



CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO

Hoy en día la computación está presente prácticamente en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana, ya que las computadoras no son sólo una herramienta que usamos para resolver problemas, sino que ya es usada como un medio de control, comunicación, entretenimiento e incluso aprendizaje, sólo por nombrar algunas de sus múltiples funciones. Dentro de esta enorme área que es la computación encontramos a la Robótica, que es la encargada del diseño y construcción de robots.

Si nos ponemos a pensar sobre robots y los tratamos de relacionar con algo, muchos concluimos que son el elemento principal de películas espaciales o de ficción. Pero si pensamos bien nos damos cuenta que ahora mismo, alrededor de todo el mundo, los robots están en acción. Desde pintando carros en las plantas de Automóviles Ford como caminando dentro de volcanes activos, o manejando trenes en París. Mientras se vuelven más resistentes, más ágiles, y más sofisticados, los robots de hoy en día hacen cosas que los seres humanos no podemos o simplemente no queremos realizar.

Aunque para muchos de nosotros no haya sido notable, los robots han estado en nuestro alrededor desde hace casi 50 años pero la idea de que objetos inanimados realicen nuestro trabajo es mucho más antigua. El poeta griego Homero describió los “*maidens of Gold*”, ayudantes mecánicos contruidos por *Hephaistos*, el dios Griego de “*metalsmiths*”. También existe una leyenda judía que cuenta sobre los “*golems*”, una especie de robot-



sirviente hecho de barro y que habría cobrado vida a través de un hechizo. En 1945, Leonardo da Vinci realizó unos bosquejos sobre un hombre mecánico. ^[WEB 1]

Pero los robots “de verdad” no fueron posibles sino hasta los años 50’s y 60’s cuando se da la invención de los transistores y los circuitos integrados. La electrónica compacta y confiable, así como la industria de las computadoras contribuyeron a agregar cerebros a las máquinas ya existentes.

La fascinación pública con la robótica tuvo su auge a principios de los años 80, estimulados en parte por películas como “*La Guerra de las Galaxias*”. Pero el interés declinó conforme la gente fue descubriendo que las actividades que para los seres humanos resultan muy simples e incluso triviales de realizar, para un robot son tareas sumamente complicadas, como sería el desplazarse a través de un cuarto amueblado.

Hoy en día los robots están gozando de un resurgimiento, gracias a que existen procesadores más rápidos y más baratos que hacen a los robots más eficientes y menos costosos. De igual manera, los investigadores trabajan constantemente en encontrar la manera de hacer que los robots se muevan y piensen de una manera más eficiente. Y aunque la mayoría de los robots que existen hoy en día se diseñan para realizar una cierta tarea específica, la meta es construir robots universales y lo suficientemente flexibles para hacer cualquier cosa que un humano es capaz de hacer, aunque también se busca construir robots que puedan auxiliar a los humanos en algunas actividades.

Aunque no existe una definición exacta sobre lo que es un robot, hay varias que son ampliamente aceptadas, una es por ejemplo la que proporciona la “*Robotics Industries Association*” (formalmente conocida como “*Robot Institute of America*”). Acorde con ellos, un robot es “*un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para mover materiales, piezas o dispositivos especiales a través de movimientos variables*



programados para la realización de un variedad de tareas” [Burns, 1986]. Aunque esta definición es buena, realmente no cubre todos los aspectos de la robótica, incluso podemos decir que esta es una buena definición para un robot visto desde el área de la Ingeniería Industrial y los Robots Industriales, pero para otra gran cantidad de personas esta definición no es precisamente la que satisface sus propias perspectivas. Desde nuestro punto de vista y acorde con nuestras necesidades podemos tomar otra definición que por acuerdo general también es muy aceptada: “Un robot es una máquina programable que imita las acciones o la apariencia de una criatura inteligente, usualmente un humano” [WEB 1]. Es importante mencionar que para calificar como robot una máquina debe poder hacer dos cosas:

- 1) conseguir la información de su alrededor, y
- 2) hacer algo físico en base a esa información, ya sea mover algo, o hacer algo automáticamente en respuesta al entorno.

