

INTERACCIÓN SOCIAL: EL ESLABÓN PERDIDO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA PRESENTA

LIC. CLAUDIA ALARCÓN ZARAGOZA

DIRECTOR DE TESIS: DR. AXEL ARTURO BARCELÓ ASPEITIA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Marzo 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para *fishie*

que me ha pintado el mundo
en color naranja

Agradecimientos

Al Instituto de Investigaciones Filosóficas y al Posgrado en Filosofía de la ciencia, especialmente a Silvia Benitez y a Noemí Vidal, por su invaluable apoyo.

A *Carlos López Beltrán* quien, convencido de que las ciencias y las humanidades conviven armoniosamente en el universo de lo humano, me alentó para ser parte de este fascinante proyecto académico.

A mi tutor, *Axel Barceló*, por exigirme y por discutir siempre con la mejor disposición sobre mi trabajo.

A mis lectores, *Benjamín Macías, Atocha Aliseda, Sergio Martínez y Francisco Hernández*, por el tiempo dedicado a mi trabajo.

A Migue y Chelo, Luis Miguel, Chelito, Ale y Gaby, por su apoyo, cariño y presencia siempre incondicional.

A aquellos *maestros* que con el ejemplo me recordaron el valor de la reflexión y del pensamiento para el buen vivir.

A mis queridism@s amig@s *Mariana Riva Palacio, Luzma Argüelles, Ana Elisa Martínez, Alberto Herr, Ana Elena González, Claudia Jove, Cristina Barberena, Iván García y la Tulipana Veerle, Pedro Serrano, Ernesto Priego, Juan Seade, Miguel Ángel Vázquez, Juan Manuel Santín y, con especial cariño, Juan Manuel Ruisánchez*, por haberme dado y seguirme dando un infinito de razones para quererlos y pensarlos; para pensarlos y quererlos.

A *Miriam Martínez*, la mejor *flatmate ever*, por compartir durante esos dos años valiosas y divertidas conversaciones en la cocinita del 204/302, y por los periódicos sobre mi computadora.

A *Benjamín*, por enseñarme a construir nuevas y más divertidas realidades pero, especialmente, por hacerlo los jueves a las 6:00pm.

ÍNDICE

Introducción	4
I. Máquinas, máquinas y más máquinas...	5
II. Primeros estudios entre máquinas y humanos en la escala social	9
III. La inteligencia corporizada	11
IV. La interacción social como parámetro de inteligencia	14
V. Algunas valoraciones en torno a las emociones de <i>Kismet</i>	17
VI. Un aprendizaje efectivo	21
VII. Interacción social: eslabón perdido o una forma más de sintetizar diamantes	28
Fuentes	31

Introducción

Durante los últimos veinte años, Cynthia Breazeal, del departamento de Inteligencia Artificial del MIT trabajó en la creación de Kismet un robot cuyo objetivo era interactuar en un entorno social humano. Este proyecto llama nuestra atención porque ofrece valiosas consideraciones sobre nociones como inteligencia, emoción e interacción social, dentro de un escenario en el que tecnología y sociedad se entrelazan en una nueva propuesta de Inteligencia Artificial.

Esta tesina presentará brevemente algunos esquemas teóricos que, a lo largo de la historia, han venido respaldando la búsqueda de inteligencia artificial. A partir de ello, nos proponemos analizar de manera breve, pero detallada, algunos elementos que el proyecto Kismet integra de manera esencial en dicha búsqueda: la emocionalidad, la interacción social y el aprendizaje.

El proyecto Kismet sugiere que la inteligencia no debe considerarse únicamente como un rasgo depositado en los procesos de pensamiento o mentales sino también en las conductas y, de modo específico, en las sociales. Para Breazeal, son las emociones, entendidas como conductas o disposiciones, las que determinan el éxito de toda interacción social. A partir de esta idea, Breazeal se propuso desarrollar un robot con emociones sintéticas que aprendiera a interactuar socialmente con humanos.

I. Máquinas, máquinas y más máquinas...

En el siglo XVIII, en Europa occidental, se desencadenó un notable interés en la fabricación de autómatas, es decir, máquinas que podían desempeñar conductas humanas o animales de manera autónoma. Un grabado de H. Gravelot de 1739 muestra, por ejemplo, algunos de los inventos con que Vaucanson inició su serie de máquinas autómatas: un hombre que toca el tambor, un flautista y un pato que come, defeca y nada.¹

En la de de 1930 Alan Turing dio inicio a una línea de investigación con la que buscaba dar solución a una serie de problemas matemáticos a partir del uso y desarrollo de sistemas computacionales. Diseñó la máquina de Turing y a través de ella postuló algunos problemas que posteriormente tomaron algunos partidarios de la Inteligencia Artificial. Por tal motivo, la creación de la máquina de Turing ha tomado un lugar preponderante en la historia de la IA². La máquina de Turing es un mecanismo que soluciona problemas calculando funciones, es decir, dado un dato, la máquina entrega otro. A partir de ello Turing elaboró la llamada prueba de Turing con la que se propuso dar respuesta a la pregunta ¿puede una máquina pensar? Para ello Turing desarrolló un mecanismo al que llamó “el juego de imitación” (*The Imitation Game*) que consistía en el proceso siguiente,

Suponga que tenemos una persona, una máquina y un interrogador. El interrogador está en una habitación separada de la otra persona y de la máquina. El objeto del juego es que el interrogador determine cuál de los otros dos es la persona y cuál la máquina. El interrogador reconoce a la otra persona y a la máquina como “X” y “Y” —pero, al menos al inicio del juego, no sabe quién de los dos es “X”—y al final del juego dirá “‘X’ es la persona y ‘Y’ es la máquina”, o bien, “‘X’ es la máquina y ‘Y’ es la persona”. El interrogador puede hacer preguntas a la persona o a la máquina del tipo “¿podrías X decirme si X juega ajedrez?” Ya sea que la máquina o la persona sea X debe responder las preguntas dirigidas a X. El objetivo de la máquina es tratar de hacer que el

¹ Gaby Wood (2002)

² Alan Turing (1950) “Computing Machine and Intelligence” en <http://www.abelard.org/turpap/turpap.htm>

interrogador concluya equivocadamente que la máquina es la otra persona; el objetivo de la otra persona es tratar de ayudar al interrogador a que identifique correctamente la máquina.³

Una vez dada a conocer la prueba, Turing declaró que

en aproximadamente cincuenta años será posible programar computadoras, con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 10^9 , que jugarán el juego de imitación tan bien que un interrogador promedio no tendrá más del 70% de posibilidad de hacer la identificación correcta después de cinco minutos de interrogatorio... Creo que al final del siglo [xx] el uso de palabras y la opinión general educada se habrá alterado tanto que uno podrá hablar de máquinas que piensan sin esperar que alguien lo contradiga.

