras investigaciones posteriores, dos colores que pertenecen a categorías distintas se discriminan más rápido o con más precisión que dos colores que pertenecen a la misma categoría. Además, se ha descubierto que estos juicios de “percepción categorial del color” activan principalmente el hemisferio izquierdo del cerebro, el encargado de tareas lingüísticas.

Estos resultados sugieren que el lenguaje puede afectar a la cognición, y corroboran la hipótesis de Edward Sapir y Benjamin Whorf, la cual propone que un lenguaje cultural puede afectar el camino de pensamiento de la gente (revisado por Goldstein ([Goldstein, 2008])). Esto pone énfasis sobre la importancia de la experiencia en relación directa con las capacidades cognitivas humanas.

De acuerdo con lo expuesto hasta ahora, es necesario rescatar la importancia del cuerpo, así como del factor externo para el desarrollo de la cognición. Es desde esta perspectiva que queremos entender la Intencionalidad, quitando de ésta su carácter mental y representacional. De acuerdo con esto, la representación proposicional no es necesaria para coordinar respuestas en un ambiente en el que se está situado. Así, podemos retomar otras posturas de autores que coinciden con Heidegger para formular las preguntas o afirmaciones pertinentes y sobre éstas establecer una propuesta coherente.

2.2. Intencionalidad y acción

Como se ha mencionado anteriormente, la Intencionalidad desde la perspectiva de Heidegger rechaza la postura tradicional que implica la necesidad de un contenido intencional o representacional que sea, de alguna forma, el que logre mediar la relación de la persona con el mundo. De acuerdo con Heidegger, la Intencionalidad es inherente a la experiencia del individuo en una situación determinada ([Jazé, 2012]), por tal motivo, podemos relacionarla directamente con la acción. La importancia de esta perspectiva es que coincide con la propuesta de la Cognición Corporizada, donde se rescata la importancia del cuerpo y el actuar del individuo en su entorno para el desarrollo de las capacidades cognitivas. Efectivamente, la manera humana de ser o *Dasein* implica un estar en el mundo que compromete al sujeto en interacción con su entorno.

El programa de investigación de la Cognición Corporizada tiene, a decir de algunos autores como Saphiro ([Shapiro, 2011]), un antecedente importante, la teoría ecológica de la percepción de Gibson. Esta postura establece que el sujeto se encuentra inmerso en determinado ambiente con el cual tiene una correlación permanente, además de especificar dicho ambiente por medio del movimiento, lo cual contempla el carácter activo del organismo. Gibson introdujo una noción de suma importancia para los estudios de procesos de percepción, las *Affordances*, esto es, lo que el medio ambiente nos ofrece, incluye esto las posibilidades de locomoción, de visión, de audición, etc.

Estas potencialidades de acción tienen invariantes, en el sentido de que

hay cualidades ópticas de objetos del medio ambiente sin cambio aparente, permiten al sujeto tener relaciones que perduran en el tiempo, así como fijar las referencias significativas en el medio que corresponden a cada nicho ecológico particular.⁵ Desde esta perspectiva, la riqueza informativa es aportada por el medio externo, no por nuestros procesos mentales. Es decir, la forma en que los organismos se enteran de las potencialidades de los objetos es mediante la interacción con ellos ([Gibson, 1950]).

Un autor pragmatista que también coincide con la propuesta de la Cognición Corporizada es John Dewey ([Dewey, 1922]), quien considera que el conocimiento tiene que ver con la experimentación y con la acción; en tanto que experimentamos el mundo y tenemos determinadas disposiciones para actuar, esto nos permite tener hábitos. Es en este sentido que se podría tomar la percepción como una acción que se realiza en determinado tiempo y espacio, y que requiere de cierta disposición. Sin dicha disposición no es posible que nos percatemos de ciertos factores del entorno y por ende que se dé la percepción. En este sentido Dewey rescata como ejemplo la disposición corporal que utilizo cuando me preparo para escuchar un sonido, esta disposición aunada al factor externo es el estímulo, no únicamente el factor externo. Así, es posible investigar procesos cognitivos en términos del papel que el agente desempeña en un ambiente cambiante, con el cual está en una retroalimentación constante, sin considerar al agente cognitivo como parte aislada. Es menester por tanto hacer referencia más precisa a la estructura teórica propuesta por Dewey, a fin de rescatar la importancia del cuerpo y

⁵Un nicho ecológico, según Gibson, es un conjunto de *Affordances*, dependen de un tipo particular de organismo y se determinan recíprocamente.

de la acción para la cognición.

Al relacionar la acción con la percepción, Dewey ([Dewey, 1896]) menciona que ver, es ver para alcanzar, una doble acción que influye en un solo acto, la vista dirige la mano y el movimiento de la mano determina y fija el objeto a ver. Así, la disposición de la experiencia es lo que coordina la vista y el movimiento, es decir, es por ello que existe la posibilidad de distintos cursos a seguir, el organismo se encuentra con distintas condiciones ambientales y tiene la capacidad flexible para someterse a modificaciones. Para el autor entonces, conocer tiene que ver con transformar una situación indeterminada en una determinada, esto es lo que forma los hábitos que permiten una relación equilibrada entre el organismo y el entorno.⁶ Así como los objetos presentan ciertas potencialidades a los organismos, éstas dependen de los hábitos y disposiciones del mismo. Dewey, apela con la noción de “circuito orgánico”, a un componente disposicional, el cual hace que nos percatemos de ciertos factores del entorno y permite entender a la experiencia como un todo dinámico. Un circuito orgánico establece una conexión funcional entre las partes de una “co-ordinación”. En el caso de la percepción, ésta requiere disposición, es decir, disposición de la experiencia que coordina la vista y el movimiento. Así, la experiencia se puede entender como un todo dinámico, donde el organismo está estrechamente vinculado con su entorno. Además, dichas experiencias se transforman y están directamente influenciadas por la disposición. Según Dewey, por ejemplo, cuando estamos demasiado inmer-

⁶Cabe señalar que Dewey entiende por hábito de cualquier acto, una especie de rutina que se ha formado por una actividad exitosa y que opera con el propósito inmediato de una forma mecánica.