Cómo podemos ver es muy difícil definir lo que es un robot y que esa definición sea ampliamente aceptada. Fue quizá Joseph Engelberg, padre de la robótica industrial quien resumió eso inmejorablemente al decir: “Puede que no sea capaz de definirlo, pero sé cuando veo uno”. [WEB 12]

1.1.1 ARQUITECTURAS DE LOS ROBOTS

La arquitectura está definida por el tipo de configuración general del robot, en base a esto la subdivisión de los robots se puede hacer en los siguientes grupos: Poliarticulados, Móviles, Androides, Zoomórficos e Híbridos.



POLIARTICULADOS.

Dentro de esta clasificación encontramos robots de muy diversa forma y configuración cuya característica común es básicamente el ser sedentarios, aunque excepcionalmente pueden ser guiados para realizar desplazamientos limitados. Estos robots están estructurados para mover sus elementos terminales en un determinado espacio de trabajo según uno o más sistemas de coordenadas y con un número limitado de grados de libertad; y se emplean cuando es preciso abarcar una zona de trabajo relativamente amplia o alargada, actuar sobre objetos con un plano de simetría vertical o reducir el espacio ocupado en el suelo. Ejemplos de robots incluidos en este grupo son los manipuladores, los robots cartesianos y algunos robots industriales.



Imagen 1.1 Robot industrial usado para empacar. ^[IMG 1]

MÓVILES.

Son robots con gran capacidad de desplazamiento, basada en carros o plataformas y dotados de un sistema locomotor de tipo rodante. Siguen su camino por telemando o guiándose por la información recibida de su entorno a través de sus sensores. Las tortugas

motorizadas diseñadas en los años 50's fueron las precursoras y sirvieron de base a los estudios sobre inteligencia artificial desarrollados entre 1965 y 1973 en la Universidad de Stanford. Estos robots aseguran el transporte de piezas de un punto a otro de una cadena de fabricación. Guiados mediante pistas materializadas a través de la radiación electromagnética de circuitos empotrados en el suelo, o a través de bandas detectadas fotoeléctricamente, pueden incluso llegar a sortear obstáculos y están dotados de un nivel relativamente elevado de inteligencia.



Imagen 1.2 *Mini-Andros II* desarrollado por REMOTEC, parte de Northrop Grumman Corporation. ^[IMG 2]

ANDROIDES.

Son robots que intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento cinemático del ser humano. Actualmente los androides son todavía dispositivos muy poco evolucionados y sin utilidad práctica, y destinados fundamentalmente, al estudio y experimentación. Uno de los aspectos más complejos de estos robots, y sobre el que se centra la mayoría de los trabajos, es el de la locomoción bípeda. En este caso, el principal problema es controlar dinámicamente y coordinadamente en tiempo real el proceso y mantener simultáneamente el equilibrio del robot.



Imagen 1.3 *ISAMU*, robot humanoide desarrollado en Tokio. ^[IMG 3]

ZOOMÓRFICOS.

Los robots zoomórficos, que considerados en sentido no restrictivo podrían incluir también a los androides, constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan a los diversos seres vivos. A pesar de la disparidad morfológica de sus posibles sistemas de locomoción es conveniente agrupar a los robots zoomórficos en dos categorías principales: caminadores y no caminadores. El grupo de los robots zoomórficos no caminadores está muy poco evolucionado. Cabe destacar, entre otros, los experimentos efectuados en Japón basados en segmentos cilíndricos biselados acoplados axialmente entre sí y dotados de un movimiento relativo de rotación. En cambio, los robots zoomórficos caminadores múltipedos son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios con vistas al desarrollo posterior de verdaderos vehículos “todo terreno” capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas. Las aplicaciones de estos robots serán interesantes en el campo de la exploración espacial y en el estudio de los volcanes.



Imagen 1.4 Robot que simula un ornitorrinco, desarrollado para la exposición de *The Robot Zoo* ^[IMG 4]

HÍBRIDOS.

Estos robots corresponden a aquellos de difícil clasificación cuya estructura se sitúa en combinación con alguna de las descritas anteriormente, bien sea por conjunción o por yuxtaposición. Por ejemplo, un dispositivo segmentado articulado y con ruedas, es al mismo tiempo uno de los atributos de los robots móviles y de los robots zoomórficos. De igual forma pueden considerarse híbridos algunos robots formados por la yuxtaposición de un cuerpo formado por un carro móvil y de un brazo semejante al de los robots industriales. En parecida situación se encuentran algunos robots antropomorfos y que no pueden clasificarse ni como móviles ni como androides, tal es el caso de los robots personales. Las *características* con las que se clasifican principalmente: Propósito o función, Sistema de coordenadas empleado, Número de grados de libertad del efecto formal y Generación del sistema control.