Podemos decir que existe una tenue pero importante diferencia entre el intento de Turing para resolver a la pregunta sobre si puede una máquina pensar y el propósito de la Inteligencia Artificial de hacer una máquina pensante. Por una parte, la prueba de Turing revela una concepción de inteligencia, de la cual se han derivado variadas controversias sobre lo que significa ser inteligente. Tales disputas están prácticamente en el centro de la investigación sobre Inteligencia Artificial dada la necesidad de establecer el parámetro de "inteligencia" sobre el que ha de trabajarse en el laboratorio. La prueba de Turing consiste, entonces, en articular la interacción entre dos sistemas procesadores de datos, el pensamiento humano y el computacional, a través del manejo del lenguaje verbal. Un aspecto interesante es que durante esta interacción la máquina ejecuta funciones que pueden fácilmente confundirse con el razonamiento humano. El análisis de la prueba de Turing ha tenido relevancia en los estudios sobre IA debido a que ofrece una definición operativa de lo que es la inteligencia, en donde la inteligencia es un atributo dado a un agente por otro agente previamente reconocido como inteligente. Tal como se describió en la cita anterior.

Para mediados del siglo XX, el matemático y científico computacional

³*Id.*

John McCarthy presidía, en Estados Unidos, uno de los grupos más influyentes del mundo en materia de "estudios autómatas". El trabajo teórico de dicho grupo giró en torno a los sistemas computacionales que se esperaba hicieran posible el desarrollo de autómatas. De alguna forma, podemos decir que esto marcó el paso de los autómatas mecánicos a los computables.

En *Development and Establishment in Artificial Intelligence*, James Fleck nos narra, desde una perspectiva socio-tecnológica, la manera en que en poco más de diez años, el grupo de McCarthy abrió paso a un nuevo campo derivado de sus investigaciones sobre sistemas cognitivos y computacionales que posteriormente definió como Inteligencia Artificial. En 1956 McCarthy inauguró el seminario en el Dartmouth College sobre inteligencia artificial en el que, entre otros temas, se discutían asuntos y problemas en torno a la inteligencia y a los procesos cognitivos humanos para lograr la simulación de razonamiento. De esta forma, McCarthy y su grupo consiguieron que la ARPA (Advanced Research Projects Agency) de los Estados Unidos les diera un amplio presupuesto para continuar su proyecto.⁴

El presupuesto científico en que se basó el grupo de McCarthy, compuesto en su mayoría por matemáticos y científicos de la computación, era que la inteligencia era un atributo humano derivado de los procesos de razonamiento que genera el cerebro. McCarthy argumentó a la ARPA que lo que su proyecto se proponía era entender científicamente la inteligencia humana mediante la aplicación y desarrollo de sistemas computacionales que imitaran las funciones del cerebro humano y que nos ayudaran a entender cómo pensamos. Desde una perspectiva más detallada de lo que significa entender "cómo pensamos", el proyecto de McCarthy tuvo como objetivo la creación de una computadora que pudiera construir patrones de

⁴ James Fleck (1980)

pensamiento similares a los humanos. Este aspecto es relevante para el campo de la IA debido a que significó el paso del automatismo mecánico al desarrollo de una teoría computacional que habilitara el uso de procesos computables en autómatas.

En 1950, asimismo, el grupo británico **RATIO**, presidido por Turing había comenzado a desarrollar un área de investigación con base en teorías computacionales denominada estudios cibernéticos de la mente. Una diferencia general que es importante destacar para el propósito de este trabajo es que mientras el grupo de McCarthy trataba de simular las operaciones del cerebro dentro de un esquema de razonamiento lógico, el grupo **RATIO** se propuso construir modelos de redes neuronales de cognición y de percepción que simulara los modelos neuronales humanos. El objetivo de ambos grupos fue el mismo, ya que entendían la inteligencia como atributo depositado en el cerebro humano y en sus funciones,⁵ sin embargo, sus métodos fueron distintos.

⁵ Douglas Hofstadter, (1998)

II. Primeros estudios entre máquinas y humanos en la escala social

A partir de que la Inteligencia Artificial se constituyó como campo de estudio empezaron los intentos por definir su objeto y propósito. Por ejemplo, John Haugeland considera que “la inteligencia artificial sólo desea el artículo verdadero: *máquinas que tengan mente*, en su sentido pleno y literal”¹. En principio el trabajo conjunto de la máquina y la prueba de Turing pudiera presentar notables similitudes con la definición de Haugeland, sin embargo, existe una importante diferencia entre ambas ideas. Por una parte, Turing sólo sugiere que una máquina con una extensa capacidad para elaborar procesos computables podría imitar el razonamiento humano y confundirse con éste. Haugeland, por su parte, dirige el análisis hacia la máquina como objeto que encarna la inteligencia.

Por otra parte, la mayoría de los proyectos dedicados a la producción de máquinas inteligentes coinciden en que la interacción entre humanos y máquinas es un factor clave en la búsqueda de inteligencia artificial. Puede decirse que esta idea tiene su origen, aunque indirectamente, en el trabajo de Turing. En la prueba de Turing hay implícita una condición interactiva necesaria, es decir, la prueba exige la participación de un agente pensante que sirva como parámetro para evaluar la participación de la máquina como agente pensante. Para Turing el manejo de datos que haga la máquina mientras interactúa con un ser humano ayudaría a definir el carácter pensante de la máquina o, en este caso, de la computadora. Este esquema de interacción se

¹ John Haugeland, *La inteligencia artificial*, 1998. (Cursivas en el original) Cito nota a pie en el original: “Tal vez la inteligencia artificial se debería llamar “inteligencia sintética” para que concuerde mejor con el lenguaje comercial. Así, los diamantes artificiales son falsas imitaciones, mientras que los diamantes sintéticos son diamantes auténticos, sólo que manufacturados en lugar de desenterrados...No obstante, el nombre, la inteligencia artificial aspira a una inteligencia auténtica, no a una falsa imitación.” Este aspecto descrito por Haugeland, que más bien parece un juego de palabras con intención de resolver un problema de carácter filosófico, resalta la inteligencia humana como un recurso natural digno de ser explotado pero también recreado siempre y cuando haya un proceso adecuado de por medio.

ha denominado Interacción entre Humanos y Computadoras, (*Human Computer Interaction*, HCI en adelante) que dio lugar a una estrategia de investigación en la que la HCI dentro del contexto de la IA era, en igual medida, un medio y un fin en lo que se refiere a la producción de agentes artificiales inteligentes. Como medio la HCI era un mecanismo mediante el que se monitoreaba y evaluaba permanentemente el desempeño científico y los alcances tecnológicos de las máquinas durante las interacciones con humanos. Y como fin, dio lugar a una concepción de inteligencia basada en generar un intercambio simbólico articulado entre máquinas y humanos. De esta forma, vemos que estos científicos se propusieron recrear, o sintetizar, la inteligencia, como lo sugiere Haugeland con los diamantes, a partir de imitar procesos mentales. Esta concepción de inteligencia influyó en un gran número de proyectos en IA. Sin embargo, con el *boom* de las computadoras y de la tecnología que de ella se desprende, a partir de los años 80, y con la apertura de los sistemas de comunicación que de ellas se derivan, encontramos que la relación entre tecnología y sociedad promueve una línea de investigación dentro de la IA que incluye también las prácticas sociales y no sólo los procesos mentales. Es decir, para Breazeal la IA debía plantearse dentro de otro escenario teórico en el que la inteligencia ya no fuera atribuida al pensamiento sino a las conductas. De esta forma, encontramos que el mecanismo de interacción social está vinculado con movimientos corporales y faciales y no tanto con procesos mentales.