En nuestros pensamientos, no solemos tener cierta disposición, lo cual implica que los sonidos externos no sean atendidos de la misma manera, incluso podrían ser ignorados ([Dewey, 1896]). En este sentido, trabajos recientes ([Jazé, 2012]) rescatan propuestas de neurofisiólogos y psicólogos de la percepción, subrayando el papel de nuestro cuerpo en la percepción visual. Parece entonces que tanto la perspectiva como la sensibilidad a ciertos detalles hacen intervenir acciones y anticipaciones coordinadas.

Las propuestas mencionadas coinciden en relacionar la experiencia con el ambiente externo, además de considerar la importancia del cuerpo en dicha experiencia. Nos permiten rescatar la situación y el papel que el individuo desempeña en ella para remarcar la disposición para actuar. En el sentido de que esta disposición permite realizar un acto o cambiarlo de ser necesario puede considerarse Intencional.

Así, la Intencionalidad puede ser entendida en un nivel básico de interacción con el ambiente en tanto que nos permite relacionarnos de forma correcta con el mundo debido a la disposición para actuar que surge de las potencialidades que ofrece una situación. Una disposición para la acción se refiere a darle Intencionalidad a nuestros actos basándonos en dicha acción. Es decir, en qué medida nuestra relación con el mundo tiene que ver con nuestra disposición para actuar bajo determinadas características. Esto permite quitar la mentalidad en un sentido representacional a nuestras acciones y considerar la relación entre el organismo y el medio ambiente en un sentido de retroalimentación constante.

Es necesario entonces evaluar en qué sentido el concepto de Intencionali-

dad como disposición para la acción resulta más cercano a la perspectiva de la Cognición Corporizada, a partir de lo cual se puede evaluar si es aplicable a los agentes autónomos artificiales.

Tomemos para tal objetivo una propuesta de Tim Crane ([Crane, 1998]) quien argumenta que debemos retomar la tesis de Brentano y admitir que la Intencionalidad es característica propia de los estados mentales, ya que la mente se dirige hacia objetos, ya sean estos fenómenos externos o internos.⁷

Crane toma la sensación corporal como forma de conciencia perceptiva y nos dice además que el hecho de no conocer la causa de una emoción no implica que no la tengamos. Si bien se puede admitir el primer supuesto, es necesario tomar el segundo con cautela y enunciar las implicaciones que se siguen de dicha afirmación. Supongamos, por ejemplo, como dice Crane, que tengo un sentimiento de ansiedad y que desconozco su origen o el por qué sucede ¿esto implicaría que tiene Intencionalidad? Es decir, en el caso de fenómenos de los cuales no tengo conciencia ¿podemos afirmar que carecen de Intencionalidad? Creo que el problema reside en la aceptación tan amplia que hace Crane del concepto de Intencionalidad. Una cosa es que un estado mental sea sobre algo y otra que todo lo relacionado con dicho estado mental se considere Intencional. El autor menciona que en el caso de un sentimiento propio de ansiedad puedo saber si ésta se dirige hacia otras personas o hacia mí mismo, lo cual es Intencionalidad; si el autor ya ha mencionado que desconocer el objeto de una emoción no significa que no lo tenga y

⁷Esta propuesta es conocida con el nombre de “Inexistencia Intencional” y establece que los estados mentales pueden estar dirigidos hacia cosas del mundo o hacia sí mismos, como ya ha sido mencionado.

si ahora refiere que saber cosas al respecto como el ejemplo anterior es Intencionalidad, esto, de acuerdo con Crane implica que:

1. Todo estado mental es Intencional
2. Puede haber emociones de las que desconozca su Intencionalidad
3. Si desconozco el objeto Intencional puedo al menos decir que es provocada por otros o no, y esto implica Intencionalidad

Resulta problemática la relación del punto 2 y 3, si desconocemos el objeto Intencional no significa que podamos adjudicarlo a cualquier cosa relacionada con el estado mental. Además, como ya ha sido mencionado en este trabajo, si Brentano propone que no podemos tener acceso a lo mental porque no corresponde al ámbito de la ciencia física, es difícil poder atribuirle la Intencionalidad como característica propia. Por ello, consideramos que debemos tomar con cautela la postura de Brentano.

Sin embargo, no es pretensión de este trabajo argumentar en contra de la existencia de los estados mentales, lo que se intenta es mostrar que hay otras vías para analizar el concepto de Intencionalidad que resultan menos problemáticas debido a la naturaleza originaria del concepto. Como se había mencionado antes, es muy delicado utilizar un concepto problemático en relación a otro de la misma naturaleza, es el caso de los conceptos de Intencionalidad y mente. Si bien es cierto que estos términos han sido analizados desde diferentes perspectivas, es necesario mencionar que justamente éstas perspectivas nos dan como resultado diversidad de opiniones sobre lo que significan y lo que implican.

La propuesta es entonces, más allá de negar cualquier otra implicación posterior del concepto de Intencionalidad, resaltar que podemos encontrarla en un nivel básico de interacción con el ambiente, esto es, como una disposición para la acción, podemos entonces darle Intencionalidad a nuestros actos basándonos en dicha acción. Es decir, resaltar el hecho de que nuestra relación con el mundo tiene que ver con nuestra disposición para actuar bajo determinadas características, lo cual está estrechamente vinculado con lo corporal.

