

CATEGORIAS DE ROBOTS DE SERVICIO DE TIPO PERSONAL O DOMESTICO
PARA ORIENTAR LA TOMA DE DECISIONES EN EL DISEÑO, DESDE LA
PERSPECTIVA DE LA INTERACCION CON EL USUARIO

LILIANA ISAZA BORRERO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
CALI, COLOMBIA
2012

UNIVERSIDAD DEL VALLE

Programa de Diseño Industrial
Departamento de Diseño
Facultad de Artes Integradas

TRABAJO DE GRADO

Categorías de Robots de Servicio de tipo Personal o Doméstico para
Orientar la toma de Decisiones en el Diseño, desde la Perspectiva de la
Interacción con el Usuario

Autora: Liliana Isaza Borrero
Director: Byron Iram Villamil

Santiago de Cali, Agosto de 2012

*“Sólo cabe progresar cuando se piensa en grande,
sólo es posible avanzar cuando se mira lejos”*
José Ortega y Gasset

NOTA DE ACEPTACION

Aprobado por el Comité de Programas en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Departamento de Diseño de la Universidad del Valle.

NOMBRE

Jurado Diseñador

NOMBRE

Jurado Asesor

NOMBRE

Jurado Especialista

NOMBRE

Director del Proyecto

Santiago de Cali, 20 de Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias, a todos quienes de forma directa o indirecta hicieron y siguen haciendo parte del desarrollo de mi proyecto de grado. Este es el resultado de un trabajo dedicado y continuo de investigación y aprendizaje.

A Dios, por nunca abandonarme iluminando mi mente y mi entorno, rodeándome de personas maravillosas que fueron aporte significativo para el proyecto, en todas sus etapas hasta el resultado final.

A mis padres, Fernando e Inés, muchas gracias por el apoyo brindado en cada etapa de mi formación como persona y como profesional. Han sido sin duda alguna un soporte inigualable.

A Eduardo y Santiago, su ayuda, apoyo y mucha paciencia han sido fundamentales para sacar adelante este proyecto.

A mi director Byron Villamil por aceptarme para realizar este proyecto bajo su dirección, su apoyo, confianza en mi trabajo y capacidad de juicio fueron aportes invaluable en mi formación como profesional.

Al Profesor y Director de programa Cristian Chamorro por el asesoramiento continuo en la etapa final de mi proyecto.

A mis compañeros de estudio, a todos los docentes, personal administrativo, especialistas y asesores que participaron leyendo, escuchando, opinando, corrigiendo y siempre animando el proceso de construcción del presente proyecto.

Muchas Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
3. JUSTIFICACION	5
4. OBJETIVOS	7
4.1. OBJETIVO GENERAL	7
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
5. METODOLOGIA	8
6. MARCO TEORICO	10
6.1. ROBOTICA	10
6.1.1. Autómatas: Orígenes de la Robótica	11
6.1.2. Robots: Ficción Vs. Realidad	13
6.1.2.1. Robot Virtual	17
6.1.2.2. Robot Mecánico: Estructura General del Robot	18
6.1.2.2.1. Robot Industrial: Primeras Aplicaciones	22
6.1.2.2.2. Robot de Servicio: Nuevos Alcances	26
6.1.2.2.2.1. Robot de Servicio Profesional	30
6.1.2.2.2.2. Robot de Servicio Personal o Doméstico: Mayor Cercanía al Ser Humano	30
6.1.2.2.2.3. Investigación y Desarrollo en Robótica	34
6.2. RESUMEN DE LA EVOLUCION CRONOLOGICA DEL ROBOT, DESDE EL AUTOMATA HASTA EL ROBOT PERSONAL O DOMESTICO	35
6.3. DESARROLLO DEL PRODUCTO DESDE LA PERSPECTIVA DEL DISEÑO INDUSTRIAL	35
6.3.1. Diseño y Ciclo de Vida del Robot	36
6.3.2. Diseño e Innovación	39
6.3.3. Diseño y Equipo de Trabajo	40
7. IDENTIFICACION, RELACION Y ANALISIS DE LOS PRINCIPALES ATRIBUTOS DE LOS ROBOTS DE TIPO PERSONAL O DOMESTICO	42
7.1. ENTORNO DEL ROBOT	44
7.1.1. Entorno Controlado	45
7.1.2. Entorno Dinámico	45
7.1.3. Entorno Simulado	46

7.1.4. Entorno Extremo	47
7.1.5. Entorno Virtual	48
7.2. AUTONOMIA DEL ROBOT	48
7.2.1. Movilidad del Robot	51
7.2.2. Percepción del Robot	52
7.2.3. Nivel de Inteligencia del Robot	53
7.2.4. Lenguaje de Programación	55
7.3. EL FACTOR HUMANO EN EL DESARROLLO DE LOS ROBOTS: LA INTERACCION.	56
7.3.1. Niveles de Análisis del Procesamiento del Cerebro Humano	58
7.3.1.1. Nivel Visceral	60
7.3.1.2. Nivel Conductual	60
7.3.1.3. Nivel Reflexivo	61
7.3.2. Las Necesidades Humanas	62
7.3.3. La Interacción	67
8. ESQUEMA PROPUESTO DE CATEGORIAS DE ROBOTS DE SERVICIO DE TIPO PERSONAL O DOMESTICO DESDE LA PERSPECTIVA DEL ENTORNO, AUTONOMIA E INTERACCION CON EL USUARIO	74
8.1. ROBOT DOMESTICO	78
8.1.1. Robot de Seguridad	81
8.1.2. Robot de Aseo	84
8.1.3. Robot de Mantenimiento	87
8.2. ROBOT PERSONAL	89
8.2.1. Robot que Satisface Necesidades Elementales	91
8.2.1.1. Robots Rehabilitadores	92
8.2.1.2. Robots Asistenciales	97
8.2.1.3. Robots Potencializadores	101
8.2.2. Robot que Satisface Necesidades Superfluas	104
8.2.2.1. Robot como un Fin	106
8.2.2.1.1. Robot de Colección	107
8.2.2.1.2. Robot de Competencia	111
8.2.2.1.3. Robots de Observación	117
8.2.2.2. Robots como un Medio	119
8.2.2.2.1. Robot para la Formación y el cuidado del Individuo	120
8.2.2.2.2. Robot para la Educación	124
8.2.2.2.3. Robot para la Salud	128
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
10. FUENTES Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	136
10.1. BIBLIOGRAFIA	136

I0.2. WEBGRAFIA	138
I0.3. VIDEOGRAFIA	141

TABLA DE IMAGENES, MAPAS Y GRAFICAS

IMAGENES

Imagen 1.	
Plano del Jardín de Pájaros desarrollado por el inventor Herón de Alejandría (100 a.C.)	11
Imagen 2.	
Plano y foto de la réplica del reloj Elefante Autónomo desarrollado por el ingeniero Al-Jasari en el año 1260.	12
Imagen 3.	
Fotografía de los robots Electro y Sparko con su creador J.M. Barney	14
Imagen 4.	
Fotografía de Robby en la película Forbidden Planet, bajo la dirección de Fred M. Wilcox.	15
Imagen 5.	
Ilustraciones de los personajes representativos de Los Supersónicos, Inteligencia Artificial y Wall-E	17
Imagen 6.	
Fotografía del Tamagochi.	18
Imagen 7.	
Sensores de luz y láser identificados en este robot Lego MindStorm.	20
Imagen 8.	
Cerebro del robot Lego MindStorm.	21
Imagen 9.	
Servomotores del robot, Lego MindStorm le permiten lanzar las bolas de colores y desplazarse.	21
Imagen 10.	
Planta de producción de automóviles en Augsburg, Alemania.	23
Imagen 11.	
Ama de casa y robot interactuando en el comercial Leave it to Roll-Oh.	26
Imagen 12.	
Helpmate creado por Engelbrower asiste en los hospitales repartiendo comida, bebidas y medicinas.	27
Imagen 13.	
Nolan Bushnell y la Familia de Robot TOPO.	31
Imagen 14.	
Robots humanoides de Honda anteriores al desarrollo al ASIMO. Tomada de página web oficial de HONDA.	32
Imagen 15.	
AIBO desarrollada por la compañía SONY en sus diferentes versiones.	40

Imagen 16.	
Fotografía de una empresa ensambladora de automóviles en Alemania.	45
Imagen 17.	
Fotografía de TICO en el colegio.	46
Imagen 18.	
Ambiente de Combate Robot Wars, Inglaterra.	47
Imagen 19.	
Dante II en el interior de un volcán en Alaska.	47
Imagen 20.	
Plataforma de software para programación de robots futbolistas.	48
Imagen 21.	
Geminoid F, una fotogénica modelo que cuanta con 65 expresiones faciales diferentes. Creación de Hiroshi Ishiguro.	51
Imagen 22.	
Spring Flamingo, desarrollado por Grill Pratt en Laboratorio de Piernas del MIT.	52
Imagen 23.	
Fotografía de las creaciones del Profesor Ishiguro. De izquierda a derecha: Geminoid F Geminoid HI-2 y Geminoid DK.	54
Imagen 24.	
Banda de Músicos presentados por la empresa Toyota. Los robots actúan de manera autónoma, sin la intervención humana.	63
Imagen 25.	
iFoot, Robot caminante desarrollado por Toyota, puede operar accionado por el movimiento de la persona que en el se incorpora.	68
Imagen 26.	
Robot aspiradora, puede operar de manera autónoma o por control remoto.	69
Imagen 27.	
Robot Humanoides y Androides clasificados de acuerdo con sus capacidades y similitudes con el Ser Humano.	73
Imagen 28.	
Ilustración de los sistemas robóticos de una casa estándar; entre ellos intercomunicados.	79
Imagen 29.	
Spy-Cye. Probotics. Robot de Seguridad en el Hogar:	81
Imagen 30.	
Spyball. Wowee Technology. Robot de Seguridad en el Hogar:	82
Imagen 31.	
Rovio. Wowee Technology. Robot de Seguridad en el Hogar:	83

Imagen 32.	
Roomba 780. iRobots. Robot de Aseo en el Hogar:	84
Imagen 33.	
Winbot W553. Ecovacs. Robot de Aseo en el Hogar:	85
Imagen 34.	
Scooba 390. iRobots. Robot de Aseo en el Hogar:	86
Imagen 35.	
Proceso de reparación de tuberías sin necesidad de obra. Ejemplo de un robot profesional de mantenimiento.	87
Imagen 36.	
Robot reparador de tuberías. Robot de Mantenimiento en el Hogar:	87
Imagen 37.	
Ambrogio L050 Evolucion. Zucchetti. Robot corta césped para el mantenimiento en el hogar:	88
Imagen 38.	
Power Knee. Robot Rehabilitador:	93
Imagen 39.	
Independent Walk Assist. Toyota. Robot Rehabilitador:	94
Imagen 40.	
Myomo, brazo robótico desarrollado por el M.I.T. Robot Potencializador:	95
Imagen 41.	
Esko. esko Bionics. Robot Rehabilitador:	96
Imagen 42.	
Care O-Bot Morpha proyecto de robótica de la Universidad Carlos III de Madrid. Robot Asistencial.	98
Imagen 43	
JACO, Brazo robótico para silla de ruedas eléctrica. Robot Asistencial.	99
Imagen 44.	
TekRMD (Tek Robotic Mobilization Device), desarrollado por AMS Mekatronik. Robot Asistencial.	100
Imagen 45.	
Robot Suit HAL, desarrollado por Cyberdyne Inc.	101
Imagen 46.	
Segway, desarrollado por la compañía Segway Inc. Robot Potencializador:	102
Imagen 47.	
U-3x de Honda puede desplazarse en cualquier dirección a una velocidad de hasta 6km/h.	103
Imagen 48.	
Sección de la vitrina del Museo Robot Hut, Estados Unidos.	107