Es decir, el contexto de interacción dentro del que trabaja la inteligencia como proceso mental se lleva a cabo en un nivel simbólico y discursivo, mientras que la concepción de inteligencia como conducta aspira a una interacción entre movimientos corporales y faciales. De esta forma, el proyecto Kismet sugiere que la interacción social es un proceso que depende

de conductas que pueden, o no, ser inteligentes. La creación de este robot sociable se basó en el análisis y observación de las interacciones sociales entre humanos, ya que el propósito era que Kismet interactuara socialmente con personas. Si bien es cierto que el proyecto no llegó a su fin, dio lugar a consideraciones importantes sobre la manera, forma y dinámica de nuestras interacciones.

Por tal motivo, podemos decir con certeza que en la actualidad la relación entre máquinas y humanos viene a abrir interesantes preguntas para el campo de la filosofía sobre los mecanismos de interacción sociales, no sólo entre humanos, sino también entre tecnología y sociedad. Por ejemplo, para el sociólogo de la ciencia H. M. Collins, uno de los principales retos, o problemas, de la IA es, "hacer una computadora que pueda aprender de su entorno de la misma manera en que los humanos aprenden del suyo, incluyendo el social."² Un aspecto relevante que destaca la cita anterior es el del aprendizaje. El proyecto Kismet consideró que era necesario incluir el aprendizaje además de la imitación, en la creación del robot sociable, ya que aquel ofrecía un esquema teórico que constituía al robot como un agente más adaptativo. Era el aprendizaje, según Breazeal, y no sólo la imitación el que ofrecía la posibilidad de que el robot pudiera permanentemente adaptarse a un entorno cambiante. Un buen mecanismo de aprendizaje-imitación le daría al robot los recursos necesarios para poder desenvolverse durante la interacción social con personas y así mismo continuar aprendiendo, o adaptándose.

² H. M. Collins (1997)

III. La inteligencia corporizada

La inteligencia es una noción compleja de definir fuera de contexto dado su carácter subjetivo. Es decir, no existe un esquema teórico concreto que satisfaga unánimemente las inquietudes que el término ha despertado dentro del campo de la IA. Desde Turing hasta Kismet, el ejercicio ha consistido en intentar definir la inteligencia a la par que es recreada. Esta situación nos muestra un aspecto interesante en la producción de agentes inteligentes: cada agente artificial inteligente representa en sí una concepción de inteligencia dada por su creador. Con esta premisa en mente podemos decir que la inteligencia es un concepto que está en permanente evolución, no porque posea una condición cambiante intrínseca, sino por su carácter condicionante a partir de un contexto o idea específicos.

Es bien sabido que la inclusión de la tecnología en la escena social ha sido siempre un factor determinante en la manera en que se desarrolla una sociedad. Sin embargo, existen aspectos relevantes en este determinismo que varían de una tecnología a otra. El desarrollo y comercialización que ha tenido la tecnología de cómputo en los últimos 30 años ha alterado prácticamente todos los sistemas de producción, públicos y privados, digitalizando una gran parte del mundo. Los procesos industriales se han agilizado, los procesos cognitivos potencializado y los sociales simplificado. En estas condiciones la inclusión de la tecnología computarizada define un tipo de relación entre máquinas y humanos que involucra prácticas sociales, en las que la anatomía del cuerpo, y no sólo los procesos mentales, adquieren un papel preponderante.

El proyecto Kismet trabaja sobre una concepción de inteligencia depositada en conductas corporales y no solamente en procesos mentales. De

manera significativa vemos que para que Kismet llevara a la práctica su condición de agente social requería de una anatomía que le permitiera llevar a cabo ciertas conductas sociales. En este sentido, el proyecto Kismet se suma a la lista de los trabajos desarrollados dentro de la línea conocida como Interacción entre Robots y Humanos (*Human Robot Interaction*, HRI en adelante) que reconoce al cuerpo como depositario de la inteligencia y no sólo a la mente. Vale la pena resaltar que ambas líneas coinciden en una visión externalista de la inteligencia, es decir, ya sea como proceso mental o como conducta social la inteligencia sólo se reconoce en la medida en que es reproducida por un sistema o mecanismo. Mientras que en la HCI se trabaja con procesos o sistemas lógicos reproducidos por lenguajes computacionales, en la HRI se emplea la interacción social como mecanismo reproductor.

Los proyectos inscritos a la HRI, como Kismet, deben contar con una anatomía que les permita operar las conductas sociales de una manera similar a como las realiza un ser humano. Según Breazeal, este tipo de robots, entonces, podría dar solución a varios problemas cotidianos tales como la asistencia a enfermos o a personas mayores que no pueden valerse por sí mismos.

Para Breazeal, la interacción social es un sistema de intercambio de distintas habilidades. Por una parte, reconoce el papel de las habilidades corporales en los procesos interactivos sociales, por la otra, y de manera destacada reconoce el manejo de habilidades o conductas emocionales. En este sentido, el proyecto Kismet se distingue de otros suscritos a la HRI como, por ejemplo, el WABIAN II Bipedal Robot o el WF4RII Waseda Flutist ambos robots androides, desarrollados por el Takanishi Laboratory¹, dado que involucra el sistema emocional como mecanismo esencial para llevar a cabo

¹ <http://www.takanishi.mech.waseda.ac.jp/research/index.htm>

una conducta inteligente mediante la que humanos y robots puedan interactuar.

IV. La interacción social como parámetro de inteligencia

Como se dijo anteriormente, el proyecto Kismet entendía la interacción social como una práctica humana que pone en juego la aplicación *conjunta* de habilidades corporales y emocionales. La creación de un robot sociable como Kismet dentro del marco de la inteligencia artificial, por lo tanto, consistía en la producción de un robot que contara con los recursos ingenieriles que le permitieran llevar a cabo dicha práctica. Una de las razones por las que el aprendizaje fue un recurso importante en el proyecto Kismet es que el robot no sólo imitaría una acción sino que podría continuar adaptándose al entorno aprendiendo otras acciones. Si el robot no sólo imitaba sino que además aprendía cabía la posibilidad de que el robot desarrollara otras habilidades que reforzaran el carácter inteligente de sus conductas.