Imagen 1.5 Sistema Autónomo Robot Móvil + Brazo Robótico desarrollado por el Grupo GIII en Argentina. ^[IMG 5]

1.1.2 DELIBERATIVO, REACTIVO.

En la actualidad todavía existen varios debates sobre qué es lo óptimo en cuanto a la representación interna del robot. Algunos investigadores creen que un robot no es capaz de darle significado a sus acciones o al ambiente sin tener que hacer antes una representación de ellos. Otros investigadores creen que el realizar esa representación inhibe la habilidad del robot para responder rápidamente a los estímulos presentes. En base a estos datos se consideran dos tipos de estrategias:

Estrategias deliberativas, son aquellas que requieren que la acción sea mediada por una cierta representación simbólica del ambiente; en contraste tenemos las

Estrategias reactivas, las cuales en lugar de que el robot responda a las entidades dentro del modelo, puede responder directamente a la percepción del mundo real. Además los sistemas reactivos son caracterizados lo mejor posible por una conexión directa entre los sensores y los actuadores (o efectores). Se requiere de una capacidad de reaccionar satisfactoriamente a eventos inesperados, lo que implica la existencia de un mecanismo de



control que atienda la ocurrencia de estos eventos, o en su defecto que pueda aceptar interrupciones. ^[WEB 4]

Si una actividad es altamente estructurada y predecible, debe de ser abordada con un enfoque deliberativo. Por ejemplo, si un agente inteligente se encaja en un ambiente completamente virtual las posibilidades de codificar cada aspecto del ambiente con una cierta representación semántica son altas; pero si por ejemplo se tratara de hacer eso con el mundo real, sería un proceso complejo y no sería efectivamente modelado debido a la incertidumbre. Si el programador cree tener conocimiento suficiente sobre el ambiente donde se desenvolverá el robot, él puede crear un conjunto de pares del tipo estímulo-respuesta lo suficientemente amplios para cubrir cada posibilidad. Es claro que esta solución solo es posible en ciertos casos estrictos, como en micro-mundos donde se tiene un número limitado de posibles estados. Para los casos más complicados es necesario encontrar un balance adecuado entre usar el control reactivo y el deliberativo.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.

El trabajo de investigación que se propone hace referencia al área de la Robótica, un ámbito que está en constante desarrollo y donde se busca construir máquinas inteligentes capaces de desenvolverse satisfactoriamente en ambientes donde conviven con seres humanos. Este es un aspecto importante de estudio porque actualmente los robots se ocupan para realizar varias tareas dentro de diversos tipos de empresas, pero el trabajo de estos no se interrelaciona con el de los seres humanos, es decir los robots realizan ciertas actividades para las cuales no necesitan trasladarse de un punto a otro – como en las actividades de ensamblaje - y de esta manera no interfieren con las tareas de los humanos. Pero en la



actualidad, donde cada vez se busca llegar a un nivel más alto de tecnología, se persigue desarrollar robots que sean capaces de convivir de manera armónica en los ambientes de trabajo de los seres humanos, como es el caso de una oficina.

Para que podamos llegar a construir robots con estas capacidades debemos primero intentar representar comportamientos más primitivos y tratar de implementar robots más sencillos que aquellos que tratan de imitar el comportamiento de una persona. Es por esto que una buena opción es tratar de reproducir el comportamiento de algún animal tomando en cuenta su interacción con el ambiente para que de esta manera, y habiendo resuelto problemas elementales de interacción, sea más fácil tratar de subir el nivel de complejidad de las acciones que queremos representar.