Imagen 49.	
Réplica a escala de Robbie el Robot de la Película Forbidden Planet.	108
Imagen 50.	
Omnibot 5402, desarrollado por Tomy Robots. Robots de Colección.	109
Imagen 51.	
Sankei Clockwork Television Robot. Robots de Colección.	110
Imagen 52.	
Espectadores en la Competencia de RoboGames® San Francisco, Estados Unidos. 2009.	111
Imagen 53.	
Seguidores de Línea.	111
Imagen 54.	
Circuitos de carreras.	112
Imagen 55.	
Laberintos.	112
Imagen 56.	
Peleas de Sumo.	112
Imagen 57.	
Campeonatos de Fútbol.	113
Imagen 58.	
Rescate.	113
Imagen 59.	
Asistencia en el Hogar.	113
Imagen 60.	
Destrucción.	114
Imagen 61.	
Tentomushi. Robot de competencia.	114
Imagen 62.	
AIBO (Robot con código abierto). Robot de competencia, RobotCup-Soccer.	115
Imagen 63.	
Lego MindStorm. Robot de competencia, Competencia de Sumo.	116
Imagen 64.	
Robot Nao en la Expo 2010, Shangai.	117
Imagen 65.	
Toyota Partner Robot. Robots de Observación.	118
Imagen 66.	
AIBO. Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.	120

Imagen 67.	
Pleo, Ugobe. Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.	121
Imagen 68.	
Hex Bugs. Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.	122
Imagen 69.	
PaPeRo. Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.	123
Imagen 70.	
IPRE Scribbler. Robot para la Educación.	124
Imagen 71.	
LEGO Mindstorms NXT 2.0. Robot para la Educación.	125
Imagen 72.	
VEX Robotics Design System. Robot para la Educación.	126
Imagen 73.	
Paro. Robot que satisface necesidades superfluas, utilizado como un medio para la salud.	129
Imagen 74.	
Teddy Bear. Robot que satisface necesidades superfluas, utilizado como un medio para la salud.	130
Imagen 75.	
Probo. Robot que satisface necesidades superfluas, utilizado como un medio para la salud.	131
 MAPAS	
Mapa 1.	
Robots, contruidos desde dos perspectivas, ficcional y real. Desarrollado por la autora.	13
Mapa 2.	
Robots virtuales, una categoría de robots. Desarrollado por la autora.	18
Mapa 3.	
Robots Mecánicos, una categoría de robots. Desarrollado por la autora.	19
Mapa 4.	
Robots Industriales, una categoría de robots mecánicos. Desarrollado por la autora.	22
Mapa 5.	
Robots de Servicio, una categoría de robots mecánicos. Desarrollado por la autora.	27
Mapa 6.	
Clasificación Propuesta por la Federación Internacional de Robótica. Fuente: Fundamentos en Robótica. ...	30
Mapa 7.	
Propuesta de Clasificación de los robots de Servicio Personal o doméstico. Propuesta por la IFR.	34

Mapa 8. Resumen de la evolución cronológica del Robot, desde el autómatas al desarrollo del Robot Personal o Doméstico. Desarrollado por la autora.	35
Mapa 9. Tres niveles de procesamiento: Visceral, Conductual y Reflexivo. Fuente: Libro El Diseño Emocional del autor Donald A. Norman.	59
Mapa 10. Necesidades humanas y distinción entre básicas y superfluas. Desarrollado por la autora a partir de la teoría de José Ortega y Gasset.	64
Mapa 11. Clasificación Propuesta por la Federación Internacional de Robótica. Fuente: Fundamentos de Robótica, Antonio Barrios.	75
Mapa 12. Modelo de clasificación para orientar el desarrollo de Robots Domésticos o Personales, elaborado desde la perspectiva de interacción con el usuario. Desarrollado por la autora.	76
Mapa 13. División del Robot Doméstico. Desarrollado por la autora.	80
Mapa 14. Tipos de Robot de la Categoría de Robot Personal. Desarrollado por la autora.	90
Mapa 15. Robots Personales que satisfacen las necesidades elementales. Desarrollado por la autora.	91
Mapa 16. Robots que satisfacen las necesidades superfluas y son utilizados como un fin o como un medio. Desarrollado por la autora.	105
Mapa 17. División del Robots Personal que satisface necesidades superfluas y son utilizados como un fin. Desarrollado por la autora.	106
Mapa 18. Robots utilizados como un medio. Desarrollado por la autora.	119

GRAFICAS

Gráfica 1. Estructura del General del Robot. Fuente: Robótica Móvil, Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle (2009).	20
Gráfica 2. Primeros 10 países con mayor densidad de robots industriales. Número de robots industriales por cada 10.000 trabajadores en la industria. Reporte del año 2009, Federación de Robótica Internacional.	25

Gráfica 3. Robot de Servicio Profesional. Número de unidades instaladas en el 2008 y las proyecciones para el periodo 2009-2012. Fuente: Departamento de Estadística de la IFR.	29
Gráfica 4. Robots Personales o Domésticos. Unidades vendidas a finales del año 2008 y proyecciones para el periodo 2009-2012. Tomada del reporte del Departamento de Estadística del año (I.F.R.), 2010.	33
Gráfica 5. Ciclo de Vida del Producto: Proceso de Diseño, Producción, Comercialización, Desuso.	38
Gráfica 6. Tendencia evolutiva del Robot Mecánico, construida desde los aspectos de autonomía, interacción y entorno. Desarrollado por la autora.	43
Gráfica 7. Pirámide de Necesidades. Fuente: Abraham Maslow. Desarrollado por la autora.	63
Gráfica 8. Tendencia evolutiva del Robot Doméstico construida desde los aspectos de autonomía, interacción y entorno. Desarrollado por la autora.	78
Gráfica 9. Tendencia evolutiva del Robot Personal construida desde los aspectos de autonomía, interacción y entorno. Desarrollado por la autora.	89

RESUMEN

Abordando el proceso evolutivo del robot desde su origen hasta el momento actual y enfocado en el estudio de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico desde la óptica de la participación del diseño, se plantea una propuesta para generar una categorización que facilita el diseño y toma de decisiones a la hora de iniciar el desarrollo o adquisición de estos robots, desde la perspectiva de sus características y la interacción con el usuario.

Desde los autómatas, los robots ficticiales, los robots industriales y hasta los robots actuales, las creaciones pasaron de ser un pasatiempo, a convertirse en colaboradores del ser humano en tareas complejas y que requerían de gran precisión. Pese a que existen diversas definiciones que intentan caracterizarlos, solo el Robot Industrial es el único actualmente definido y clasificado de forma estandarizada de acuerdo con parámetros internacionales; del resto de robots se han establecido variedad de propuestas tentativas para su clasificación, algunas más estructuradas que otras, pero ninguna de ellas ha logrado un consenso universal.

En la búsqueda por enfocarse en el aspecto de la interacción del robot con el usuario, se identificó a través de la revisión de la línea evolutiva del robot, desde el autómata hasta el robot personal o doméstico, que la interacción del robot con el usuario, depende de las características particulares del entorno en el que se incorpora, así como también de la autonomía con la que se le dote, para lo cual concluyó que la fórmula consiste en lograr equilibrio entre los aspectos de autonomía, características del entorno y tipo de interacción con el usuario.

Construir desde la perspectiva de la interacción con el usuario final una categorización que facilita el proceso de diseño del robot mecánico de servicio de tipo personal o doméstico es de vital importancia, ya que permite aclarar conceptos, tomar decisiones para especificar las necesidades a ser tenidas en cuenta en el diseño, funcionamiento del robot y la adaptación de este al entorno en el que se desenvolverá, para así garantizar que el producto (robot) satisfaga las necesidades del usuario, beneficiando a diseñadores, desarrolladores y usuarios finales. A la hora de realizar un desarrollo, o tomar la decisión de adquirir un robot, el desarrollador o el usuario final disponen de categorías que les sirven como soporte y les permiten tomar decisiones más acertadas sobre la atención de sus necesidades reales.

Por ello se hizo necesario generar desde la perspectiva de la interacción con el usuario, una categorización para el desarrollo de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico que incluyó los aspectos a considerar para la toma de decisiones sobre su fabricación o adquisición. Esta herramienta es el método más sencillo para valorar y tomar la decisión a la hora de construir o adquirir un robot. La forma como el usuario accede, interactúa y socializa con los robots son factores humanos determinantes para estos desarrollos.

I. INTRODUCCION

La robótica catalogada como la "Tecnología del Siglo XXI" tiene sus orígenes hace miles de años. Los robots, desarrollos que se pensaron propios del campo de la Ciencia Ficción han pasado de ser para las nuevas generaciones, de un tema abstracto y lejano a algo tangible y manipulable.

En la actualidad, el mundo está en constante búsqueda de tecnologías que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas y a hacerle las actividades más fáciles, de tal forma que su tiempo libre y productividad sean mayores, también a adquirir un mayor conocimiento científico; por este motivo, es importante conocer las posibilidades que brinda la robótica a fin de permitir que las nuevas generaciones de robots se acerquen cada vez más a las acciones cotidianas del ser humano, pudiendo así ser utilizados en aplicaciones diversas para su beneficio.

A nivel local y global, existe una variedad de grupos universitarios, empresariales y particulares, conformados por físicos e ingenieros -principalmente eléctricos, electrónicos, mecánicos y mecatrónicos- con fines diversos, cuyo objetivo es construir robots pensados desde su aplicación, gran parte de ellos con fines competitivos que sirven como incentivos para el desarrollo de mejores y más capaces robots, creaciones que hacen parte de un ciclo continuo de investigación y desarrollo al que día a día se incorporan nuevas áreas del conocimiento.

Dichos grupos en la actualidad tienen múltiples facilidades de mantenerse en contacto unos con otros a través de Internet, así mismo a acceder a través de esta y otras fuentes de información a material que sirve como insumo -instructivos y componentes- para la construcción de robots de servicio con funciones diversas, los cuales responden a deseos particulares de sus fabricantes y se hacen en su mayoría más fáciles de construir; en parte debido a que las características particulares de estos robots comparativamente con otros, son por un lado menos voluminosos, complejos y más precisos; y por el otro lado más ligeros y versátiles, por ende menos costosos.

Este documento pretende abordar el proceso evolutivo del robot desde su origen hasta el momento actual, enfocado en el estudio de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico desde la óptica de la participación del diseño. Propone generar una categorización que facilite el diseño y toma de decisiones a la hora de abordar el desarrollo de estos robots, desde la perspectiva de sus características y la interacción de este con el usuario.

Haciendo una revisión histórica del desarrollo de la robótica se puede observar cómo los que actualmente se conocen como robots, eran en un comienzo autómatas, creaciones que se hacían como pasatiempo para la entretención de sus creadores y dueños, o para captar la atención de una audiencia (Macchiavello, T). Más adelante, a través de diferentes perspectivas desarrolladas en el campo de la ciencia ficción se crearon robots ficticiales, personajes de relatos literarios que rápidamente fueron trasladados a otros medios como la historieta, la televisión y el cine; y que fueron y siguen siendo medios de difusión influyentes en la forma como se perciben los robots y son base

para la inspiración de creativos y constructores de robots mecánicos, que además veían en el medio natural (animales y plantas) la solución a algunos de los problemas a los que los robots reales se enfrentaban.

Las primeras aplicaciones de robots mecánicos reales se dieron en el creciente sector de la industria con los robots industriales, los que fueron inicialmente no aceptados, pero que una vez inscritos y en la medida en que evolucionaban y favorecían la producción, ganaban credibilidad; aspectos que eran positivos cuando se reducía la participación por parte del ser humano en actividades industriales riesgosas que implicaban su salud o vida, pero negativos en la medida en que las personas se quedaban desempleadas y sin ingresos. Esta categoría de robots se mantuvo en un proceso evolutivo constante a través del cual adquirió mayor autonomía y por consiguiente versatilidad en su campo de acción, los robots se hicieron cada vez más eficientes, contaron con la posibilidad de trasladarse a otros campos y asistir en ambientes no industriales e inciertos, lo que dio paso a los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Pese a que existe un alto contenido de información sobre el tema de la robótica ya que su inicio se remonta a las civilizaciones antiguas, los detalles a nivel histórico se encuentran aún fragmentados y algunos de estos perdidos para la historia de la humanidad.