A partir de esta concepción de inteligencia, entonces, el reto del proyecto era que el robot tuviera una respuesta adaptativa a un entorno social permanentemente cambiante. De esta forma, el aprendizaje se consideró como un recurso esencial para el éxito del proyecto. Un ejemplo que ilustra muy claramente la importancia del aprendizaje en el proyecto Kismet radica en la tecnología de los *monofuncionales*, cuyo propósito es llevar a cabo una sola función: caminar, levantar los brazos, oprimir un botón, etc. Este tipo de robot está programado para realizar, imitar y repetir, una conducta singular. Por otra parte, un robot multifuncional como Kismet tendría un mecanismo de aprendizaje que le permitiría aprender respuestas adecuadas dependiendo de las circunstancias. De ninguna forma, Breazeal niega la importancia e ineludibilidad de los mecanismos de imitación en la robótica, de hecho gran parte del funcionamiento de Kismet era imitativo, sin embargo, sí consideraba que el aprendizaje le facilitaba la construcción de un robot sociable dentro de

la concepción de inteligencia artificial que tenía. Como ya se dijo, Breazeal, atribuía la inteligencia a conductas y no a pensamientos. Sin embargo, consideraba que dentro de esta perspectiva tenía lugar una serie de factores que ponían en juego el éxito a la conducta o desempeño de su robot sociable. Una conducta, por lo tanto, podía tener distintos matices, diferentes alcances o logros, en una palabra, diferentes niveles de desempeño. Con base en lo anterior, entonces, podemos decir que el proyecto Kismet sugería que existen distintos niveles de inteligencia en las interacciones sociales del robot que bien podían modificarse a partir de su propio aprendizaje. El mecanismo de aprendizaje, entonces, sería el responsable de que Kismet desarrollara al máximo sus habilidades corporales que darían lugar a su desempeño social.

Por otra parte, las habilidades corporales son aquellas que permiten a los agentes relacionarse con el entorno social de manera interactiva, es decir, para que un agente pueda participar activamente en un ambiente determinado, éste debe contar con los recursos corporales para llevar a cabo conductas propias de la interacción social. Retomando el ejemplo de Breazeal, para que un robot esté capacitado corporalmente para realizar las funciones de una enfermera, éste debe poder trasladarse con autonomía dentro de un espacio y contar con extremidades que le permitan aprehender objetos de diferentes tipos y tamaños.

Otro aspecto que resulta propicio para el desarrollo de estas habilidades es el manejo de un sistema que le permita al robot percibir su entorno con mayor facilidad. El proyecto Kismet tomó el sistema sensorial humano como modelo para proveer al robot con un mecanismo que le permitiera "ver" y "escuchar". Los primeros—y últimos—ejercicios de interacción con Kismet se realizaron con una plataforma facial que comprendía varias cámaras, bocinas y micrófonos. En realidad, el proyecto nunca pasó de

esta etapa, por lo que podríamos decir que toda la teoría sobre las habilidades físicas del robot se redujo a experimentos con una cabeza y un rostro. No obstante el alcance tecnológico del proyecto fue limitado en proporción de lo que se esperaba, éste generó material académico interesante sobre la manera en que interactuamos socialmente los humanos. El inevitable vínculo entre conducta corporal y facial y expresión emocional en las relaciones sociales es abordado por Breazeal a partir de las consideraciones que han hecho sobre el tema algunos estudios psicológicos, en los cuales se destacan algunos elementos que están en juego cuando las personas interactúan socialmente,

Hay una extensa variedad de perspectivas para entender computacionalmente la conducta social. Scasellati (2000a) emplea una perspectiva de psicología del desarrollo, combinando dos teorías populares en el desarrollo de la teoría de la mente en niños (la de Baron-Cohen [1995] y de Leslie [1994]), e instrumentando el modelo sintetizado en un robot humanoide. En la tradición de sistemas de razonamiento de IA, la perspectiva BDI de Kinny et al. (1996) modela explícita y simbólicamente la experiencia humana en la que los agentes atribuyen creencias, deseos, intenciones, habilidades y otros estados mentales a los otros. En contraste, Schank & Abelson (1977) está a favor de una perspectiva basada en historias para representar y entender el conocimiento social, la comunicación, la memoria y la experiencia. Dautenhahn (1997) propone una perspectiva más encarnada e interactiva para entender a las personas en la que contar historias (contar autobiografías y reconstruir historias biográficas sobre los otros) está vinculado con la manera empática, basada en nuestra experiencia, de relacionar a los otros con uno mismo.¹

Con lo anterior vemos que en lo que a la interacción social entre humanos y robots se refiere existen una variedad de elementos que no sólo tienen que ver con la actividad corporal y la emocional. Sin embargo, el proyecto Kismet consideró que el estudio de las habilidades emocionales comprendían en gran medida todos estos elementos y que a través de ellas sería posible la creación de un robot sociable. Por lo tanto, las habilidades emocionales para Breazeal fueron un factor esencial para su proyecto ya que a fin de cuentas éstas regulan el éxito de toda interacción social. Es decir, si el manejo de las emociones en una interacción social no es óptimo, el objetivo de dicha interacción puede ser deficiente o, incluso, fallido. Esto se debe, dice Breazeal,

¹ C. Breazeal, (2002) "Designing Sociable Robots." (Mi traducción)

a que cuando los humanos interactuamos socialmente incluimos inevitablemente un componente emocional a nuestras conductas físicas. Cabe mencionar que la participación de la emocionalidad en la creación de robots sociables involucra otro aspecto relevante, que será descrito de manera más extensa un poco más adelante, y es que para estos científicos la emocionalidad facilitaría la apropiación y aceptación de dichos robots por parte de los humanos. Volviendo al ejemplo del robot sociable enfermero, se podría pensar que un enfermo establecería un estado de empatía con el robot, en un nivel emocional, que le permitiría sentirse más seguro y, quizá, comprendido. Una consideración de este tipo nos hace pensar en que efectivamente la mayoría de nuestras experiencias sociales se han visto condicionadas por la conducta emocional de las personas con que tratamos, ya sean conocidas o desconocidas. Es en este sentido que las habilidades físicas y emocionales van determinando el nivel de interacción social que se alcanzará durante la interacción social. De todo lo anterior, entonces, podemos concluir que para el proyecto Kismet el nivel o diagnóstico de una interacción social entre humanos y robots marcaría un parámetro efectivo para evaluar la condición inteligente de este tipo de robot.