La motivación principal para realizar esta investigación es, además del interés en el área de la robótica, es el poder construir un robot que se mueva dentro de cierto ambiente y que responda acorde a los estímulos que están ahí presentes y sea capaz de tomar decisiones en base a ello. Para lograr esto habrá que hacer una abstracción sobre dichos comportamientos y luego comenzar a programarlos como módulos de comportamiento para finalmente implementarlos físicamente en nuestro robot de tipo LEGO. No es necesario que nos enfoquemos a estudiar un animal en específico puesto que lo importante es el comportamiento y la reacción en general, y nosotros sabemos que todos los animales cuando sientan hambre (*Estado Interno*) van a ir en busca de alimento y cuando lo encuentren en el ambiente (*Estímulo*) van a ir hacia él para satisfacer su necesidad (*Reacción*). Como podemos darnos cuenta el tipo de animal que escojamos lo más que nos puede determinar para efectos de este trabajo de investigación, es la construcción física del robot la cual en algún momento podemos llegar a considerar como un aspecto secundario, dado que este trabajo está enfocado en representar los comportamientos básicos de los



animales (reacciones) y no las conductas específicas de cierto tipo de animal, para lo cual si sería necesario tener una construcción física del robot lo más parecida posible al animal real.

1.3 OBJETIVO GENERAL

El propósito principal que se plantea en este trabajo de investigación es el construir un robot reactivo en base al análisis del comportamiento de algún animal, la abstracción realizada de sus conductas básicas y el modelado a nivel de software de dichos comportamientos.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para poder cumplir los propósitos definidos en el punto anterior, se plantearon objetivos intermedios que podemos ver como peldaños por los cuales es necesario pasar para alcanzar nuestro objetivo. El propósito de cubrir estas pequeñas metas es el adquirir un conjunto de habilidades y datos los cuales aplicar para resolver los problemas y desarrollar el sistema. Los objetivos específicos que se plantearon en el desarrollo de este trabajo son los siguientes:

- Introducirnos un poco al área de la Biología, para tomar los comportamientos biológicos básicos de los animales como una base para nuestra aplicación, por ejemplo el comer.
- Estudiar los fundamentos de los sistemas reactivos y su relación con el área de la Inteligencia Artificial para saber los requerimientos y los objetivos que implica esta arquitectura para así poder aplicarla en nuestra investigación.



- Estudiar los fundamentos de Java y de leJOS para poder hacer una implementación eficiente y modular.

1.5 METODOLOGÍA

- Revisar las investigaciones ya realizadas por expertos en áreas como la Biología sobre temas como los comportamientos básicos de los animales, los factores del ambiente que influyen en su conducta, la manera en que los influyen y cómo reaccionan generalmente a los estímulos presentes. En base a esta revisión hacer una abstracción de los comportamientos y datos fundamentales.
- Construir con el kit básico de LEGO MINDSTORMS un robot que trate de simular al máximo los sentidos básicos de los animales, como son vista y tacto.
- Crear variables internas que nos indiquen los estados de ánimo del robot y hacer un manejo eficiente de estas variables para que el robot “no colapse”.
- Representar los comportamientos básicos elegidos a nivel de software, en módulos programados en el lenguaje de leJOS e implementarlos en el robot.
- Desarrollar un plan de pruebas para el robot, ponerlo en práctica y registrar los resultados obtenidos. En base a eso y a los resultados esperados realizar las modificaciones necesarias en la implementación o en el robot.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

Con esta investigación se espera poder demostrar que un robot puede tomar decisiones en base a los estímulos que tiene presente por parte del ambiente, pero también en base a su estado interno actual. El aspecto físico de la investigación es hasta cierto punto



irrelevante excepto por el uso de los sensores, que son quienes ayudarán a determinar la reacción del robot en base a los estímulos presentes.

Tampoco podemos representar acciones físicas muy complejas puesto que nos encontramos con la limitante de la implementación física, por ejemplo tratar de implementar el vuelo sería casi imposible; pero sin embargo se espera poder representar los comportamientos más básicos sobre los animales como es el vagar por el ambiente (“*wandering*”) y evitar obstáculos.

Debemos tomar en cuenta las limitaciones que surgen de trabajar con el kit básico de LEGO MINDSTORMS, pues sólo contiene dos sensores de tacto y un sensor de luz, y para una mejor percepción de estímulos serían necesarios más sensores, incluyendo por ejemplo un sensor de visión.

También debemos tomar en cuenta que nuestro robot será probado en ciertas condiciones que nosotros consideremos necesarias para su buen desempeño, lo cual limita la buena actuación del robot para condiciones que sean diferentes.

1.7 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO

Software. leJOS (Java), Windows ME.

Hardware. Componentes LEGO: Base de transmisión infrarroja, 1 RCX, 2 motores, 2 sensores de tacto, 1 sensor de luz. Se trabajará en una PC Pentium III a 800MHz con 1 puerto USB.