Cognición Corporizada y Modelos Internos

3.1. Cognición Corporizada

Algunos autores como Michael L. Anderson ([Anderson, 2003]) reconocen, además de la influencia de la teoría de Gibson, la importancia de la propuesta de Heidegger en el programa de investigación de la Cognición Corporizada. A decir de Anderson, el organismo evoluciona en un ambiente dinámico relacionado con la percepción y acción en un sistema particular. La cimentación de símbolos es una característica central que define la investigación en la Cognición Corporizada, en el sentido de que las representaciones deben estar relacionadas con propósitos eventuales y cimentadas físicamente.¹

Desde la perspectiva de Lawrence Shapiro ([Shapiro, 2011]), la detección de un estímulo requiere una exploración activa del ambiente, incluye al

¹Debemos hacer notar que algunas propuestas en Cognición Corporizada retoman la característica representacional pero no la entienden como una manipulación abstracta de símbolos, dejan fuera su sentido proposicional, apelando a considerarla bajo las representaciones corporales que tiene un sistema.

cuerpo, ya que los órganos y procesos se extienden a través del cerebro para incluir las partes del cuerpo que están relacionadas con las actividades por las cuales la información acerca del ambiente es tomada; el cerebro entonces podría concebirse mejor como un supervisor y organizador de actividades más que como una computadora que procesa la información.

De acuerdo con Giovanni Pezzulo ([Pezzulo et al., 2011]), hay una distinción entre cimentación de símbolos, cognición corporizada y cognición situada. Menciona el autor que a nivel más general, la cognición está basada en las propiedades físicas del mundo, por ello está limitada por principios físicos, esto es, las limitaciones que el ambiente tiene sobre los organismos.² En la Cognición Corporizada, menciona Pezzulo, las representaciones corporizadas son formadas por las interacciones sensoriomotrices y, en consecuencia, las limitaciones físicas del cuerpo del individuo; la corporización es consecuencia de las propiedades de filtrado de nuestros sistemas sensoriales y motrices, ésta entrada ya estará entonces estructurada de acuerdo a ciertos principios físicos que brinda la cimentación de símbolos.

La cognición situada se refiere a que el procesamiento de las habilidades cognitivas dependen del contexto y refleja la posibilidad de que nuestro desempeño corporal sea específico de este contexto y puede ser modificado por medio de la experiencia ([Pezzulo et al., 2011]). Esto es, cuando hacemos referencia a la corporización y su importancia no podemos dejar de lado la parte de la situación, lo cual ya ha sido rescatado por autores como

²Podemos en esto considerar una similitud con las *Affordances* de Gibson mencionadas previamente, las cuales establecen que estas potencialidades de acción permiten la relación entre el medio ambiente y el organismo.

Dewey ([Dewey, 1896]) quien menciona que la situación puede ser completamente relevante para la formación de una experiencia, es el caso entonces que ciertas disposiciones se basan en una situación determinada. Efectivamente, ante distintos contextos tenemos cierta disposición que nos ayuda justamente a forjar experiencias y no podemos ignorar este contexto pensando en que la cognición únicamente incluye al organismo. La situación es dinámica en el sentido de que buscamos una opción que sea la más adecuada para resolver un problema determinado, sin embargo, puesto que el sistema está en constante flujo de información con el medio, esta situación puede modificarse, ante lo cual dicho sistema buscará una mejor solución.³

Además de ser consecuente con las teorías de Dewey, Heidegger y Gibson, la importancia de la Cognición Corporizada es que se ha llegado a considerar que las teorías de la corporización están cambiando el punto de vista tradicional sobre la cognición, argumentando que las representaciones conceptuales que constituyen nuestro conocimiento están cimentadas en experiencias sensoriales y motrices y, además, procesadas a este nivel ([Pezzulo et al., 2011]).

³La distinción entre cimentación de símbolos, cognición corporizada y cognición situada que hace Pezzulo es importante, sin embargo, para fines de este trabajo me referiré a la Cognición Corporizada para hacer énfasis sobre la relevancia del papel corporal en la formación de capacidades cognitivas, tomando como presupuesto que dicha corporización incluye las potencialidades de acción que nos ofrece el entorno, se relaciona con el contexto y puede modificar la cognición por medio de la experiencia.

3.2. Modelos Internos

Los Modelos Internos tienen su origen en el presupuesto de que en el cerebro encontramos mecanismos involucrados en la predicción del movimiento, estos Modelos Internos, Directos e Inversos, se cree que están localizados en la zona media del encéfalo conocida como cerebelo, el cual interviene en la predicción de consecuencias sensoriales específicas ([Blakemore et al., 2000]). Así, un Modelo Interno de tipo Inverso provee los comandos motrices necesarios para lograr una trayectoria deseada, en tanto que un Modelo Interno Directo predice las consecuencias de las acciones y puede usarse para superar los retrasos de tiempo asociados con el control de retroalimentación ([Wolpert et al., 1998]), esto significa que muchas conductas sensoriales guiadas tienen un efecto retardado con respecto al movimiento que se efectúa. Los Modelos Internos Inversos y Directos generan comandos motrices y controlan dicho movimiento. Así, algunos autores ([Wolpert et al., 1998]) han propuesto que existen múltiples pares de Modelos Directo-Inverso para producir las órdenes motrices apropiadas en varios contextos, que cambian rápidamente conforme dicho contexto se modifica.

Wolpert ([Wolpert et al., 1998]) mencionan que hay hipótesis que sugieren que el cerebelo genera una representación causal hacia adelante del aparato motriz, lo que ya hemos mencionado como Modelo Directo. Así, Un Modelo Directo representa el comportamiento normal del sistema motriz en respuesta a los comandos motrices. Por ello considera que el Modelo Directo juega un papel importante en la predicción de señales sensoriales reaférentes y en la evaluación interna de comandos motrices.