V. Algunas valoraciones en torno a las emociones de *Kismet*

Al igual que la noción de inteligencia, las emociones tampoco han sido sujeto de una definición homogénea que nos permita hablar de ellas sin ambigüedades y disputas dentro del campo de la inteligencia artificial, o dentro de ningún otro. Una vez más, este tipo de proyectos da paso al estudio del objeto en función de su aplicación, de ahí la importancia de su realización. Este aspecto, por lo tanto, obliga a quienes trabajan en estos proyectos a delimitar la concepción que tienen de dichas nociones con base en sus objetivos.

Sin embargo, dado el propósito de este trabajo consideramos pertinente incluir también algunas de las consideraciones filosóficas y psicológicas que se han hecho sobre las emociones, ya que el proyecto *Kismet*, en cierta medida, parte de ellas para delimitar su marco de trabajo.

En *What emotions really are: The problem of psychological categories*¹ Paul Griffiths afirma que no existe una naturaleza de las emociones que permita definir un conjunto de emociones básicas y otro secundario sino que hay diferentes tipos de emociones comprometidas con distintas experiencias psicológicas, sociales, filosóficas y culturales. Prácticamente la aseveración de Griffiths encierra pertinentemente la problemática en torno a las emociones al decir que éstas son resultado de distintas experiencias. Sin embargo, opuesto a lo que asegura Griffiths, el proyecto *Kismet* trabajó sobre un cuadro básico de emociones (enojo, molestia, miedo, alegría, tristeza y sorpresa) que, aseguraban, era más que suficiente para llevar a cabo el proyecto en términos prácticos dada la concepción que se tenía de las emociones, misma que se explicará en adelante.

¹ Paul Griffiths (1998)

Otros aspectos que deben ser considerados en lo que se refiere al papel de las emociones en un proyecto de esta naturaleza son los descritos por Olbeth Hansberg en *La diversidad de las emociones*. Según Hansberg “las emociones componen una familia, pero se trata de una familia de estados mentales para la que son esenciales actitudes proposicionales como las creencias y los deseos.”² En principio, vemos que el carácter proposicional de las emociones coincide con algunas de las apreciaciones descritas en el análisis psicológico de la conducta social de Kinny³; de igual forma Kinny se refiere a la participación de creencias y deseos en la conducta social. Sin embargo, Hansberg hace especial énfasis en que su estudio no se centra en la relación entre emociones y conducta social, sino en “la pretensión de que las emociones sean conducta o disposiciones a cierta conducta y que esto sea lo único que nos permita identificarlas”⁴. No obstante que la distinción de Hansberg se efectúa dentro de un esquema meramente filosófico, ésta destaca un rasgo esencial que también se encuentra presente en la concepción de emociones con que trabajó el proyecto Kismet. Este aspecto consiste en que para Breazeal las emociones también son conductas o disposiciones a ciertas conductas. Sin embargo, en Kismet esta relación consiste en relacionar conductas o disposiciones físicas o faciales con ciertas conductas. Es decir, las conductas físicas tales como el cambio de mirada o postura, la gesticulación facial, expresan o dan muestra de la participación de una emoción durante la interacción social. El factor expresivo es, dice Breazeal, el mecanismo con que manifestamos nuestro estado mental, anímico y fisiológico a otros agentes. De esta forma, lo que sugería el proyecto Kismet es que en toda interacción social hay implícito un ejercicio de interpretación que, como veremos más adelante,

² Olbeth Hansberg (1996), p.23.

³ Cfr. Nota a pie 7 en este trabajo.

⁴ *Op cit.*, Hansberg, p. 19.

está basado en nuestra experiencia y mediante el que distinguimos las emociones, a través de su manifestación física, involucradas durante la interacción. Es decir, son las conductas emocionales, y no estrictamente las emociones, las que permitirían una interacción social adecuada entre agentes humanos y robóticos.

Hablar de conductas emocionales en lugar de emociones dentro del marco teórico del proyecto Kismet, promueve al mismo tiempo implicaciones filosóficas distintas a las de Hansberg, aún cuando ambas entiendan las emociones en un nivel funcional. Es decir, para Breazeal una conducta emocional se vincula con una conducta social específica y promueve la interacción social. Por otra parte, si bien es cierto que Hansberg también entiende las emociones como disposiciones a conductas específicas, la actitud proposicional que ésta atribuye a la conducta, marca una diferencia en el análisis filosófico, en tanto que hay una carga simbólica y subjetiva, en el sentido más directo del término, que determina la relación entre una y otra conducta. "Las actitudes proposicionales son", dice Hansberg, "esenciales para las emociones: son muchas veces causas y razones, y también efectos, de los estados emocionales y, además, constituyen parte de su estructura lógica."⁵ Según lo anterior, en la relación entre humanos hay una participación permanente de dichas actitudes proposicionales sin embargo, para Breazeal, el proceso para sintetizar emociones solo requiere comprender el vínculo entre conducta corporal, o facial, y conductas sociales específicas, sin necesidad de un contenido simbólico. Es decir, las manifestaciones emocionales en Kismet eran una vía o canal entre conductas correspondientes a un esquema social determinado por una cultura. Si bien es cierto que en dicho proceso también se consideraban implícitas ciertas causas, razones y efectos en relación con

⁵ *Ibid.*, p. 23.

sucesos, situaciones u objetos dados, el mecanismo era mucho más genérico dado que operaba con base en prácticas explícitas comunes durante la interacción social entre individuos. De tal forma que lo que estaría en juego en dicha correspondencia de conductas era el desempeño de Kismet para reconocer, y a su vez que dejara ver, en su interlocutor la representación de un "estado de ánimo" en relación con determinadas conductas sociales. De esta manera ambos podrían actuar de una manera más adecuada en una atmósfera fluida. Asimismo, Breazeal consideraba que si la correspondencia entre conductas era idónea según los estándares del entorno cultural, sería más fácil despertar un buen grado de empatía entre humanos y robots dado que los humanos se sentirían, incluso, identificados con Kismet dada la familiarización con sus manifestaciones emocionales.

El éxito de Kismet como agente social iba a depender, entonces, del reconocimiento que alcanzara de su entorno social a partir de las manifestaciones emocionales que hasta ahora empleamos y *conocemos* los humanos. En este sentido, Breazeal definía que la participación de la emocionalidad es un elemento esencial en toda interacción social.

VI. Un aprendizaje efectivo

Anteriormente se hizo énfasis en que el proyecto Kismet daría un paso importante en materia de inteligencia artificial, que consistía en modificar el mecanismo de imitación tradicional y añadirle un componente más: el aprendizaje. Este nuevo paradigma en la producción de agentes artificiales inteligentes ofrecería, entonces, la posibilidad de hacer robots que no sólo imitaran conductas sociales humanas, particularmente las emocionales, sino que las aprendieran.