El dinamismo de los avances en robótica y de las disciplinas afines, hacen que el concepto de robot sea confuso y mutable en el tiempo y por tanto requiera ser revisado y ampliado con frecuencia. Definir robot con la suficiente generalidad como para abarcar el amplio campo de dispositivos que como tal son hoy en día reconocidos y dar detalles o características particulares de los mismos, ha resultado ser complicado y poco efectivo. Ello ha complicado un poco a los diseñadores y desarrolladores de robots, ya que no hay claridad a la hora de iniciar su diseño y construcción, e incluso quienes tienen interés en incorporarlos a las actividades de la vida diaria, desconocen de manera general las posibilidades que estos ofrecen, sus características, las particularidades del ambiente en el que se les incorpora y la forma en la que pudieran interactuar con el usuario. Es por este motivo que en la actualidad resulta común añadir un adjetivo al término robot (robot humanoide, robot aéreo, robot doméstico, robot industrial...), de tal modo que pueda ser ubicado con detalle de acuerdo a su característica principal, cualquiera que sea.

Pese a que existen muchas definiciones que intentan caracterizarlo, el Robot Industrial¹ es el único actualmente está definido y clasificado de forma estandarizada de acuerdo con parámetros internacionales; del resto de robots se han establecido variedad de propuestas tentativas para su clasificación, algunas más estructuradas que otras, pero ninguna de ellas ha logrado un consenso universal.

En gran parte de la literatura consultada (Ref. 1, 2, 3, 6, 9, 15, 27, 30,), la mayoría de los documentos sobre el tema, son abordados por profesionales del área de la ingeniería, principalmente ingenieros electrónicos y mecánicos o disciplinas afines, que enfocan sus estudios de investigación y desarrollo en aspectos que influyen en la autonomía del robot, las partes y componentes que conforman su estructura interna, y que determinan la arquitectura de control y las funciones de los mismos.

En la década de los años 60 del siglo XX, cuando comenzaron a desarrollarse los primeros de robots mecánicos para el sector industrial, se pensó que para el robot, interactuar con su entorno era un problema relativamente poco importante, pero con el correr de los tiempos empezaron a surgir preocupaciones en este sentido, el desplazamiento del robot se hacía necesario y su interacción con los elementos del entorno y sus usuarios también lo era.

¹ "Manipulador de tres o más ejes, con control automático, reprogramable, multiplicación, móvil o no, destinado a ser utilizado en actividades de automatización industrial. Incluye al manipulador (sistema mecánico y accionadores) y al sistema de control (software y hardware de control y potencia). ISO 8373.

El robot en su proceso evolutivo hacia el robot personal o doméstico, ha permitido que los desarrolladores cubran de forma más eficiente diferentes aspectos de su estructura y funcionamiento: hacer un robot igual o superior en habilidades al ser humano es el ideal de muchos fabricantes. (Iovine, Jhon 1998), aunque también preocupación de otros.

Hay desarrolladores que hablan además de elementos de su aspecto y habilidades: una de las razones como se ha argumentado replicar el diseño humano, es que éste ya ha sido probado por la naturaleza durante millones de años, de modo que no tiene sentido inventar algo si se puede tomar prestado de la naturaleza (Mark Tilden, Los Alamos, National Laboratory, 2004). Otros centran su atención en el tema de la interacción, buscan hacer los robots versátiles y con más atributos.

En la literatura hay evidencias de investigadores y desarrolladores interesados en lo relacionado a la forma en que será la interacción robot-humano y el impacto que tendrán los robots en la sociedad del futuro, teorías en su mayoría con intereses opuestos donde pareciera que aún predomina mirarlos como el resultado final de su proceso experimental de fabricación. Algunos resultados como los publicados por un grupo de investigadores españoles y liderado por el profesor y sociólogo de la UNED de Segovia, Antonio López Peláez, son inquietantes, según estos, para el año 2020 los robots serán tan *"inteligentes"* y su interacción con los humanos será tan estrecha que existirá un desequilibrio tecnológico enorme entre quienes posean o no una de estas herramientas.

Construir desde la perspectiva de la interacción con el usuario final una categorización que facilite el proceso de diseño del robot mecánico de servicio de tipo personal o doméstico es de vital importancia, ya que permitirá aclarar conceptos, tomar decisiones para especificar las necesidades a ser tenidas en cuenta en el diseño, funcionamiento del robot y la adaptación de este al entorno en el que se desenvolverá, para así garantizar que el producto (robot) satisfaga las necesidades del usuario, beneficiando a diseñadores, desarrolladores y usuarios finales. A la hora de realizar un desarrollo, o tomar la decisión de adquirir un robot, el desarrollador o el usuario final dispondrán de categorías que les serviría como soporte y les permitiría tomar decisiones más acertadas sobre la atención de sus necesidades reales.

3. JUSTIFICACION

Llevar los robots del entorno del laboratorio a la industria y de ésta a entornos más complejos y casuales y de mayor cercanía con el ser humano, como el hogar, para la ejecución de las actividades propias de la vida cotidiana en entornos dinámicos, se ha convertido en un reto que sobrepasa actualmente el campo de acción que le ha correspondido a la ingeniería y disciplinas afines durante años. Aspectos como la autonomía, el entorno, y la interacción entre ambos, juegan un papel definitivo en el éxito o fracaso de las actividades del robot.

En la actualidad, no parece haber claridad tanto para los miembros de grupos de investigación y desarrollo en robótica, como para los diseñadores industriales, sobre los aportes que estos últimos hacen en el desarrollo de un robot y su participación como parte del grupo de trabajo, ya que la clasificación de las diferentes categorías se dificulta debido a que se pueden realizar desde diferentes aspectos que van desde lo tecnológico, hasta la actividad final para la que han sido construidos (Macchiavello, T). Ante esta situación los desarrolladores encuentran dificultades, no es clara la incorporación de su producto final, el robot, a un entorno específico.

El robot está cada vez más cercano al ser humano y al entorno en el que éste mayormente se desenvuelve, requiere en consecuencia ser más social e interactuar activamente con las personas, por ello se hace necesario su estudio desde otros aspectos diferentes a los de rapidez y precisión por los que se han caracterizado los robots industriales. Pese a que se ha evidenciado esta necesidad, aun no es tenida ampliamente en cuenta y el enfoque tiende a ser especialmente desde el campo de la ingeniería.

Por ello se hace necesario generar desde la perspectiva de la interacción con el usuario, una categorización para el desarrollo de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico, que incluya los aspectos a considerar para la toma de decisiones sobre su fabricación o adquisición. Esta herramienta será el método más sencillo para valorar y tomar la decisión a la hora de construir o adquirir un robot. La forma como el usuario accede, interactúa y socializa con los robots son factores humanos determinantes para estos desarrollos.

Es claro que la modernización del aparato productivo de cualquier nación es un paso tecnológico importante hacia el desarrollo económico. La robótica es una disciplina que de manera teórica y práctica está orientada a una diversidad de campos, siendo incuestionable la aplicación de esta en la modernización del sector productivo de bienes. El uso de robots en la vida diaria se ha convertido además en parte importante e integral de los procesos productivos modernos cuando se habla de la industria y el hogar. Es también por ello que se hace acertada la construcción de una categorización para el desarrollo del robot, que incluya las herramientas de análisis desde la perspectiva del rol que desempeñan, para que en el futuro los estudiantes, investigadores, diseñadores, constructores y los

usuarios tengan claridad en la ubicación, funciones y alcances del desarrollo con el que tengan o tendrán contacto.

Estas categorías para el desarrollo del robot deberán brindar los medios para lograr el conocimiento sobre las relaciones y el funcionamiento adecuado que deben tener estos sistemas dinámicos incorporados a un entorno específico para así mejorar su calidad y eficiencia. Ayudarán a que los constructores tengan en cuenta en el diseño, aspectos importantes en el desarrollo que apoyarán a la empresa industrial para que mediante la aplicación de inversiones tecnológicas adecuadas aumenten su competitividad; podrán antes del proceso de construcción tener claridad sobre el producto final y el usuario en el hogar hacer inversiones inteligentes acordes a sus necesidades, ya que con una evaluación previa de lo que van a adquirir podrán valorar su utilidad real.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinación y análisis de categorías de robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico que permitan orientar la toma de decisiones en el proceso de su desarrollo, en cuanto al aspecto de la interacción con el usuario.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

4.2.1. Análisis de los principales atributos de los robots de servicio de tipo personal o doméstico.

4.2.2. Determinar las características diferenciales y establecer las relaciones que se presenten en los atributos de los robots de servicio de tipo personal o doméstico.

4.2.3. Construir desde la perspectiva de la interacción con el usuario las categorías de análisis de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico.

5. METODOLOGIA

El presente es un estudio de tipo descriptivo. La metodología con la que se abordará la temática se construyó a partir de un análisis retrospectivo de tipo observacional que comprende la revisión del proceso evolutivo a nivel cronológico de la robótica y sus tendencias actuales de desarrollo, con el fin de construir categorías de análisis que permitan orientar el desarrollo de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico, desde la perspectiva de la interacción del robot con el usuario.

La metodología, está constituida por un conjunto de procedimientos que se describen a continuación:

Introducción al tema: Se da de manera exploratoria a través de la consulta con expertos, revisión de literatura especializada, y visitas a empresas y grupos de robótica nacionales que pudieran servir como referente. Se visitaron las empresas: Ingenio, Robótica y Tecnología Educativa (Bogotá, Colombia), el Grupo de Robótica Robotics Gear (Universidad del Valle, Cali, Colombia), el Grupo de Automática y Robótica, G.A.R. (Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá), la Sala Abrakadabra módulo en Robótica (Biblioteca Departamental, Cali, Colombia).

Análisis y recopilación de la Información: Para el análisis y recopilación de información específica y de calidad, se estableció un filtro para la selección de la misma. Se seleccionó información de carácter nacional e internacional proveniente de publicaciones científicas, empresas, universidades, laboratorios, grupos de investigación, museos y desarrolladores reconocidos e influyentes en el proceso evolutivo del robot.

Criterio de exclusión para la información: No se tendrá en cuenta para el desarrollo del trabajo de investigación: material referente a desarrollos locales empíricos, publicaciones sin referentes científicos o académicos, material publicado sin soporte de referencias bibliográficas o sin localización específica del sitio y fecha de desarrollo.

Delimitación del tema: Se profundizó en la revisión cronológica desde el desarrollo del autómata hasta el desarrollo del robot mecánico de servicio de tipo personal o doméstico, enfatizando en este último como el de interés final del proyecto.

Construcción de la hipótesis: Siendo la hipótesis una proposición aceptable que ha sido formulada a través de la recopilación de información y datos, aunque no esté confirmada sirve para responder en forma tentativa a un problema con base científica. Se propuso para el trabajo de la investigación la construcción de la hipótesis así:

- Hipótesis Nula: No existen categorías de análisis para el desarrollo de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o domestico que permitan orientar la toma de decisiones en su desarrollo en cuanto al aspecto de la interacción del robot con el usuario.
- Hipótesis Alternativa: Existen categorías de análisis para el desarrollo de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o domestico que permitan orientar la toma de decisiones en su desarrollo en cuanto al aspecto de la interacción del robot con el usuario.

Desarrollo de Conceptos: Desde la revisión de la literatura y el marco definido, se identificarán y desarrollarán los conceptos a través de los cuales se van a establecer las características comunes y diferenciales de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico.