Hay estudios que intentan descubrir cómo los estímulos sensoriales son procesados como una función de previsibilidad, y si el procesamiento de dichos estímulos es modulado por acciones motrices. El hecho de que el estímulo de previsibilidad en el contexto de acciones auto-generadas active varias áreas cerebrales, sugiere que dichas áreas están incluidas en el monitoreo de sensaciones producidas por dichas acciones ([Blakemore et al., 1998]).

Ahora bien, en la robótica cognitiva se busca implementar en agentes autónomos artificiales, capacidades cognitivas de interacción con el ambiente, lo cual puede realizarse mediante la simulación de los Modelos Internos antes mencionados. El objetivo de esta implementación es investigar las capacidades cognitivas humanas y las posibles consecuencias que la interacción con el medio puede desarrollar a nivel de la cognición.

De acuerdo con Pezzulo ([Pezzulo et al., 2011]), la robótica cognitiva puede contribuir por manipulación sistemática al conocimiento y habilidades del robot, a fin de entender cuáles son los prerrequisitos para el desarrollo de una habilidad cognitiva particular, y por el estudio de las condiciones del ambiente que facilitan o previenen el desarrollo cognitivo. Además, los agentes en el mundo no realizan pruebas de manera aislada, realizan pruebas coordinadas que producen conducta coherente que está dirigida a objetivos. En la acción situada tienen objetivos prioritarios basados en estados motivacionales y oportunidades del ambiente. A cada momento perciben este ambiente, categorizan entidades y eventos, dibujan inferencias acerca de la información dada, predicen posibles acciones, estados, recompensas para luego realizar dichas acciones, todo esto de una manera coordinada

([Barsalou et al., 2007]).

En robótica cognitiva, un Modelo Interno de tipo Directo es un proceso que predice el siguiente estado sensorial de un sistema, dado su estado sensorial actual y un comando motriz a ser ejecutado. Un comando motriz es un comando de nivel básico; por ejemplo, en implementaciones en agentes móviles, hace que dicho agente cambie su posición en el ambiente, se puede hablar entonces de trayectorias que se desarrollan con movimientos hacia adelante solamente o que implican combinaciones de movimientos hacia adelante con giros de pocos grados hacia la izquierda o hacia la derecha ([Dearden, 2008]). El Modelo Directo entonces provee al agente de las consecuencias sensoriales de sus propias acciones, cuando la acción es cubierta, una cadena de predicciones puede producir una predicción a largo plazo, usando la salida sensorial del modelo como entrada ([Gaona et al., 2012]). Así, dicho modelo, debe ser capaz de representar y aprender cómo los comandos motrices del robot impactan en el medio ambiente.

Un Modelo Interno de tipo Inverso es un proceso que, dado un objetivo destino (en términos sensoriales) y el estado actual, da como salida los comandos motrices que son necesarios para conseguir ese objetivo ([Dearden, 2008]). Una de las formas en que podría funcionar este modelo es tomando como entrada el estado actual y la situación deseada, de tal forma que produce los comandos motrices que se necesitan para lograr el objetivo, los cuales a su vez son utilizados como entrada del Modelo Directo.

Así, hay trabajos que resaltan el papel que los Modelos Internos pueden desempeñar en el aprendizaje, por ejemplo, en un artículo reciente, Gaona

([Gaona et al., 2012]), utiliza un Modelo Directo con una codificación usando Redes Neuronales Artificiales para establecer la importancia de ciclos visuo-motrices como procesos cognitivos fundamentales para la capacidad de percepción de distancia en un robot. Utilizando imágenes foveadas como una situación sensorial, junto con comandos motrices actuales como entrada para el Modelo Directo, el robot predice las imágenes siguientes y una próxima situación sensorial táctil. En este tipo de modelo propuesto por Gaona, el agente recibe dos imágenes de una cámara y un comando motriz a un tiempo determinado y produce como salida las consecuencias sensoriales de la ejecución hecha del comando motriz. Estas consecuencias son dos estados sensoriales resultantes: visual (para ambas cámaras) y táctil a un tiempo diferente del inicial ($t+1$). Como el modelo asocia futuras modalidades visuales y táctiles de la información, crea una “representación sensorial multimodal”, es decir, relaciona diferentes modalidades sensoriales alrededor de la misma situación percibida junto con la ejecución o acción pensada. Así, se obtiene una noción de distancia para un agente artificial por medio de ciclos visuo-motrices codificados como Modelos Directos que aprenden a través de la interacción del agente con su ambiente. Además, los valores táctiles predichos muestran una importante asociación entre los datos visuales, representando los obstáculos y su posición actual en el espacio, sin ser explícitamente codificado en los datos de entrenamiento.

Otros trabajos, rescatan la importancia del Modelo Directo para proveer a un agente artificial con capacidades básicas que le permitan dirigirse a través de una navegación basada en un modelo del propio cuerpo utilizan-

do un sistema visual. En este caso, se propone que un robot que interactúa con su ambiente, conoce el espacio libre a su alrededor, reactivando ciclos sensorio-motrices y realizando predicciones de datos visuales, así, el agente navega en situaciones deseadas haciendo predicciones a largo plazo de las consecuencias sensoriales de sus acciones. Esta hipótesis está basada en el presupuesto de que la adquisición de esquemas sensoriomotrices nos provee con algunas herramientas cognitivas, entre ellas el conocimiento y la codificación de un modelo de nuestro cuerpo como esencial para navegar en el ambiente, esto es, que los procesos de predicción y simulación ocurren en el cerebro y juegan un papel central en la cognición. Se propone entonces un Modelo Directo que aprende un modelo básico corporal. Este modelo toma como entrada información sensorial y un comando motriz constante y predice la siguiente situación sensorial. Los datos sensoriales de entrada están formados por información visual que viene de un mapa de disparidad de dos imágenes, la salida es formada por información visual y por el estímulo táctil simulado de los sonares del robot ([Escobar et al., 2012]).