Según Breazeal un robot sociable inteligente como Kismet se distinguiría de otros robots en que aprendería a interactuar socialmente a partir de su propia experiencia.¹ Es decir, el robot era un mecanismo que permanentemente estaría alimentándose con información del exterior, la cual posteriormente le ayudaría a desenvolverse en ese entorno social. En este caso particular, la información externa consistía en una serie de procesos que involucraban expresiones emocionales faciales y corporales, procedimientos para realizar una acción, dinámicas de desplazamiento en un espacio y la vinculación de una manifestación emocional con ciertas conductas o situaciones.

El sistema de aprendizaje de Kismet involucraba tres procesos dinámicos que operaban simultáneamente 1) aprender por demostración, 2) aprender a imitar y 3) aprender por imitación:

1) Aprende por demostración: En esta primera línea el robot aprende a realizar una nueva tarea viendo a un humano llevarla a cabo. En este proceso puede o no haber una conducta de imitación, sin embargo. Cuando no hay imitación en esta dinámica el aprendizaje de la acción se lleva a cabo por bloques de información que se van adquiriendo en una secuencia jerárquica que hace posible alcanzar un determinado objetivo. Este proceso se logra una vez que el robot observa los efectos de los movimientos humanos sobre los objetos del

¹ Breazeal & Scassellati (2002) "Challenges in building robots that imitate people."

entorno.

2) Aprende a imitar: el robot aprende cómo resolver el problema correspondiente mediante la experiencia. Una estrategia para resolver los problemas consiste en representar la trayectoria de los movimientos del demostrador en el marco de las coordenadas de movimiento del imitador, o del robot. En este proceso también se emplean neuronas espejo artificiales, las cuales trabajan tanto cuando se observa una acción como cuando la acción es realizada. Con este mecanismo neuronal sintético se espera que el robot aprenda ciertos movimientos o acciones primitivas, tales como las reacciones físicas simples que genera el cuerpo ante estímulos externos cotidianos. Este proceso puede entenderse como una representación explícita mediante la que el robot adquiere la información de una acción orientada a un objetivo y la adapta a su propio marco de coordinación.

3) Aprende por imitación: En este proceso el robot desarrolla su habilidad para activar su conducta imitativa cuando es necesario para su aprendizaje. Lo que resalta de esta dinámica es que el robot construye su propia guía de exploración en el aprendizaje mientras va siguiendo un modelo, con base en experiencias anteriores. El aprendizaje por imitación evoca una aproximación de experiencia directa o “empática” hacia la comprensión social en la que el robot utiliza sus propios mecanismos internos para asimilar o adoptar el estado interno de los otros como propio. Sin embargo, en este proceso es un factor crítico que el robot reconozca los estados afectivos como un rasgo compartido por otros agentes. Es decir, este proceso no está completo si el robot no asimile la idea de que los estados afectivos tienen un aspecto representacional externo que les permite ser atribuidos a estímulos nuevos.²

Por otra parte, en lo que se refiere al manejo de los mecanismos emocionales aprendidos por el robot, es importante detenernos un poco para entender y analizar qué papel ocupan en este proceso de aprendizaje. El aspecto más importante a destacar en este punto es que, como se dijo anteriormente, para Breazeal existe una relación directa entre las manifestaciones emocionales y las conductas sociales. En este punto, el cuerpo juega un papel determinante ya que el robot sólo podrá imitar conductas que su cuerpo le permita reproducir ya sean emocionales o simplemente operativas. Este factor es muy importante especialmente para llevar a cabo el aprendizaje de la imitación y por imitación debido a que el robot debe compartir una anatomía similar a la de los modelos que imita. De esta manera, tanto el aprendizaje por imitación

² C. Breazeal (2005) “Learning From and About Others: Towards Using Imitation to Bootstrap the Social Understanding of Others by Robots.”

como el saber imitar para aprender son habilidades que el robot desarrollaría conjuntamente durante su relación con el entorno.

Dentro de esta relación o vínculo el robot aprende qué conductas son aceptables a partir de las manifestaciones emocionales que involucra cada conducta. Si al llevar a cabo una conducta el robot recibía una manifestación negativa o de enojo por parte de su interlocutor en su interacción, entonces el robot aprendía que esa conducta no es aceptable.

Es importante destacar dos elementos teóricos que dan a dicha conducta un carácter abierto y autónomo. Por una parte, como se dijo anteriormente con respecto al aprendizaje por imitación, el robot elaboraba su propia guía de exploración y expresión emocional con base en sus propias experiencias, de manera que el robot podía continuar aprendiendo conductas sociales y manifestaciones emocionales y relacionarlas de distintas formas con su conocimiento previo. Otro aspecto importante desde esta perspectiva es que el aprendizaje de Kismet se basaba en una perspectiva ingenieril que se proponía excluir la necesidad de una programación adicional. El proyecto Kismet promovía un mecanismo autónomo en el que una vez terminado el robot no sería necesario que se le siguiera alimentando tecnológicamente. En este sentido, es posible entender el proceso de aprendizaje del robot como un mecanismo autónomo que contaba con los elementos necesarios para responder a una interacción social. Este mecanismo consistía en facilitarle al robot un aprendizaje del comportamiento humano como procedimientos que involucraban una serie de conductas o movimientos hasta alcanzar un objetivo. Por una parte el robot contaba con un mecanismo de percepción a base de cámaras, bocinas, etc., que hacía posible que éste detectara el movimiento, el color y la postura de los objetos a su alrededor. A lo largo de este proceso el robot iba percibiendo las manifestaciones emocionales del agente y de esta

forma registraba la relación entre conducta y emoción. Este proceso era posible verlo con la plataforma facial con la que se trabajó durante la mayor parte del tiempo que duró el proyecto. El robot relacionaba un tono de voz, un movimiento físico o un objeto con una manifestación facial. En respuesta, el robot manipulaba el rostro para expresar enojo, sorpresa, alegría, molestia, etc.

De manera significativa, la estructura social humana jugaba un papel fundamental en el aprendizaje de Kismet. El robot tendría un aprendizaje propicio para una buena interacción social en la medida en que su entorno se lo permitiera. Esto quiere decir que el robot aprendería también quién y qué es un buen modelo de aprendizaje y quién y qué no. Esto no significa que el robot contara con un mecanismo de decisión sobre lo que es una conducta social éticamente aceptable, sino qué acciones o conductas de un proceso le permiten llevar a cabo un objetivo, por lo que las conductas serían responsabilidad de sus modelos de aprendizaje.