Resultados: Con los conceptos elaborados e implementados en la determinación de las características comunes y diferenciales de los robots de tipo personal o doméstico, se construirán las categorías de análisis que permitan orientar la toma de decisiones para el desarrollo de los mismos. Con ello se podrá orientar más objetivamente la creación y el desarrollo de estos construidos desde la perspectiva de la interacción con el usuario, cumpliendo además el objetivo propio del diseño industrial de ser una actividad creativa que establece las cualidades de los objetos, de procesos, de servicios y de sus ciclos de vida.

6. MARCO TEORICO

Se abordará el proceso evolutivo del robot desde su origen hasta el momento actual, enfocando el estudio de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico. En este proyecto se intentará dar un repaso a la situación actual de la robótica, así como a analizar los distintos componentes de un robot y los diferentes tipos de robot que se pueden encontrar en la actualidad.

6.1. ROBOTICA

El término "*Robótica*", definida como rama de la tecnología, que estudia el diseño, fabricación y utilización de los robots, fue introducido por primera vez entre 1940 y 1950 con la primera publicación de su famosa colección de historias cortas de ciencia ficción "*I, Robot*" en las revistas americanas, y desde la fecha utilizado como remplazo al término de "*automática*" hasta el momento utilizado para referirse a la construcción de los antecesores de los robots (autómatas).

A finales del siglo XIX, el ingeniero y matemático español Leonardo Torres y Quevedo, quién construyó el primer transbordador aéreo y otros muchos ingenios acuñó el término "*automática*" en relación con la teoría de la automatización de tareas tradicionalmente asociadas a los humanos.

La automática, como era concebida en sus inicios, comprendía el sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por los seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin la intervención humana. Esta ciencia, relativamente joven, centraba sus estudios en los procesos con el fin de mejorarlos mediante el uso de la electrónica, la física y la programación (NEBEL, Bernhard). Con la introducción del término "*robótica*" y en la evolución del mismo, el término también se ha utilizado para describir los sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente bajo el control humano. En aviación, por ejemplo los pilotos automáticos se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano, pero con la posibilidad que el operador humano intervenga en el proceso.

En general, la robótica se define como el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli articuladas, dotados de un determinado grado de "*inteligencia*" y que son destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en muy diversas tareas. (MACHIABELLO, Tatiana) Las ciencias, tecnologías o disciplinas que se involucran en el desarrollo de robots, y que participan en el diseño, manufactura y

aplicaciones de los mismos, son algunas entre las que cabe destacar sus raíces desde la ingeniería la mecánica, la electrónica, la informática, las matemáticas, la ingeniería de control, etc.

6.1.1. Autómatas: Orígenes de la Robótica.

A pesar de que se cree que los robots son invenciones del siglo XX, hay evidencia de primeros dispositivos automatizados en la antigüedad. En la actualidad lo que se conoce como robot tiene su origen hace miles de años, en desarrollos antes conocidos como autómatas, del griego "*automatos*" quiere decir: "*espontáneo o con movimiento propio*", máquinas que imitan la figura y los movimientos de un ser animado.

La historia de la robótica ha estado unida a la construcción de "*artefactos*", muchas veces por obra de genios autodidactas que trataban de materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza que los aliviasen o disminuyesen el trabajo. En la historia de la humanidad, las diferentes culturas del mundo tienen mitos y leyendas sobre máquinas o personas robóticas que imitaban la forma humana e inspiraban miedo, entre ellos, ellos se pueden citar personajes como Talos en Grecia, Golem en Israel y el monstruo de Frankenstein en Inglaterra.

Los autómatas, creados como pasatiempo, eran desarrollados por inventores, matemáticos e ingenieros de la época, a partir de insumos que tenían a su alcance, la mayoría de estos usados en su estado original o modificados bajo principios de partes móviles y sistemas de movimiento hidráulico y neumático, utilizando pesos, cuerdas, alambres y levas, que corresponden a la mayoría de los mecanismos que se conocen en la actualidad y que fueron inventados en aquel tiempo. En la Imagen 1 se ilustra una invención de una fuente que sin la asistencia de humanos y apoyada en los principios hidráulicos surte agua al mismo tiempo que los pájaros se mueven, cantan y toman agua.

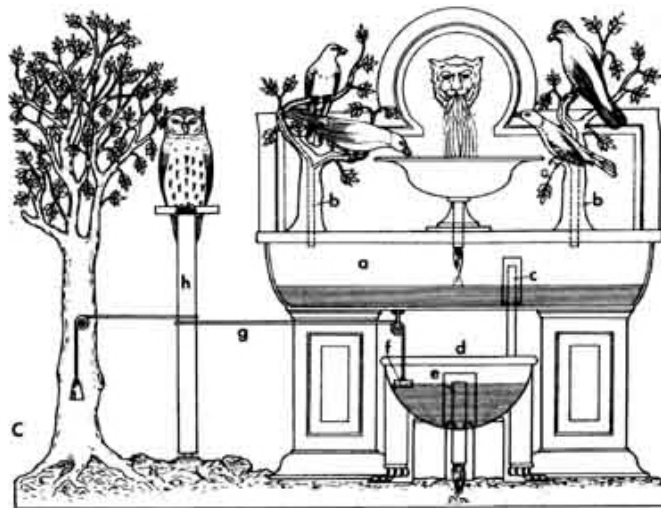


Imagen 1. Plano del Jardín de Pájaros desarrollado por el inventor Herón de Alejandría (100 a.C.)

Se piensa que los primeros desarrollos fueron realizados por egipcios, árabes y chinos, quienes dejaron las bases y fueron fuente de inspiración de futuros inventores y científicos para el desarrollo de autómatas: máquinas complejas, programables y auto-propulsables, impulsadas por sus propios mecanismos internos, sin el uso de potencias auxiliares generadas por la gasolina, el petróleo, la electricidad, las baterías, entre otros, como hoy en día.

Los autómatas inicialmente destinados para el entretenimiento iban adquiriendo aplicaciones cada vez más prácticas; algunos con propósitos más violentos y siniestros hacían parte de mitos y leyendas que lograban captar la imaginación de la mente humana, la idea de servidores, guerreros o entretenedores, eran usos en los que sobresalía entretener a la realeza, a los adoradores en los templos y a las audiencias que se hacían con cada truco, cada vez más sofisticadas y exigentes.

En el año 1260 el ingeniero Al-Jasari se adelantó a los desarrollos de su época con propuestas de relojes como la ilustrada en la Imagen 2, que más adelante fué perfeccionada. En el siglo XVIII, el mecanismo de reloj para la fecha se había mejorado, dando paso a pensar *¿qué más se podía realizar con este?*, un artefacto que sin la ayuda humana, podía contabilizar el tiempo de forma regulada y por intervalos. Varios relojeros, entre ellos, los europeos Pierre Jaquet-Droz y Friedrich von Knauss se destacan por el desarrollo de autómatas capaces de elaborar piezas musicales y pinturas, cuyos mecanismos inspirados en la relojería, implementaban levadores de bronce finamente labrados, lo que estaría sentando las bases para el desarrollo de los que más adelante se conocerían como robots. La construcción de autómatas humanoides fabricados con mecanismos de relojería como: El pato que comía (1739) de Jacques de Vaucanson; El escribano, el diseñador y el músico (1768-1774) de Pierre Henri-Louis; El escribano mecánico (1774) de Pierre Jaquet-Droz y La muñeca que dibuja (1805) de Henri Maillardet, fortalecieron la búsqueda de mecanismos que auxiliarían a los hombres en sus tareas.



Imagen 2. Plano y foto de la réplica del reloj Elefante Autónomo desarrollado por el ingeniero Al-Jasari en el año 1260.

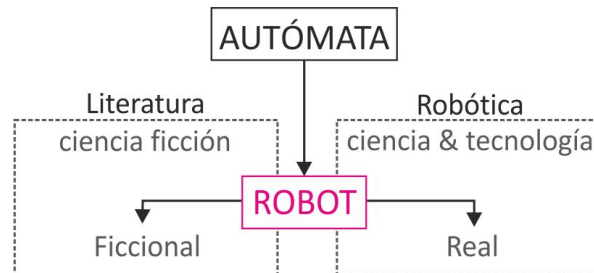
Estos autómatas desataron controversias alrededor de la posible inteligencia que pudieran tener estos dispositivos pesados y en la búsqueda de la posibilidad de crear vida artificialmente. El escribiente hacía alusión burlesca de la frase de Descartes de "Pienso luego existo" parafraseándola al escribir "Escribo luego existo". Los fraudes surgieron como en el caso del ajedrecista, en el que un muñeco mecánico daba respuesta acertada a jugadas de ajedrez, comprobándose más tarde que era un enano encerrado en la caja del muñeco el que daba las respuestas y movía el muñeco. Todos estos mitos anteceden a la obra Kapel, en la que se plantea la construcción de Robots para liberar a las personas de la carga pesada de trabajo. Sin embargo, esta ficción y la creada por Asimov, junto con los desarrollos mecánicos de máquinas como el telar de Thailard, motiva a George Devol a crear el origen de los Robots industriales, un manipulador que sería parte de una célula de trabajo.

6.1.2. Robots: Ficción Vs. Realidad.

Los autómatas fueron protagonistas principales de una infinidad de relatos de ciencia ficción, en donde los miedos iniciales de los novelistas alimentados por las visiones particulares sobre las posibles amenazas que estos autómatas podían significar para la raza humana, se veían reflejadas en sus obras. Todos estos pensamientos se acercaban cada vez más a lo que en la actualidad se conoce como robot.

La palabra robot proviene de la derivación del vocablo checo "*robota*" que significa trabajo forzado, palabra que apareció por primera vez en 1921, en la obra satírica "*The Rossum Universal Robots*" (R.U.R.) del dramaturgo checo Karel Capek, representaba máquinas capaces de reaccionar

ante su medio ambiente e independizarse de sus creadores, atributo que separaba a los verdaderos robots de los autómatas. Sin embargo podemos encontrar en casi todos los mitos de las diversas culturas una referencia a la posibilidad de crear un ente con inteligencia, desde el Popol-Vuh de nuestros antepasados mayas hasta el Golem del judaísmo.



Mapa I. Robots, contruidos desde dos perspectivas, ficcional y real. Desarrollado por la autora.

La ciencia ficción nació formalmente en 1920 como subgénero literario, fusión entre lo que se conocía como ficción, fantasía y narrativa de terror; y alcanzó gran auge en la segunda mitad del Siglo XX, gracias al interés popular acerca del futuro. En esta se hacen representaciones especulativas basadas en la ciencia de los fenómenos imaginarios como: extraterrestres, planetas alienígenas y viajes en el tiempo, a menudo con elementos tecnológicos como: naves espaciales futuristas, robots y otras tecnologías. Entre los temas tratados, la robótica mirada desde una amplia variedad de perspectivas es uno de los temas más recurrentes.

En la década de 1920 las historias de ciencia ficción y los hombres mecánicos se convirtieron en un tema popular para las revistas sensacionalistas, que retrataban en sus historias máquinas hambrientas de poder; al mismo tiempo que los cineastas seguían produciendo películas donde el robot era malvado. En la película *Metrópolis* rodada en 1926, el robot era malvado y representaba miedos oscuros de sus creadores.

Mientras que el cine, creaba despiadados monstruos de metal, los verdaderos robots apenas comenzaban a ser desarrollados en el mundo de verdad, los robots eran todavía bastante básicos, pero una nueva imagen estaba a punto de surgir:

Hacia 1930, Harry May creó hombres mecánicos de avanzada tecnología que se convirtieron en una popular atracción, entre ellos Alfa, un robot que asombraba a las audiencias con sus trucos y en 1940 la imagen de los robots y el futuro lograron popularizarse gracias a la apariencia amistosa de los robots Elektro y Sparko, del ingeniero J.M. Barney de la WestingHouse Electronics Corporations (Imagen 3).