Con estos trabajos se remarca la importancia que tiene la Cognición Corporizada para el modelado en robótica cognitiva, particularmente en los Modelos Internos antes mencionados, además del papel central que juega la Intencionalidad entendida como disposición para la acción, la cual es de esta forma inherente al sistema, ya sea orgánico o artificial.

Intencionalidad y Modelos Internos

Andy Clark ([Clark, 1998]) propone que un Modelo Directo toma como entrada una especificación del estado previo del sistema y los comandos que acaban de emitirse y da como resultado una predicción de la respuesta que más tarde debería llegar, hace notar que esto es un simulacro de retroalimentación. Ahora, en robótica cognitiva, los Modelos Directos buscan, por medio de la simulación, una retroalimentación entre el agente y el entorno, lo cual es coincidente con la Cognición Corporizada.

De acuerdo con Pezzulo ([Pezzulo et al., 2011]), la forma en que los robots actúan, perciben su ambiente externo y se esfuerzan por obtener recompensa, debe tener un impacto significativo en sus habilidades cognitivas, además de influir en cómo se desarrollan dichas habilidades. Así, el atributo principal de un modelo computacional cimentado es la implementación de los procesos cognitivos en función de las representaciones modales, es decir, las representaciones que corresponden a modalidades sensoriales y motrices, y los mecanismos correspondientes.

En ambos casos es claro que un Modelo Interno de este tipo, funciona

bajo los supuestos de la Cognición Corporizada, esto es, el agente interactúa por medio de su estructura corporal, siendo esta interacción lo que le permite el desarrollo de estrategias que lo llevan a alcanzar sus objetivos. Además, un agente artificial está en constante retroalimentación con el entorno, lo cual se propone como punto importante para la Cognición Corporizada; no tenemos por tanto un sistema abstracto de representación simbólica que actúa con independencia del medio.

Autores como Barsalou ([Barsalou, 2008]) proponen que hay evidencia empírica sobre una coordinación entre percepción y acción, es decir, en tanto que el agente percibe objetos visuales, la simulación de acciones potenciales se activa en preparación para la acción situada. Entonces habría que abandonar el punto de vista tradicional sobre la percepción como un proceso lineal, así como que las acciones sean reacciones a estímulos. Es más acertado pensar esto como un flujo bidireccional de información, donde los estímulos y las acciones son parte del mismo proceso cognitivo. En el caso de los Modelos Internos, existe la anticipación, esto es, la selección de acciones de acuerdo a la percepción deseada.

Ahora bien, referente a las propuestas antes mencionadas sobre Intencionalidad y acción, las observaciones de Dewey, Heidegger y Gibson, a pesar de las distinciones que cualquier teoría puede tener, establecen este papel central que juega la corporización del organismo en correlación directa con su entorno. Es entonces necesario considerar dos cosas, la primera en referencia a la Cognición Corporizada, esto es, puesto que gran cantidad de investigaciones tienen su fundamento a partir de esta línea de investigación,

parece prender un foco de alarma sobre la posibilidad de un camino de investigación coherente y prometedor.¹

La segunda consideración es en relación a la Intencionalidad como una característica mental de ser sobre algo. De acuerdo con esta postura tradicional, se necesita un contenido intencional que pueda mediar entre la mente y el mundo, incluso se ha propuesto que este concepto es la característica principal de lo mental. En este caso, al llevar este término a disciplinas como la inteligencia artificial, nos remontamos a la propuesta inicial de contemplar a la mente como algo que lleva a cabo operaciones sobre símbolos codificados dentro de ella. Esta perspectiva está lejos de considerar la importancia del cuerpo y por lo tanto de la acción, es decir, en la medida en que tenemos un cuerpo, éste nos predispone para actuar de determinada manera, sin ser esto independiente del contexto y de las potencialidades del sistema.

Es entonces pretensión de este trabajo proponer primero, que la Intencionalidad puede encontrarse en agentes autónomos artificiales desde la perspectiva que compete a los Modelo Internos basados en el Modelo Directo y el Modelo Inverso. Esto es, en coincidencia con Dewey ([Dewey, 1896]), no podemos entender una descarga motriz desvinculada del proceso de una actividad, entonces podemos afirmar que los agentes autónomos artificiales que exhiben una conducta en relación a su entorno, poseen Intencionalidad en tanto que muestran una “co-ordinación” de elementos que forman parte

¹Debemos nuevamente rescatar la propuesta de Peirce ([Peirce, 1877]) sobre la importancia de las investigaciones basadas en creencias y en soluciones conocidas.

de un proceso unificado.² Si esto es así, entonces el movimiento proporciona su mecanismo y además proporciona el control. Así, los procesos del todo unificado se encontrarían interrelacionados en el sistema y no podrían establecerse fuera de la acción.

En segundo lugar, proponemos que, debido a las nuevas investigaciones que remarcan la importancia de la Cognición Corporizada para entender los procesos cognitivos, es importante también hacer un cambio en la forma en que se entiende la Intencionalidad. A partir de que el organismo vivo o artificial se encuentra en un medio físico, tiene ciertas características corporales en relación a las potencialidades de acción de este medio físico, lo cual es trascendente para la formación de capacidades cognitivas. Por lo anterior, la mejor forma de entender la Intencionalidad es como la disposición para la acción que permite al sistema este acoplamiento.