En este sentido, una vez que el robot aprendía a detectar las conductas relevantes para llevar a cabo una acción, entonces el robot estaba en posibilidades de imitar esa conducta y de resolver situaciones de su entorno relacionadas con ese aprendizaje. Asimismo, es importante mencionar que la arquitectura ingenieril de Kismet puso énfasis en que el robot aprendiera a corregir errores o fallas en sus conductas. Este mecanismo correctivo era similar al que empleamos los humanos para corregir una acción fallida. Una vez que el robot observaba y estaba en condiciones de imitar una conducta determinada, el siguiente paso era poner en práctica su aprendizaje. Al igual que los humanos, existía siempre la posibilidad de que el robot fracasara en la aplicación de su aprendizaje, ya fuera porque no tuvo un buen modelo para observar o porque alguno de los procesos de la acción por realizar no se

incluyó o no se llevó a cabo adecuadamente. De este modo, el robot debía observar nuevamente el proceso de acción para posteriormente llevar a cabo un aprendizaje y una conducta exitosos.

El éxito tecnológico de Kismet como robot sociable, entonces, dependería de la calidad del proceso que hacía posible la interacción social entre el robot y los humanos. Una parte de dicho proceso consistió en el aprendizaje de conductas adecuadas, la otra, en la aplicación práctica de este aprendizaje durante cada interacción social. La efectividad del aprendizaje de este robot determinaría, mediante sus habilidades de interacción, su consecuente desenvolvimiento en un ambiente social. Asimismo, se entendía que este sistema de aprendizaje daría al robot la capacidad para responder a situaciones inesperadas, de la misma manera en que lo hacemos los seres humanos, en un entorno regido por riesgos y eventos amenazantes, así como por situaciones placenteras o positivas.

Como ya se mencionó, las manifestaciones emocionales además de ser un instrumento fundamental para llevar a cabo una interacción social propicia, eran un elemento decisivo durante el proceso de aprendizaje del robot ya que éstas ayudaban al robot a percibir y a guiar su atención hacia los aspectos importantes de un proceso y lo apartaban de las distracciones. Esto permitía al robot establecer sus intereses en un orden jerárquico durante el aprendizaje del cumplimiento de un objetivo. Breazeal consideraba que esta jerarquía es un aspecto inherente en cualquier acción que se proponga alcanzar un objetivo. Desde una perspectiva tecnológica, este orden jerárquico era el que hacía posible que el robot estableciera y respondiera gradualmente a los estímulos externos mientras iba aprendiendo, ya fuera por demostración, por imitación o mientras aprendía a imitar. Este orden jerárquico es importante para que el mecanismo tecnológico de aprendizaje del robot trabajara de

manera más efectiva y óptima.

En este punto consideramos que es importante mencionar brevemente cómo funcionaba internamente el mecanismo que relacionaba la conducta con la expresión afectiva o emocional. Breazeal explica que las respuestas emocionales del robot se llevaban a cabo mediante una variedad de circuitos afectivos, cada uno de ellos ponía en práctica una de las seis emociones que, como ya se dijo, consideraban hipotéticamente básicas (enojo, molestia, miedo, alegría, tristeza y sorpresa). La activación de una respuesta emocional dependía, entonces, de las contribuciones afectivas que cada circuito recibía de los impulsos, conductas y estímulos percibidos. Colectivamente, estas influencias eran representadas como un punto en un espacio tridimensional de tres ejes: el primero delimitaba un sistema de alteración, o *arousal*, (alta neutral o baja), el segundo determinaba la valencia, o *valence*, (positiva, neutral o negativa) y, el último, la postura, o *stance*, (aproximación, neutral o alejamiento). Para generar la expresión facial del robot, cada dimensión de este espacio se relacionaba con una postura facial y una corporal característica del grupo base. La expresión facial resultante era un promedio de estas posturas bases medidas por la ubicación del estado afectivo dentro de este espacio. Por ejemplo, los valores con una valencia mayormente negativa generaban que el robot frunciera más el ceño. El grupo base de posturas faciales y corporales correspondía a conductas sociales específicas, las cuales eran previamente determinadas en el hardware del robot.³

El proyecto Kismet prometía la creación de un robot sociable que sería capaz de desenvolverse en diferentes contextos sociales, adaptarse a condiciones y experiencias sociales nuevas en la medida que tuviera una experiencia de aprendizaje adecuada.

³ Breazeal & Brooks (2004) "Robot Emotion. A Functional Perspective", p. 9.

Finalmente, llama nuestra atención una inquietud particular que despertó el proyecto Kismet en gente ajena a su desarrollo, sobre si dicho robot tenía emociones originadas o derivadas por sentimientos propios. Aunque los creadores de Kismet nunca encontraron necesario considerar este aspecto para su elaboración, algunos críticos⁴ de la inteligencia artificial aseguran que ésta es una condición fundamental que debe ser considerada por las investigaciones relacionadas con el tema.

⁴ Jordi Valleverdú, Conferencia “Juego Doble: Te Quiero Machine: Máquinas Empáticas”, Centro Cultural España, Mayo 11, 2006.

VII. Interacción social: eslabón perdido o una forma más de sintetizar diamantes

El fundamento teórico del proyecto Kismet promovió un nuevo paradigma en materia de inteligencia artificial a partir de la manera en que concebía algunas nociones, que tradicionalmente se habían estudiado dentro de este campo, tales como imitación, interacción y, de manera muy relevante, inteligencia. Asimismo, dicho proyecto destaca las emociones como elemento esencial en el desarrollo de un agente inteligente con características de robot sociable.

Esto tiene su origen en la hipótesis de que las emociones juegan un papel determinante durante las interacciones sociales. Este argumento nos despertó algunas inquietudes filosóficas sobre el papel que juegan nuestras emociones en nuestras interacciones sociales. A diferencia de otras posturas que encierra el debate filosófico sobre las emociones, con posturas como que las emociones son sensaciones o sentimientos, disturbios fisiológicos, disposiciones a actuar, juicios, evaluaciones, etc.,¹ el proyecto Kismet ofrece una relación interesante con el planteamiento filosófico de Hansberg. *Grosso modo* podemos decir que tanto Breazeal como Hansberg entienden las emociones como disposiciones o conductas vinculadas a ciertas conductas. Sin embargo, mientras que para Hansberg el análisis filosófico constituye el reconocimiento de dicho vínculo entre dos campos de conductas a partir de actitudes proposicionales, para Breazeal el ejercicio filosófico consistió en

¹ *Op Cit.*, Hansberg, p. 15.

entender las emociones como mecanismos que vincularan conductas (o disposiciones) corporales y faciales con conductas sociales específicas durante la interacción social. No obstante las diferencias, es importante destacar que ambas teorías entienden las emociones en un nivel funcional.

El ejercicio filosófico detrás del proyecto Kismet fue esencial para su desarrollo, ya que definió el aparato emocional que posteriormente se sistematizaría con la robótica. Es decir, fue necesario tener una concepción previa de las emociones, lo suficientemente clara y sólida, que más adelante ofreciera un esquema teórico para desarrollar un proceso que les permitiera sintetizar la inteligencia, igual que los diamantes de Haugeland.