Imagen 3. Fotografía de los robots Electro y Sparko con su creador J.M. Barney

Si algún autor ha influido sobre manera en la concepción del universo de los robots de ficción, éste ha sido sin duda alguna el escritor y profesor Isaac Asimov. Muchos otros, desde luego, han escrito sobre robots, pero ninguno ha relatado tan minuciosamente las actitudes y posibilidades de estas máquinas como lo ha hecho él. Cuando tenía 22 años sugirió que los robots deberían ser benévolos y no malévolos, y escribió su cuarto relato corto sobre robots: “*El Círculo Vicioso*”. En boca de unos de sus personajes planteó lo que consideraba leyes básicas para el funcionamiento de un robot: “...entonces tuve la noción, que creí novedosa idea, que los robots y otras máquinas tendrían normas de seguridad: Así inventé las tres leyes de la robótica para utilizarlas en las historias” a las que anexó una cuarta ley, aún más fundamental que las anteriores, que tratara la relación entre los robots y el género humano.

- **Ley 0:** “*Un robot no puede causar daño a la humanidad o, por inacción, permitir que la humanidad sufra daño.*”
- **Ley 1:** “*Un robot no debe dañar a un ser humano o, por su inacción, dejar que un ser humano sufra daño.*”
- **Ley 2:** “*Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto si estas órdenes entran en conflicto con la Primera Ley*”
- **Ley 3:** “*Un robot debe proteger su propia existencia, hasta donde esta protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley*”²

Estas leyes y en general sus relatos son la base de partida de numerosas obras posteriores en el campo de la ficción, programas televisivos, propuestas cinematográficas de reconocido éxito y en

² **ASIMOV, Isaac.** 2005. El pequeño robot perdido. En Sueños de Robot. Segunda edición. Barcelona, España: Debolsillo, Capítulo I, ISBN 84-9793-137-8.

algunos casos tomadas como parámetros de referencia para creadores de robots mecánicos a fin de obtener resultados mejores y más óptimos.

Las máquinas de Asimov y Robby, el robot estrella en la película *Forbidden Planet* (Imagen 4), sirvieron como inspiración a los inventores que dieron origen a nuevos robots en la literatura y películas de ciencia ficción de los años 50 del siglo XX. Allí fué cuando se fusionaron la fantasía y la realidad para inventar autómatas más avanzados. Ellos construirían los primeros robots verdaderos.



Imagen 4. Fotografía de Robby en la película *Forbidden Planet*, bajo la dirección de Fred M. Wilcox.

La acogida de la ciencia ficción como subgénero literario, motivó a que rápidamente fuera exportado a otros medios de difusión, entre ellos se destacan: la historieta, la televisión y el cine, a través de los cuales le permitieron difundirse, al mismo tiempo que diversificar su público. De estos géneros cabe destacar:

- **Historético:** Uno de los géneros más importantes en los que pudo dividirse. Antes que cualquier otro medio ofrecieron las escenas más acertadas de navegación espacial, alunizajes, bombas atómicas y sociedades industrializadas. Logró su popularización fijándose en millones de lectores.
- **Televisivo:** Inició en Gran Bretaña, después en Estados Unidos, Canadá y Japón. Su transmisión en este medio permitió una más rápida divulgación pese a que no todas las producciones fueron de reconocimiento mundial. Los programas televisivos hasta el momento desarrollados son innumerables, Japón desde un comienzo, hasta la actualidad sigue siendo líder en su desarrollo, en los que el tema de la robótica es recurrente. Muchos de estos fueron en un

comienzo transmitidos localmente y en la actualidad, gracias a los numerosos avances en los sistemas de comunicación, entre los que se destaca el internet, son transmitidos con mayor facilidad. Entre estos, son mundialmente reconocidas series como: Astro Boy, 1952; Los Supersónicos, 1962 y Los Transformers, 1980. Dentro de estos, cabe resaltar el papel del programa Los Supersónicos, serie animada actual propiedad de Cartoon Network que se caracteriza por ser uno de los programas que ve el futuro en forma positiva y progresista, rica en su visión de futuro, donde idealiza la posible forma de vida del ser humano en el año 2062. (Imagen 5)

- Cinematográfico: En estas, sus autores crean personajes dotados con características mitificadas, seres que experimentan emociones y se hacen cada vez más humanos. Seres despiadados, amables, divertidos e incluso héroes de sus propias historias. Todos estos han significado un muy alto impacto en la realidad. Entre estas se destacan películas como: The Day the Earth Stood Still 1951; Blade Runner, 1982; The Terminator, 1984; Star Wars, 1977; Inteligencia Artificial, 2001 (Imagen 4); Yo, Robot, 2004 y WALL-E, 2008. (Imagen 5)

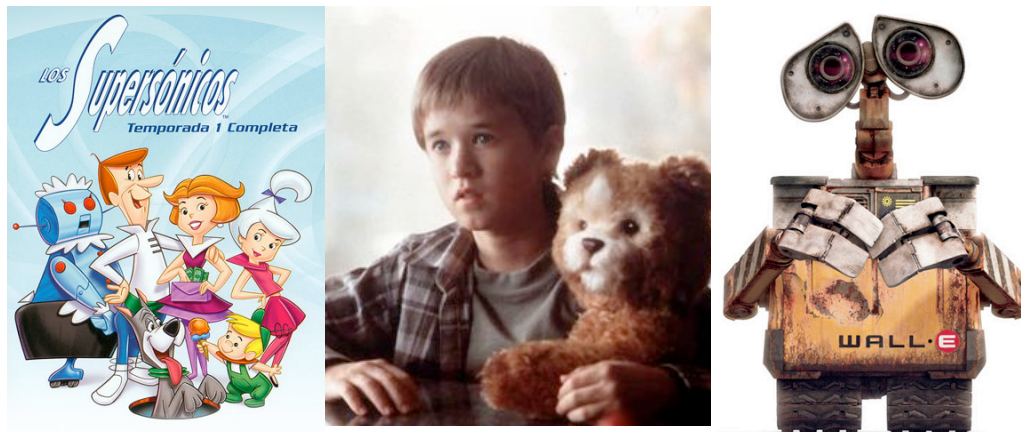


Imagen 5. Ilustraciones de los personajes representativos de Los Supersónicos, Inteligencia Artificial y Wall-E.

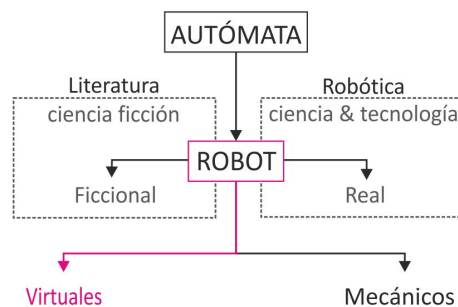
Los robots en un inicio fueron representados por humanos disfrazados, Gort en la película The Day the Earth Stood Still de 1951, utilizados en papeles secundarios como extras para crear escenas futuristas es el caso de R2-D2 y C3PO en Star Wars, dónde más adelante ejercieron representaciones de papeles protagónicos: robots racionales y sentimentales como el niño robot en Inteligencia Artificial, a partir de los cuales se dio paso a una reflexión entre la competencia: humanidad-robots como es el robot protagonizado por Will Smith en Yo, Robot.

Muchos relatos propios de la ciencia ficción no se alejan tanto del plano de la realidad actual. La robótica alimentada desde las dos perspectivas, ficcional y real, ha permitido moldear el desarrollo de los robots hasta lo que se conoce y que con mira al futuro de los robots, aún basan su esencia en referentes ideales.

6.1.2.1 RobotVirtual

En esta categoría se agrupan aquellos robots que son construidos a partir códigos de programación que en entornos virtuales o plataformas de software especializado, emulan movimientos, comandos y formas de desplazamiento y cuyo desarrollo se da posterior al desarrollo y perfeccionamiento del computador y a la introducción de desarrollos de software especializado.

La construcción de robots en entornos virtuales sirve a los estudiantes y desarrolladores como herramienta para probar códigos de programación y visualizar comportamientos de los robots previa a su construcción.



Mapa 2. Robots virtuales, una categoría de robots. Desarrollado por la autora.

Algunos ejemplos conocidos de este tipo de robots son el Tamagochi, (Imagen 6), mascota virtual que salió al mercado en el año 1996 y se hizo popular en el todo el mundo, representando ventas de más de 76 millones en el 2010 según los reportes de la Bandai-Japan, y los videojuegos, entre los más populares los simuladores para construir casas, parques de diversiones o ciudades completa, de los cuales el más conocido y popular actualmente es la saga de Los Sims.



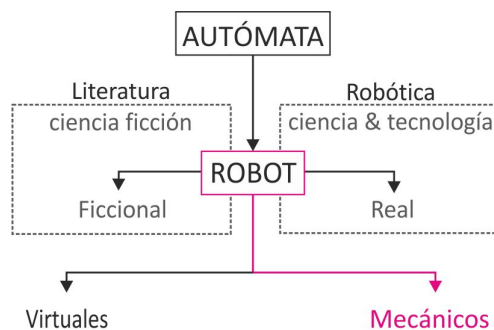
Imagen 6. Fotografía del Tamagochi.

6.1.2.2. Robot Mecánico: Estructura General del Robot

El dinamismo de los avances en robótica y de las disciplinas afines, hacen que el concepto de robot sea confuso y mutable en el tiempo y por tanto requiera ser revisado y ampliado con frecuencia. Definir robot con la suficiente generalidad como para abarcar la amplia variedad de dispositivos que como tal son hoy en día reconocidos y dar detalles o características particulares de los mismos, ha resultado ser complicado y poco efectivo, lo que hace que no existe en la literatura una definición establecida y mundialmente aceptada de robot, sino varias definiciones alternativas, entre las que se recopilaron aquellas consideradas por diccionarios y enciclopedias de mayor prestigio que definen al robot como:

- *“Máquina operada automáticamente que sustituye el esfuerzo de los humanos, aunque no tiene por qué tener la apariencia humana o desarrollar sus actividades a la manera de los humanos.”* (Enciclopedia Británica).
- *Máquina que se asemeja a los humanos y desarrolla como ellos tareas complejas como andar o hablar. Un dispositivo que desarrolla de manera automática tareas complicadas a menudo de manera repetitiva. Un mecanismo guiado por control automático.* (Diccionario Merriam Webster)
- *Máquina o ingenio electrónico programable capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas para las personas.* (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española)

En la actualidad, estas definiciones son generalidades, que resultan insuficientes al intentar abarcar el conjunto de sistemas que son denominados como robot. Es por este motivo que en la actualidad es frecuente añadir un adjetivo que permita ubicar las características del robot o su campo de aplicación en el que se ubica: Robot Industrial, Robot de Servicio, Robot Personal o Doméstico. Otros términos como humanoide, androide, cyborg y animatronic, suelen ser usados especialmente en la Ciencia ficción de forma indistinta al referirse a un robot.

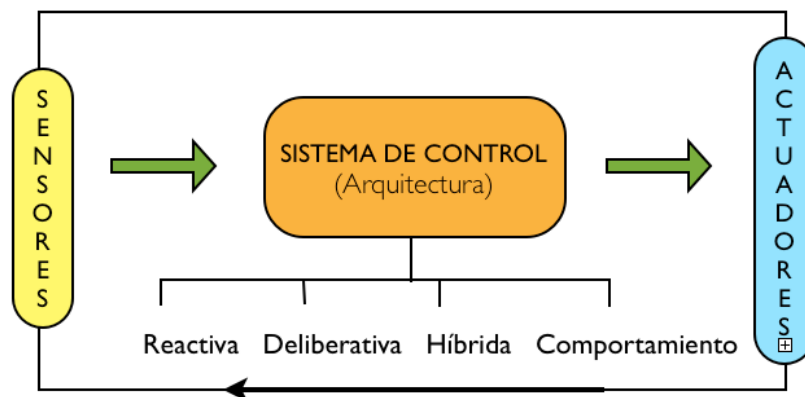


Mapa 3. Robots Mecánicos, una categoría de robots. Desarrollado por la autora.