Tomemos ahora parte de la teoría de Alejandro Damasio para indagar sobre la Intencionalidad en sentido de disposición para la acción. Damasio ([Damasio and Damasio, 2006]) propone que hay una relación entre el cuerpo y el cerebro, de tal forma que están en interacción continua. Esto abre la posibilidad de que la construcción del “yo” no sería posible si el cerebro no tiene disponible una representación dinámica de su cuerpo. Desde la perspectiva de la Intencionalidad propuesta en este trabajo, no hay razón necesaria para suponer que dicha Intencionalidad se desarrolla después, esto es, cuando está formado el “yo” y lo que implica.³

²Esto es, un “circuito orgánico”.

³A decir de Damasio, el reconocimiento de otros, en la medida en que sus emociones han sido simuladas por mi persona.

El aparato sensorio-motriz es constitutivo de una red de conductas organizadas que tiene su propia estructura: la regulación que se expresa por una reacción diferenciada del organismo en respuesta a una perturbación que proviene del medio ambiente. En esto la intencionalidad pertinente no es la intencionalidad de un contenido proposicional, ni la intencionalidad de una práctica, sino la intencionalidad de una situación([Jazé, 2012]).

Efectivamente, como hemos estado argumentando, la Intencionalidad debe ser entendida bajo los supuestos de la Cognición Corporizada, esto es, descartar el contenido intencional como mediador y la práctica desvinculada al organismo y al entorno.

Haciendo referencia a la Cognición Corporizada y al papel que desempeña el cuerpo para el desarrollo de capacidades cognitivas, tenemos ya en ella una cierta disposición para actuar de determinada manera, incluso de modificar dicha acción en el caso de que no sea la correcta, es decir, nuestros estados corporales se dirigen hacia el actuar pero esto no implica la falta de modificación de la acción.

En referencia a esto, Dewey ([Dewey, 1896]) menciona que en el foco de una situación puede haber más de un interés, en este caso se presenta una tensión⁴ que carga de sentido nuestras acciones y disposiciones, con ello, el pensamiento puede dirigirse a un objeto o fenómeno particular y operar sobre éste. Este sentido de nuestras acciones y disposiciones coincide con la propuesta de Damasio ([Damasio, 2010]) de que la “mente consciente”

⁴Cabe aclarar que Dewey se refiere con “tensión“ a la cualidad propia de la existencia de la situación.

surge dentro de la historia de regulación de vida por medio de ajustes de adaptación, donde sobrevivir depende de tomar la acción correcta en el caso de un “proto yo”. Esto continúa con un mapeo cerebral donde las imágenes están basadas en cambios que ocurren en el cuerpo y el cerebro durante la interacción física de un objeto con el cuerpo. El mapeo, en un nivel simple, puede detectar la presencia o posición de un objeto en el espacio, entonces el sistema vivo tiene una perspectiva del universo, con ello se pueden planear mejores respuestas. Así, este “proto yo” mencionado por Damasio, implica Intencionalidad en el sentido de disposición para la acción. Además, el acoplamiento que se da por la interacción entre el organismo y el medio ambiente rescata la investigación de la Cognición Corporizada, en tanto que las experiencias sensoriales y motrices permiten este acoplamiento.

Ahora bien, se han analizado los Modelos Internos basados en el Modelo Directo y el Modelo Inverso, en este caso, el robot busca tener una retroalimentación satisfactoria con el entorno. Es decir, el agente percibe su medio y se esfuerza por lograr sus objetivos, lo cual corresponde con las propuestas de Damasio, Dewey, Heidegger y Gibson. Si bien es cierto que estos autores establecen distinciones para sus afirmaciones, también es cierto que podemos rescatar el factor común que subyace a sus postulados y mencionar que, encontramos coincidencias con la Cognición Corporizada, lo cual podría indicar que es necesario hacer énfasis sobre esta área de investigación como marco teórico explicativo de los procesos cognitivos de bajo nivel.

Un Modelo Directo, en tanto que predice el siguiente estado de un sistema, basándose en su estado actual y en un comando motriz a ser ejecutado,

bien puede compararse con el mecanismo de planeación que realiza el organismo en un mapeo de nivel simple propuesto por Damasio. Más aún, un Modelo Inverso o controlador que, dado una situación deseada y el estado actual, da salida a los comandos motrices necesarios para conseguir o mantener un objetivo, ayuda a encontrar mejores respuestas que le permitan lograr dicho objetivo, también mencionado por Damasio. Estos modelos también se corresponden con el interés en una situación y el sentido de nuestras acciones y disposiciones mencionadas por Dewey. Si hemos propuesto que ambas posturas exhiben lo que hemos entendido aquí por Intencionalidad, de esto se sigue que un Modelo Interno basado en el Modelo Directo y el Modelo Inverso tiene Intencionalidad.

Además, puesto que los agentes autónomos artificiales realizan acciones en relación a las posibilidades que les ofrece el medio, están en vínculo directo con las *Affordances* gibsonianas que dependen de un tipo particular de organismo y la contemplación del carácter activo del mismo. Esto también coincide con la noción de Intencionalidad que se refiere a nuestro actuar en una situación, donde

La experiencia de la acción puede a menudo ser descrita como la experiencia de una recalibración de nuestras actitudes en función de las exigencias prescritas por una situación determinada sin que sea necesario analizar los elementos constitutivos de dicha situación. La estructura de una situación solicita el cuerpo de un individuo cuya actividad consiste sobre todo en una rectificación de sus actitudes y movimientos, con el fin de establecer una

relación satisfactoria con el ámbito... ([Jazé, 2012]).