Por otra parte, este proceso de sintetización requería de diferentes pasos. Una vez que se tuvo una noción general de lo que se entendía por emociones, entonces, sería mucho menos complicado aplicar el esquema teórico que daría paso a la creación del robot. El proceso de imitación, por otra parte, se complementó con un mecanismo de aprendizaje que debía dar al robot cierta independencia de reprogramación y recursos para adaptarse al entorno cambiante. Otro aspecto importante fue reconocer que las conductas emocionales, tal como las entendía Breazeal, juegan un papel fundamental en la interacción social y que de ellas dependería básicamente el éxito del robot. En este sentido, fue a partir de este marco teórico que el proyecto Kismet alcanzó el desarrollo ingenieril, cuyo énfasis principal estuvo en los procesos para sintetizar emociones y en definir la relación entre conductas emocionales y conductas sociales dentro de un esquema básico de emociones a partir del cual el robot continuaría aprendiendo.

Otro aspecto importante a destacar aquí se encierra en la pregunta ¿cuál es la retroalimentación o la relación entre inteligencia y dicho marco teórico? A diferencia del ejercicio filosófico que constituyó bases teóricas significativas para la construcción de la estructura emocional de Kismet, la concepción de inteligencia se fue reforzando a lo largo del proyecto en tanto que siempre se atribuyó a los procesos propios de la interacción social. Es decir, no obstante Breazeal desde un principio atribuyó la inteligencia a una serie de conductas, el desarrollo del proyecto permanentemente iba definiendo la concepción de inteligencia que daría al robot sociable su carácter inteligente. De tal forma, nos resulta interesante ver que el proyecto Kismet prescinde del análisis filosófico para hablar de la inteligencia y en cambio la vierte en un estudio operativo de la conducta social. Este aspecto es muy significativo por dos razones. Por una parte, nos ofrece una alternativa teórica para el estudio de nociones complejas y, por la otra, describe un esquema práctico que revela una dimensión distinta de nuestra inteligencia.

En este sentido, el proyecto Kismet fue una propuesta, una forma distinta, una manera más de sintetizar la inteligencia como mecanismo social. Es decir, lo que se propuso Breazeal, en su momento, fue sintetizar un proceso social y para ello fue necesario estudiar y entender distintos elementos implícitos en la interacción social entre humanos. De tal forma que el desarrollo de un robot sociable en estos términos no sólo repercutiría en el análisis o producción de inteligencia sintética en un nivel comercial, como lo describe Haugeland, sino en la comprensión de una práctica humana que pone

en juego el devenir de nuestro entorno social a partir de nuestra relación con humanos y, dado el contexto actual, con máquinas o robots.

Fuentes

Breazeal, C., (2002) *Designing Sociable Robots*, MIT Press, Cambridge.

(2004) "Function meets style: Insights from Emotion Theory Applied to HRI", R. Murphy and E. Rogers (eds.), in *IEEE SMC Transactions, Part C*.

"Social Interactions in HRI: The Robot View," R. Murphy and E. Rogers (eds.), in *IEEE SMC Transactions, Part C*.

(2003) "Emotion and sociable humanoid robots," E. Hudlika (ed), *International Journal of Human-Computer Studies*, 59, pp.119-155. C. Breazeal.

"Towards sociable robots", T. Fong (ed), *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3-4), pp.167-175.

"Emotive qualities in lip synchronized robot speech", *Advanced Robotics*, 17(2), pp. 97-113.

(2002)", " D. Rus and S. Singh (eds.), *International Journal of Experimental Robotics*, 21(10-11), pp. 883-902.

"Designing sociable robots: Issues and lessons," in K. Dautenhahn, A. Bond, L. Canamero, B. (eds.), *Socially Intelligent Agents: Creating Relationships with Computers and Robots*, Kluwer Academic Press.

"Sociable Machines: Expressive Social Exchange Between Humans and Robots", Doctoral Dissertation. Department of Electrical Engineering and Computer Science. MIT.

Breazeal, C, BUCHSBAUM, D., Gray, J., Gatenby, D., Blumberg, B., (2004).

"Learning from and about Others: Towards Using Imitation to Bootstrap the Social Understanding of Others by Robots" L. Rocha and F. Almedia e Costa (eds.), in *Artificial Life*.

Breazeal, C., Brooks, A., Gray, J., Hoffman, G., Kidd, C., Lee, H., Lieberman, J., Lockerd, A., and Mulanda, D., (2004). "Humanoid robots as Cooperative Partners for People." Submitted to *IJHR* (2004).

Breazeal, C., and Scassellati, B., (2002). "Robots that imitate humans" *Trends in Cognitive Science*, 6, pp. 481-487.

Breazeal, C., and Aryananda, L., (2002). "Active vision systems for sociable robots" *Autonomous Robots*, **12**:1, pp. 83-104.

Breazeal, C., Edsinger, A., Fitzpatrick, F., AND Scassellati, B., (2001). "Robot Emotion: A Functional Perspective," in K. Dautenhahn (ed.), *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A*, **31**:5, pp. 443-453.

Breazeal, C., and Brooks, R., (2004). "Challenges in building robots that imitate people," In J.- M. Fellous and M. Arbib (eds.) *Who Needs Emotions: The Brain Meets the Robot*, MIT Press. Breazeal, C., and Scassellati, B., (2002). ",," in K. Dautenhahn and C. Nehaniv (eds.), *Imitation in Animals and Artifacts*, MIT Press.

Collins, H. M. (1992) *Artificial Experts: Social Knowledge and Intelligent Systems (Inside Technology S.)* MIT Press, Boston.

-(1997) "The editing test for the deep problem of AI", Lecture at the Psycology by American Psychological Association.

De Sousa, R., "Emotion", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2003 Edition)* URL= <http://plato.stanford.edu/archives/spr2003/entries/emotion>

Dreyfus, Herbert (1993) *What computers still can't do. A critique of artificial research.* MIT Press, 3rd Printing.

Griffiths, Paul E. (1998) *What Emotions Really Are: The problem of psychological categories.* The University of Chicago Press, Chicago, pp. 286.

Haugeland, John (1988) *La inteligencia artificial*, S.XXI, México.

Hofstadter, D., Gödel (1979) *Escher, Bach: An Eternal Golden Braid.* Basic Books, Inc., New York.

Fleck, James (1980) "Development and Establishment in Artificial Intelligence" en *Scientific Establishments*, N. Elías, Oxford.

Lyons, William (1993) *Emoción.* Anthropos, Barcelona, pp. 302.

RODNEY, A.B., BREAZEAL, C., "Alternative Essences of Intelligence". MIT. Artificial Intelligence Lab, Cambridge, MA, 02139, USA.

Shannon & McCarthy Editors (1956) *Automata Studies*, Princeton University Press.

WOOD, GABY (2002) *Edison's Eve.* Anchor books, New York