*“En la vida real los robots son frágiles, máquinas débiles que no tienen la energía necesaria y no saben otra cosa que moverse con dificultad”*³. Construir un robot que pueda incorporarse al mundo es un reto, más allá de la movilidad existen otras habilidades que los investigadores buscan desarrollar con el fin de hacerlos cada vez más autónomos, “robots inteligentes”, con capacidades iguales o superiores a las de los seres humanos.

Estructura General del Robot

La estructura general del robot, está conformada, como se ilustra en la Gráfica 1 por tres componentes básicos: (a) Sensores, (b) Sistema de Control o Arquitectura y (c) Actuadores.



Gráfica 1. Estructura del General del Robot.

Fuente: Robótica Móvil, Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle (2009)

a. Sensores: Son una amplia variedad de dispositivos que detectan señales u estímulos externos del entorno en el que se desenvuelve el robot, transforman la información recogida en un valor electrónico y la transmiten al sistema de control del robot, para que este pueda cuantificarla y reaccionar en consecuencia.

Los sensores constan de algún elemento sensible a una magnitud física, como por ejemplo la intensidad o color de la luz, temperatura, presión, magnetismo, humedad, proximidad, velocidad, ubicación, distancia, inclinación, desplazamiento, presión, tensión, entre otros, algunos de estos más desarrollados que otros y por tanto más fiables en cuanto a precisión en los datos que obtienen.

³ **DISCOVERY CHANNEL.** 1998. Extreme Machines, Incredible Robots (DVD). Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=RViok-NYIew>. Consultado en: Noviembre de 2010.

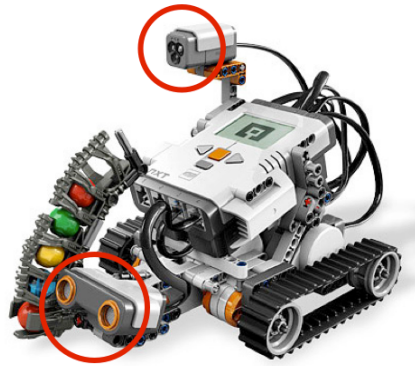


Imagen 7. Sensores de luz y láser identificados en este robot Lego MindStorm.

b. Sistema de Control o Arquitectura: Es la forma como a partir del sentido del entorno, el robot estructura sus acciones y las ejecuta. Estas estructuras o sistemas de control pueden ser de tipo:

- **Deliberativo:** estructura de programación jerárquica por capas, basado en el modelo: sensor/planear/actuar.
- **Reactivo:** Son bloques de construcción básicos con relaciones sencillas, basados en el modelo: sensor/actuar.
- **Híbrido:** Es la combinación de los aspectos tradicionales y los modernos, basados en el modelo: planear/sensor/actuar.
- **Basado en Comportamientos:** Consiste en un patrón aprendido de acciones que corresponden a unas entradas determinadas con el objetivo de cumplir alguna tarea específica. Este comúnmente usado en la actualidad, consiste en esquemas de naturaleza modular que les permite convertir comportamientos complejos, en un conjunto de comportamientos más simples.

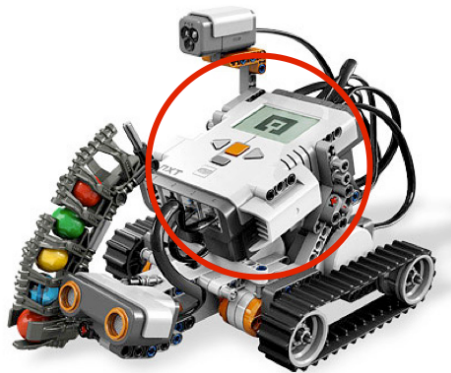


Imagen 8. Cerebro del robot Lego MindStorm.

c. Actuadores: Son dispositivos mecánicos cuya función es proporcionar fuerza para mover o actuar otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de una u otra fuente dependiendo de la fuente de alimentación del robot pudiendo ser neumática, hidráulica eléctrica,

electrónica o híbrida de acuerdo con la fuerza generadora de movimiento. Los actuadores pueden ser emisores de luz o sonido, así como también generadores de movimiento, lineal o rotatorio.

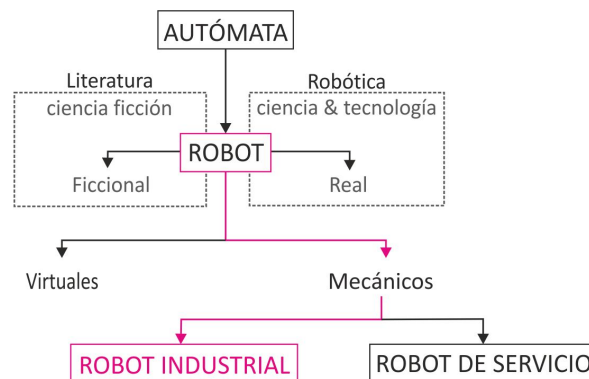


Imagen 9. Servomotores del robot, Lego MindStorm le permiten lanzar las bolas de colores y desplazarse.

6.1.2.2.1 Robot Industrial: Primeras Aplicaciones

“La electricidad logró un papel revolucionario en la forma como las máquinas fueron controladas, mientras que los componentes electrónicos las dotaban de mayor capacidad de memoria”⁴. La implementación de la electricidad y los componentes electrónicos, entre otros desarrollos, permitieron la construcción de los primeros robots reales, los robots industriales en los 60’s, desarrollos que se alejaron de las ideas plasmadas por escritores y cineastas; se abrió así un nuevo escenario de aplicación: la industria.

Los robots industriales en un comienzo, debido a la poca acogida que habían adquirido tuvieron un lento crecimiento, eran desarrollos permanentes de laboratorios, talleres y plantas de manufactura, instalados en espacios donde los ambientes eran controlados.



Mapa 4. Robots Industriales, una categoría de robots mecánicos. Desarrollado por la autora.

⁴ DONATI, LEONBATTISTA. 1997. How Science Works ROBOTS, The story of tools, machines and artificial intelligence, Primera edición americana. Nueva York, Estados Unidos. Barnes & Noble. Página 7.

George Devol (1912 - 2011), conocido como el abuelo de la robótica, inventor del código de barras y de la puerta eléctrica, patentó el proyecto que revolucionaría la historia, un robot industrial que trabajaba la soldadura y otras actividades peligrosas para ser manipuladas por el hombre.

Tras la dificultad para encontrar financiación por parte de los empresarios para hacer realidad su proyecto iniciado en el año 1954, George Devol se asoció con Joe Engelberger -también conocido como el padre de la robótica- y crearon en 1961 la compañía Unimate Inc., cuyo único desarrollo era Unimate (Imagen 10). Este robot tenía capacidad para recordar hasta 100 pasos diferentes, era capaz de levantar hasta 38 Kg y soportaba temperaturas extremas, gases tóxicos y radiación, siendo lo más importante su efector terminal o brazo artificial multiarticulado, que le permitía al robot ejecutar diferentes tareas. Pero aún así *“los compradores de robots eran escasos y temerosos, los cuerpos directivos se mostraban escépticos, los ejecutivos corporativos pensaban que no funcionarían y los empleados temían que funcionaran demasiado bien y los reemplazaran”*⁵.



Imagen 10. Planta de producción de automóviles en Augsburg, Alemania.

En el año 1967 Kawasaki Heavy Industries (Japón) y Unimate Inc. (Estados Unidos) se asociaron para desarrollar robots industriales en Japón, robots que aunque inventados en Estados Unidos, fueron los japoneses quienes incorporaron los elementos que los hicieron altamente eficientes. Para esta época, la industria era dominada por las compañías japonesas con un mercado cinco veces más grande que el norteamericano en el que trabajaban empresas como AVECO, General Motors y WestingHouse.

En 1975, el ingeniero mecánico estadounidense Victor Scheinman, cuando estudiaba la carrera en la Universidad de Stanford, en California, desarrolló un manipulador realmente flexible conocido como

⁵ HISTORY CHANNEL. 1998. Robots (DVD). Material de clase para asignaturas de Ingeniería. Disponible en la videoteca del profesor Jose Tomas Buitrago, Universidad del Valle.

Brazo Manipulador Universal Programable (PUMA, siglas en inglés). El PUMA era capaz de mover un objeto y colocarlo en cualquier orientación en un lugar deseado que estuviera a su alcance, el robot se movía con motores eléctricos y no hidráulicamente. Actualmente, es la base de la mayoría de los robots.

En el periodo de los años 70's y 80's, los robots industriales tras haber demostrado su utilidad y eficacia, alcanzaron un crecimiento vertiginoso, popularizaron su uso en fábricas e industrias, principalmente en la industria automotriz, donde hasta la actualidad conservan un alto protagonismo. Este periodo, se caracterizó por ser el momento de posicionamiento de la robótica industrial, aunque no dejaba de ser una preocupación para sus desarrolladores pensar en que en la medida en que fueran cubiertas con instalaciones las industrias en que eran económicamente rentables, su crecimiento se vería estancado.

Las máquinas desarrolladas, más allá de ser novedosas y contar con funciones varias, trajeron consigo una infinidad de posibilidades para el ser humano, se hizo visible la reducción del coste de producción como consecuencia del rendimiento alcanzado en el trabajo, favorable para obtener una mejor capacidad productiva. La "liberación del tiempo", le permitió al ser humano contar con la posibilidad de dedicarse a otros asuntos que anteriormente no consideraba.

Por otro lado, aquellas empresas en las que no era factible la instalación de este tipo de aplicaciones, la mano de obra contratada se veía al margen de tener que trabajar para producir al ritmo de lo que lo hacían las que sí estaban industrializadas, generando cambios en las jornadas laborales y esfuerzo adicional requerido para realizar el trabajo.

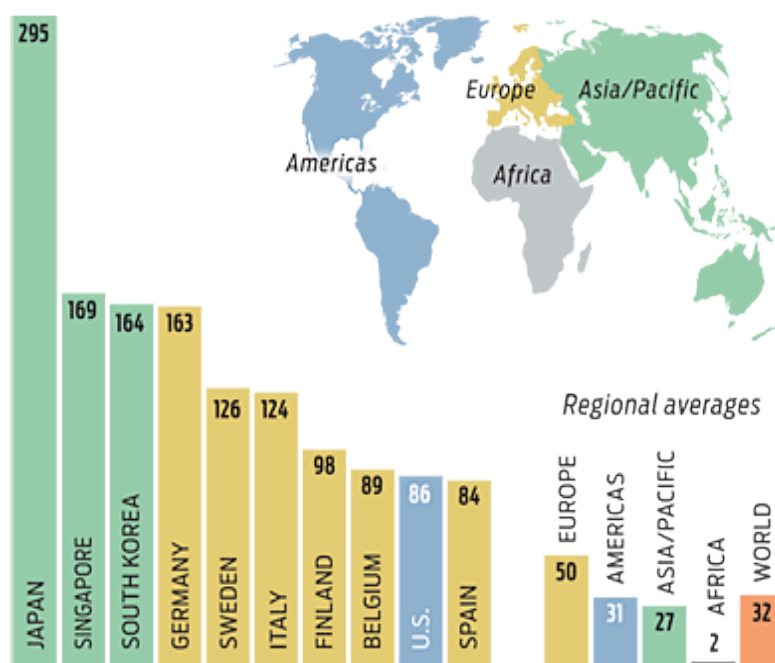
Estas primeras aplicaciones eran productivamente ideales, pero contaban con una flexibilidad mínima, se caracterizaban por estar ancladas, ocupar grandes volúmenes, ser pesadas, ejecutar tareas específicas y contar con un sistema de comunicación robot-humano incipiente, que además requerían tener en cuenta una serie de condiciones ideales del espacio en el que se les fuera a instalar de modo tal que garantizaran su buen funcionamiento, lo que representaba la inversión de grandes sumas de dinero en instalación y mantenimiento, además de un personal calificado, escaso para ese entonces.