De acuerdo con Barsalou ([Barsalou et al., 2007]), un agente tiene objetivos prioritarios basados en estados motivacionales y en oportunidades que le ofrece el medio ambiente. Cuando el agente percibe este ambiente, categoriza entidades y eventos, estableciendo además inferencias acerca de la información dada. Esta coordinación en el sistema es lo que posibilita la acción.

Efectivamente, las acciones de un sistema pueden ser establecidas a partir de ciertas predicciones y, además, la relación con el medio hace necesaria la modificación de dichas acciones para establecer una relación satisfactoria, considerando el posible cambio de una situación a la que se enfrenta dicho sistema.

Conclusiones

En este trabajo se ha mostrado un cambio en la forma de abordar los procesos cognitivos a partir de la Cognición Corporizada. Actualmente las investigaciones en robótica cognitiva, tienden a seguir esta línea de investigación. Hemos entendido la Cognición Corporizada como la corriente o estructura teórica que busca remarcar el papel que desempeña el cuerpo para el desarrollo de capacidades cognitivas, incluyendo el contexto físico en el que se encuentra el sistema y su posible modificación por medio de la experiencia¹ Es bajo esta perspectiva que se debe entender la Intencionalidad, más que como característica de los estados mentales de dirigirse a, o ser sobre algo. Esta definición tradicional está más cercana a considerar dicho concepto como algo abstracto, sin hacer referencia directa al individuo situado en un contexto que le permite realizar acciones.

Si tomamos en cuenta la propuesta de Heidegger, de que no es necesario un contenido intencional y que la manera de “ser en el mundo“ ya implica Intencionalidad de forma inherente al sistema en una situación determinada, está más cercana a la perspectiva de la Cognición Corporizada y a eliminar esta mediación del contenido intencional. Podemos entonces entender

¹En el sentido de acoplamiento a una nueva situación.

la Intencionalidad como una disposición para la acción que se relaciona directamente con la experiencia. Como seres en el mundo, actuamos con los objetos en función de nuestras disposiciones de acción, sin que ello implique que para este actuar se necesite un mediador intencional.

La expresión compuesta “estar-en-el-mundo” indica, en su forma misma, que con ella se mienta un fenómeno unitario. Lo así primariamente dado debe ser visto en su integridad. La irreductibilidad a elementos heterogéneos no excluye una multiplicidad de momentos estructurales constitutivos... ([Heidegger, 1926]).

De acuerdo con Dreyfus ([Dreyfus, 1993]), Heidegger niega que la experiencia de un acto sea la que causa el movimiento corporal y que la experiencia de actuar represente la meta de la acción. También afirma que la percepción no implica una toma de conciencia de la propia experiencia visual, sino que se experimenta como una apertura directa al mundo.

Se ha propuesto entonces considerar que la Intencionalidad puede ser entendida como la disposición para actuar, en un nivel de interacción básica con el ambiente, esto nos permite la relación sistema-mundo basada en experiencias sensoriales y motrices.

Considerando las simulaciones en robótica cognitiva y la importancia del Modelo Interno basado en el Modelo Directo y el Modelo Inverso podemos notar que un agente autónomo artificial tiene predicción y control sobre sus acciones, lo cual se corresponde con la definición que hemos expuesto sobre Intencionalidad y es consecuente con la investigación de la Cognición Corporizada. Debido a esto, es necesario remarcar que la Intencionalidad

se encuentra inherente al sistema de un agente autónomo artificial que implemente dichos modelos. Esta Intencionalidad como disposición para la acción le permite al agente un acoplamiento con el entorno para satisfacer sus objetivos.

Esto se corresponde con las teorías de Heidegger y Gibson en relación a la Cognición Corporizada y también con un mecanismo de planeación y control que podemos encontrar en los Modelos Internos. Estos modelos realizan acciones, modificando sus movimientos para relacionarse adecuadamente con el entorno, buscando alcanzar ciertos objetivos. Como ya se había señalado en este trabajo, si la detección de un estímulo requiere una exploración activa del medio ambiente, entonces los órganos y procesos de la cognición incluyen las partes del cuerpo que son necesarias en las actividades por las cuales la información es tomada ([Shapiro, 2011]).

Si un agente autónomo artificial reconoce las *Affordances* que necesita para satisfacer sus necesidades, esto le adjudica cierto nivel de autonomía, en el sentido de modificación de la conducta a partir de la interacción con el ambiente. En la medida en que puede reconocer ciertas potencialidades del medio con el cual interactúa, puede captar ciertas características del objeto en cuestión. Desde esta perspectiva, se rescata la importancia de la Cognición Corporizada para el desarrollo de procesos cognitivos y nos permite entender la Intencionalidad como una disposición para la acción que es inherente al sistema, lo cual puede resultar trascendente para el estudio de la cognición, en la medida en que puede ayudarnos a vincular su funcionamiento en estrecha relación con lo corporal. Así, las capacidades

corporales podrían ser la base de un amplio rango de fenómenos cognitivos ([Pezzulo et al., 2011]).

Si, como dice Damasio ([Damasio, 2010]), el cerebro construye mapas al interactuar con los objetos, y este mapeo incesante y dinámico del cerebro es lo que ocasiona lo que entiende por “mente“, entonces la investigación en robótica cognitiva, basada en una retroalimentación del agente con el entorno, podría avanzar hacia nuevas propuestas que se relacionen con capacidades cognitivas de un nivel complejo. Si bien es cierto que Damasio menciona que se requiere un organismo vivo para la producción y desarrollo de conciencia, esto no implica que no se pueda esclarecer su origen y posterior desarrollo por otras vías experimentales.