Negativamente, las naciones no industrializadas, incapaces de generar avances de este tipo se vieron afectadas económicamente por las que si lo estaban y continuaban incrementando sus riquezas. Los robots realizaban lo que la gente no quería realizar; no obstante y pese a las negativas predicciones generaron empleos; era trabajo de humanos diseñarlos, repararlos y operarlos.

En la medida en que se obtenía mayor conocimiento sobre el campo de la robótica, y su visión se hacía positiva, el número de interesados en la implementación y creación de robots aumentaba y con ello aumentaba la capacidad y disminuía el coste de los mismos. Ya no era ficción, sino parte de una realidad lo que el ser humano en un comienzo pensaba sobre sus creaciones. En la actualidad son un

número considerable de empresas las que alrededor del mundo han incluido robots en su cadena de producción, algunas pocas incluso, ya no cuentan con la participación de humanos para trabajar en la construcción de robots, e incluso en países como Japón se han incorporado procesos de auto-mantenimiento y auto-reparación.

Actualmente “(...) uno de los parámetros contemporáneos para determinar el nivel tecnológico de un país es el grado de robotización en sus instalaciones productivas, ya que éste ayuda a lograr una estimación de competitividad y solidez tecnológica en las empresas.”⁶ En la Gráfica 2, aunque su reporte se centra en el Robot Industrial, sirve a manera general como un indicativo de que los países que tienen una alta representación en los desarrollos en robótica, son los países donde existe una industria desarrollada. De allí se desprende la importancia de la participación de los robots para el desarrollo de la economía, en el mejoramiento de la productividad y en la estandarización de sus procesos. En este punto vale aclarar que no cualquier máquina automática se le denomina robot, como con frecuencia ocurre.



Gráfica 2. Primeros 10 países con mayor densidad de robots industriales. Número de robots industriales por cada 10.000 trabajadores en la industria. Reporte del año 2009, Federación de Robótica Internacional.

Los robots industriales utilizados con frecuencia en la industria manufacturera, desde principios de la década de los 60, siglo XX, desempeñaban tareas de soldadura, montaje, pintura, medición, palatización, etc en el sector automotor entre otros. Estos robots, se caracterizan por trabajar con

⁶ **GRUPO DE ROBOTICA (GTRob).** 2009. Libro Blanco de la Robótica, de la Investigación al Desarrollo Tecnológico y Futuras Aplicaciones. Situación Actual y Tendencias para el Futuro. España. Comité Español de Automática (CEA). Página 10.

rapidez y precisión, aunque inicialmente requieren que un operario humano los programe, y que su entorno esté diseñado con ciertas especificaciones para garantizar su eficiencia en la ejecución de las tareas.

6.1.2.2.2. Robot de Servicio: Nuevos Alcances.

La popularización de los robots mecánicos se dio con la transmisión de algunos comerciales y programas de televisión como “Leave it to Roll-Oh”⁷ (Imagen 11) transmitido en Estados Unidos en el año 1940, en el que se mostró al robot capaz de realizar los roles del ama de casa: atender la puerta, recibir la visita, preparar la comida, mientras ella se relajaba leyendo revistas o viendo la televisión. Más adelante, en The Tonight Show transmitido en 1968, se mostró como un robot era capaz de hacerlo todo: podía jugar al golf, elaborar comerciales, dirigir una orquesta, entre otras actividades, pero lo cierto era que para la fecha, los robots eran lentos y torpes en sus movimientos para la ejecución de tareas que no fueran las industriales.

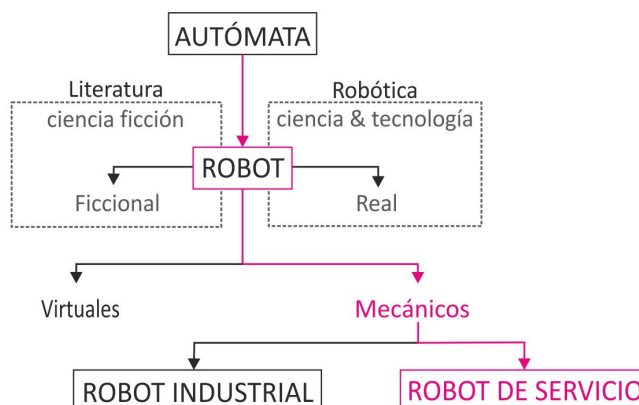


Imagen 11. Ama de casa y robot interactuando en el comercial Leave it to Roll-Oh.

En 1969 se creó Shakey, el primer robot móvil, como proyecto del Instituto de Investigación de Stanford (SRI) un antecesor de los que darían paso al desarrollo de los conocidos como robots de servicio y precursor de los robots autónomos actuales. El robot estaba provisto de una diversidad de

⁷ JAMINSON, Henry. 1940. Leave it to Roll-Oh (en línea). Estados Unidos. Jam Handy Pictures. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=zY6ClkOUm40>. Consultado en: Marzo de 2011.

sensores y cámaras de visión que le permitían construir un mapa para su movilidad y seguir una trayectoria de desplazamiento, pero según afirmaba la SRI: *“aquel robot, pese a que había alcanzado un nivel de desarrollo lo suficientemente avanzado, no era eficiente en la forma como se desplazaba.”*



Mapa 5. Robots de Servicio, una categoría de robots mecánicos. Desarrollado por la autora.

A partir de los años 80's se dió espacio a la búsqueda de nuevas aplicaciones no ligadas a la manufactura con la idea de alcanzar ventajas distintas a las de productividad en espacios lejanos del ambiente estructurado propio de la industria. En 1989 Engelberger incorporó un nuevo concepto de robot de servicio que según afirmó: *“surge por la inquietud de la comunidad científica de realizar desarrollos destinados a estar al servicio de la sociedad, tratando de que ésta reconozca y apoye sus resultados”*⁸ y a partir del cual desarrolló en 1996 un robot que asistía en hospitales, llevando bebidas y comida a los cuartos de los pacientes. (Imagen 12)



⁸ CASSALS, Alicia. 2008. Robots de servicio y personales. Aspectos tecnológicos que dificultan su progreso (en línea). AER - ATP, Asociación Española de Robótica y Automatización Tecnologías de la Producción. Disponible en: <http://www.aeratp.com>. Consultado en: Febrero de 2011.

Imagen 12. Helpmate creado por Engerlbewger asiste en los hospitales repartiendo comida, bebidas y medicinas.

Ante la necesidad de cubrir las limitantes planteadas por los robots industriales, y así garantizar que la industria de la robótica siguiera en pie y no se viera estancada, los desarrolladores de robots siguieron trabajando con el ánimo de introducir sus desarrollos a espacios cada vez más reducidos y dinámicos, intenciones que los condujo hacia la búsqueda por dotar a sus creaciones de autonomía, desarrollar robots 100% autónomos o inteligentes, fue y sigue siendo el ideal de quienes se dedican a la investigación y desarrollo en el campo de la robótica.

La búsqueda por acercarse a este nivel ha llevado a través del tiempo a diversidad de científicos y personas que trabajan en el área a buscar fuentes de inspiración que puedan servir como aporte a sus desarrollos. El interés por el estudio del reino animal, de la naturaleza, y en especial de los organismos vivos y sus formas de comportamiento dentro de su entorno natural, estructuran tendencias de desarrollo en robótica como la construcción de robots con apariencia humana (androides), motivados por la búsqueda de la perfección que los científicos dicen haber encontrado en el cuerpo humano.

La movilidad como posibilidad de traslado a lo largo de un ambiente, ha traído consigo más que dificultades, nuevos retos de estudio que tienen en mira dotar a los robots con todos los elementos necesarios que los hagan capaces de enfrentarse de manera autónoma a las condiciones cambiantes del entorno. Con los estudios realizados, tanto los robots industriales como los de servicio han alcanzado una mayor autonomía para la ejecución de sus funciones. En el documental *Extreme Machines*⁹ investigadores pioneros en el tema, revelan como la movilidad representa una pauta significativa que abre nuevas posibilidades de desarrollo, en espacios no controlados como el industrial. Gill Pratt, ingeniero del Laboratorio de piernas del MIT, afirma que: *“La locomoción es muy importante, un robot que no pueda desplazarse a sí mismo es una cosa poco eficiente”* afirmación que coincide con el pensamiento del ingeniero y profesor Red Whittaker de la Universidad de Carnegie Mellon: *“sin movilidad un robot se encuentra limitado en su potencial, por tanto la movilidad es la capacidad esencial necesaria para alcanzar el éxito completo”*.

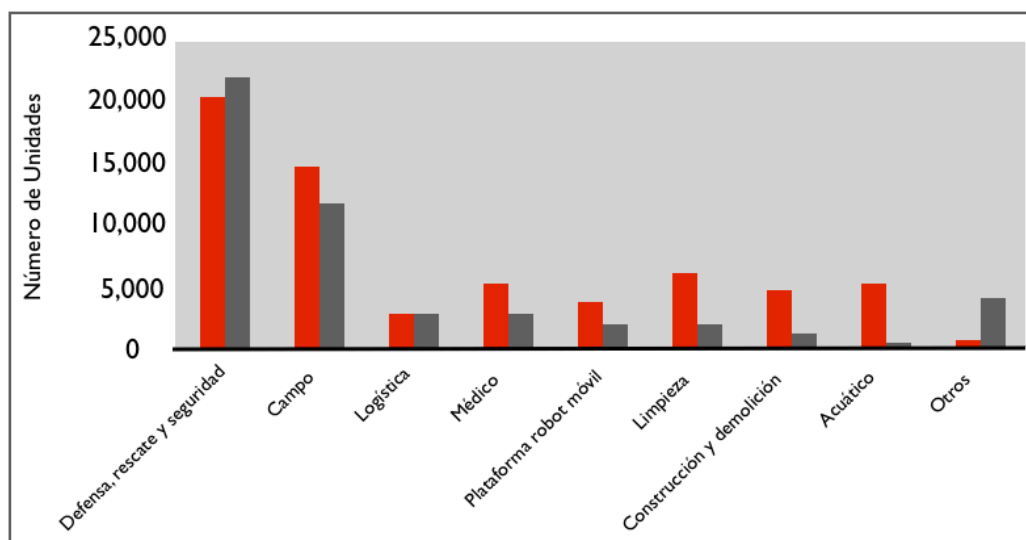
El primer robot implementado como robot de servicio, fue el Vehículo de Reconocimiento Remoto (VRR), desarrollado por el grupo de investigación de la Universidad Carnegie Mellon en Pittsburgh, Estados Unidos. Este robot teleoperado, dotado con un complejo sistema de cámaras, permitió asistir en 1979 el accidente radioactivo en la central nuclear Tree Mile Island, espacio donde la exploración humana significaba mucho peligro debido a los altos índices de radioactividad, oportunidad que permitió a esta categoría de robots, dejar de ser máquinas de laboratorio para intervenir en un entorno real.

⁹ **HISTORY CHANNEL.** 1998. *Extreme Machines, Incredible Robots* (DVD). Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=RViok-NYIew>. Consultado en: Noviembre de 2010.

Esta prueba ya superada hizo que fuera más evidente para los creadores ver las múltiples posibilidades de desarrollo que tenían en sus manos: los robots les permitirían llegar a lugares donde el hombre no podía, expandir sus conocimientos sobre lugares no explorados, liberar al ser humano de la ejecución de trabajos desgastantes, sucios y peligrosos que podían poner en riesgos su vida, entre otras motivaciones que estimulan a sus creadores a trabajar en el desarrollo de robots destinados a diferentes aplicaciones.

Los robots de servicio realizan operaciones varias en diversidad de sectores como el espacio, la construcción, la salud, la exploración (submarina, espacial, etc.), la limpieza, la agricultura, el militar, el doméstico, el laboral, el entretenimiento, entre otros, lo que representa en la actualidad más de 2 millones de robots.