Bibliografía

- [Abbagnano, 1996] Abbagnano, N. (1996). *Diccionario de Filosofía*. Fondo de Cultura Económica.
- [Anderson, 2003] Anderson, D. M. L. (2003). Embodied cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, 149(1):91–130.
- [Barsalou, 2008] Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *annual reviews psychology*, 59:617–645.
- [Barsalou et al., 2007] Barsalou, L. W., Breazeal, C., and Smith, L. B. (2007). Cognition as coordinated non-cognition. *Cognitive Processing*, 8(2):79–91.
- [Bechtel, 1991] Bechtel, W. (1991). *Filosofía de la mente. Una panorámica de la ciencia cognitiva*. Tecnos.
- [Blakemore et al., 1998] Blakemore, S.-J., Rees, G., and Frith, C. D. (1998). How do we predict the consequences of our actions? a functional imaging study. *Elsevier Science*, 36(6).
- [Blakemore et al., 2000] Blakemore, S.-J., Wolpert, D., and Frith, C. D. (2000). Why can't you tickle yourself. *Lippincott Williams & Wilkins*, 11(11).
- [Clark, 1998] Clark, A. (1998). Embodiment and the philosophy of mind. *Current Issues In Philosophy Of Mind*, (43).

-
- [Crane, 1998] Crane, T. (1998). Intentionality as the mark of the mental. In *Contemporary Issues in the Philosophy of Mind*. Cambridge University Press.
- [Damasio, 2010] Damasio, A. (2010). *Self Comes to Mind. Constructing the Conscious Brain*.
- [Damasio and Damasio, 2006] Damasio, A. and Damasio, H. (2006). Minding the body. *ProQuest Agriculture Journals*, 3(135).
- [Dearden, 2008] Dearden, A. (2008). Developmental learning of internal models for robotics. *PhD thesis, Imperial College London*.
- [Dewey, 1896] Dewey, J. (1896). *The Metaphysical Assumptions of Materialism*, chapter The Reflex Arc Concept in Psychology. EW.5.
- [Dewey, 1922] Dewey, J. (1922). *The Metaphysical Assumptions of Materialism*, chapter Human Nature and Conduct. MW.14.
- [Dreyfus, 1990] Dreyfus, H. L. (1990). *Being-in-the-World*. The MIT Press.
- [Dreyfus, 1993] Dreyfus, H. L. (1993). Heidegger's critique of husserl's (and searle's) account of intentionality. *Social Research*, 60(1).
- [Escobar et al., 2012] Escobar, E., Hermosillo, J., and Lara, B. (2012). Self body mapping in mobile robots using vision and forward models. *Facultad de Ciencias Universidad Autónoma del Estado de Morelos*.
- [Gaona et al., 2012] Gaona, W., Hermosillo, J., and Lara, B. (2012). Distance perception in mobile robots as an emergent consequence of visuo-

- motor cycles using forward models. *Facultad de Ciencias Universidad Autónoma del Estado de Morelos*.
- [Gibson, 1950] Gibson, J. J. (1950). *The Perception of the Visual World*.
- [Goldstein, 2008] Goldstein, B. (2008). *Cognitive Psychology. Connecting mind, research and everyday experience*. USA: Wadsworth.
- [Harnad, 1990] Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. *Physica D*, 42:335–346.
- [Heidegger, 1926] Heidegger, M. (1926). *Ser y Tiempo*. edición digital <http://www.philosophia.cl>.
- [Husserl, 1992] Husserl, E. (1992). *Invitación a la fenomenología*. Paidós.
- [Jazé, 2012] Jazé, J.-P. (2012). El rol del saber no-proposicional en la explicación de la acción. *Memorias del I Coloquio Internacional de Ciencias Cognitivas*.
- [Kiverstein, 2007] Kiverstein, J. (2007). Could a robot have a subjective point of view. *Journal of Consciousness Studies*, 14(7).
- [Newell and Simon, 1963] Newell, A. and Simon, H. A. (1963). *Computers and Thought*, chapter GPS: A Program that Simulates Human Thought. New York: McGraw-Hill.
- [Peirce, 1877] Peirce, C. S. (1877). La fijación de la creencia.
- [Peirce, 1878] Peirce, C. S. (1878). Cómo esclarecer nuestras ideas.

- [Peirce, 1904] Peirce, C. S. (1904). Que es el pragmatismo.
- [Peirce, 1907] Peirce, C. S. (1907). Pragmatismo.
- [Pezzulo et al., 2011] Pezzulo, G., Barsalou, L. W., Cangelosi, A., Fischer, M. H., McRae, K., and Spivey, M. J. (2011). The mechanics of embodiment: a dialog on embodiment and computational modeling. *frontiers in psychology*, 2(5).
- [Rodríguez et al., 2012] Rodríguez, D., Hermosillo, J., and Lara, B. (2012). Meaning in artificial agents: The symbol grounding problem revisited. *Minds and Machines*, 22:25–34. 10.1007/s11023-011-9263-x.
- [Rorty, 1979] Rorty, R. (1979). *Philosophy and the Mirror of Nature*. Princeton: Princeton University Press.
- [Searle, 1980] Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3:417–457+.
- [Searle, 1992] Searle, J. R. (1992). *Intencionalidad un ensayo en Filosofía de la Mente*.
- [Searle, 1994] Searle, J. R. (1994). *Mentes, cerebros y ciencia*.
- [Shapiro, 2011] Shapiro, L. A. (2011). *Embodied cognition*. New problems of philosophy. Routledge.
- [Turing, 1950] Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59:433–460.

-
- [Wilson, 2002] Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4):625–636.
- [Wolpert et al., 1998] Wolpert, D. M., Miall, R. C., and Kawato, M. (1998). Internal models in the cerebellum. *Elsevier Science*, 2(9).
- [Ziemke, 2000] Ziemke, T. (2000). Rethinking grounding. pages 177–190.