A finales del año 2006 era significativa la diversidad de sectores económicos en que los robots de servicio eran implementados, la IFR en su primer informe World Robotics 2007¹⁰, identificó alrededor de 200 empresas dedicadas al desarrollo de robots de servicios, a partir de los cuales identificó las distintas aplicaciones existentes para su clasificación, de modo que se le facilitara ubicar posteriores desarrollos. El interés arrojó un número superior a 60 aplicaciones distintas, algunas con mayor recepción que otras, como se puede apreciar en la Gráfica 3.

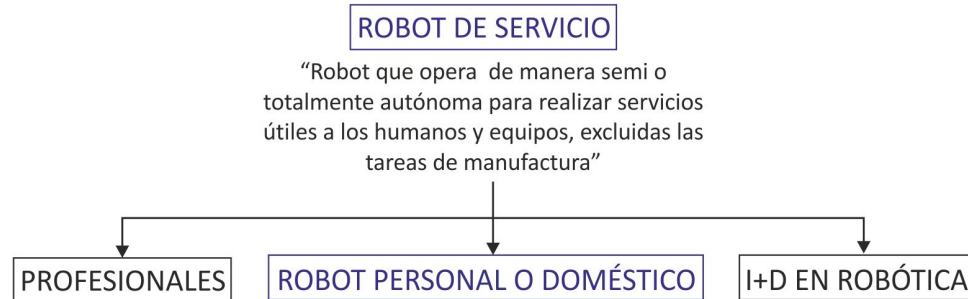


Gráfica 3. Robot de Servicio Profesional. Número de unidades instaladas en el 2008 y las proyecciones para el periodo 2009-2012.

Fuente: Departamento de Estadística de la IFR.

¹⁰ **WORLD ROBOTICS.** 2007. Executive Summary, 2007 World Robot Market (en línea). Internacional Federations of Robotics. Disponible en: http://www.worldrobotics.org/downloads/2007_Executive_Summary.pdf. Consultado en: Noviembre de 2010.

Más adelante la misma IFR propuso que estos robots ya identificados, junto con los nuevos desarrollos fueran clasificados en tres grandes grupos: Robots Personales o Domésticos, Robots de Servicio Profesionales, y en general aplicaciones de D+I en robótica, de acuerdo al tipo de aplicación (Mapa 6).



Mapa 6. Clasificación Propuesta por la Federación Internacional de Robótica.
Fuente: Fundamentos en Robótica.

Desde el año 2007, un grupo de investigación del ISO, trabaja en la revisión del ISO 8373 con el fin de incluir una definición que sea aceptada. En el momento existe una definición preliminar propuesta por la Federación Internacional de Robótica (IFR) que es el resultado de la adaptación de la propuesta por *Fraunhofer Institute for Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)* y que define un robot de servicio como “aquel que trabaja de manera parcial o totalmente automática desarrollando servicios útiles para el bienestar de los humanos y equipos. Pueden ser móviles y con capacidad de adaptación.”

6.1.2.2.1. Robot de Servicio Profesional

Los robots de servicio profesional, una de las tres clasificaciones de los robots de servicio establecida por la Federación de Robótica Internacional, incluye todas aquellas categorías de robots que asisten al hombre en labores que se ubican en diversidad de sectores económicos, en muchos de los que han demostrado ser más eficientes y productivos que la fuerza de trabajo humana.

Entre sus aplicaciones cabe mencionar la agricultura, la minería, el espacio, la limpieza de ciudades, la construcción, la demolición, la mensajería, la logística, la medicina, la defensa, el rescate, la seguridad, entre otros, propuestos por la IFR como parte de su clasificación.

6.1.2.2.2. Robot de Servicio Personal o Doméstico: Mayor Cercanía al Ser Humano

A inicios de 1980 Nolan Bushnell, creador de la compañía de videojuegos Atari y los primeros juegos de video, fundó Androbot Inc.¹¹, una compañía dedicada a colocar un robot inteligente en cada hogar;

¹¹ Androbot: Palabra que resulta de la combinación de androide y robot.

cuyo interés se fundamentaba en el siguiente deseo: “queríamos una criatura con cerebro computarizado que fuera bonita y divertida y que pudiera hacer cosas para uno.” Su modelo básico era conocido como TOPO (Imagen 13), robot diseñado para ser manipulado a control remoto desde un computador; podía ser programado para cantar, bailar y hacer chistes, pero no estaba ni en capacidad para realizar las actividades propias del hogar, ni para distinguir a su dueño.



Imagen 13. Nolan Bushnell y la Familia de Robot TOPO.

B.O.B., una siguiente creación de Androbot Inc. fué dotado con mayor inteligencia y autonomía, estaba altamente equipado con múltiples procesadores, sistema operativo y varios sensores de reconocimiento de imagen y voz, estaba en capacidad de hacer actividades básicas como traer una bebida o el periódico, actividades que lo convertían en una compañía más eficiente que la de un perro o gato, pero que pese a todo lo bueno, tenía limitaciones tecnológicas y un costo elevado que no lo hacían asequible.

La primera compañía que comenzó a tomarse en serio la investigación de humanoides fue Honda Motors. Diez años más tarde, Honda exhibió el bípedo P2, capaz de andar, subir escaleras y empujar un carrito, pero, con 182 centímetros de altura y 210 kilos de peso, no parecía muy práctico. Nueve meses después apareció P3, con dimensiones más reducidas. Pero el robot estrella de Honda no llegó hasta 2000. Se llama ASIMO, mide 120 centímetros y pesa 43 kilos. Sus creadores están convencidos de que ASIMO será el que haga realidad el lema de la empresa: “Un robot en cada hogar”. ASIMO, cuyas siglas se traducen al español como *Paso Avanzado en Movilidad Innovadora*, modelo sobre el que se ha trabajado en un permanente mejorar a partir del año 2000. Este modelo en su última versión lanzada en el año 2007, cuenta con capacidad para identificar y coger objetos, desplazarse (retroceder, avanzar, subir y bajar escaleras), entender y dar respuesta a órdenes orales e incluso reconocer las caras de algunas personas.

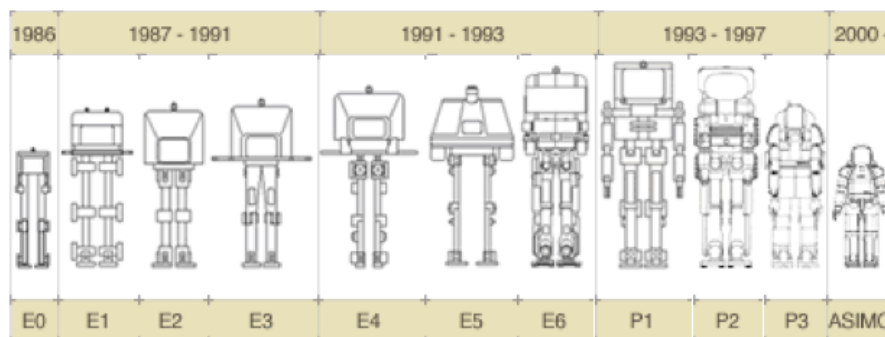


Imagen 14. Robots humanoides de Honda anteriores al desarrollo al ASIMO.
Tomada de página web oficial de HONDA.

Bill Gates, líder en la revolución de los sistemas de información, en una entrevista en el año 2007 reveló como desde su experiencia vivió el desarrollo de los computadores hace 30 años en la misma forma como percibía para la fecha los desarrollos en robótica, lo que lo motivó a afirmar que *“así como se llegó al desarrollo del computador personal, la robótica tendrá muy seguramente la misma tendencia.”*¹²

En la actualidad ya se habla de robot personal, el concepto fue introducido oficialmente como *“aquel robot destinado a ser usado por los humanos sin formación técnica específica, con el objeto de servirle como ayudante o colaborador en sus quehaceres o actividades diarias.”*¹³ Este robot a diferencia de los robots industriales o de servicio no requiere ser configurado o controlado por un especialista en el campo, le permite al individuo estar en capacidad de automatizar actividades repetitivas en su ambiente familiar o en el trabajo haciéndolas más productivas.

Hoy en día, la mayoría de las personas, no son conscientes de la cercanía e inclusive dependencia que tienen ante aplicaciones del campo de la robótica para el desarrollo de sus actividades diarias. En el ambiente del hogar, la mayoría de los electrodomésticos son elementos que en su estructura contienen aplicaciones automáticas, a veces llamadas inteligentes dotadas con sensores que les permiten identificar características de este y asumir de forma autónoma la toma de algunas decisiones. Por ejemplo, algunos equipos u otros elementos como impresoras avisan cuando les hace falta papel o tinta para seguir imprimiendo; la cafetera avisa cuando está listo el café y mantiene regulada su temperatura, las puertas se abren y cierran con el movimiento, las luces se encienden o se apagan, estos entre muchos otros ejemplos demuestran que la automatización ya está en la oficina e inclusive en el hogar.

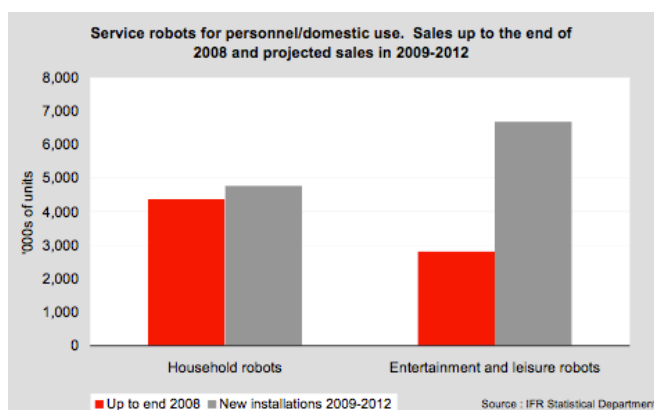
¹² **GATES, Bill.** 2007 Dawn of the Age of Robots: A Robot in Every Home. Estados Unidos. Scientific American Inc. Página 60.

¹³ **BARRIETOS, Antonio; PEÑIN, Luis Felipe; BALANGUER, Carlos; ARACIL, Rafael.** 2007. Fundamentos de Robótica, Segunda Edición. Madrid, España. McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U. Capítulo I, Página 20.

Pero todos estos son robots anclados, carecen de movilidad y por lo tanto se alejan del deseo que el hombre ha tenido desde la antigüedad. En la actualidad *“todos los indicadores confirman que nos encontramos en una revolución que nos llevará a un mercado de consumo, mediante la utilización en el hogar de nuevos robots, auténticos electrodomésticos móviles, que complementarán a los actuales estáticos.”*¹⁴

De acuerdo con el estudio anual de estadística en robótica, del año 2008¹⁵, realizado por la World Robotics, los robots industriales que hace 12 años o menos marcaban pautas de venta, en la actualidad no alcanzan a superar un millón de unidades vendidas, que sí son superadas por las unidades vendidas para el mismo año en robots de servicio: 49.000 de servicio profesional, 3,4 millones de servicio personal o doméstico y 2 millones para el entretenimiento personal.

Como se aprecia en la Gráfica 4 *“... se estima que en el periodo comprendido entre el año 2009 y 2012, las ventas alcancen a ser alrededor de 54.000 nuevos robots de servicio para uso profesional, y nada menos que 11,6 millones de robots para uso personal: unos 4,8 millones para uso doméstico y 6,8 millones para el entretenimiento personal.”*¹⁶



Gráfica 4. Robots Personales o Domésticos. Unidades vendidas a finales del año 2008 y proyecciones para el periodo 2009-2012. Tomada del reporte del Departamento de Estadística del año (I.F.R.), 2010.

¹⁴ **GRUPO DE ROBOTICA (GTRob).** 2009. Libro Blanco de la Robótica, de la Investigación al Desarrollo Tecnológico y Futuras Aplicaciones. Situación Actual y Tendencias para el Futuro. España. Comité Español de Automática (CEA). Página 17.

¹⁵ **WORLD ROBOTICS.** 2008. Executive Summary, 2007 World Robot Market (en línea). Internacional Federations of Robotics. Disponible en: http://www.worldrobotics.org/downloads/2008_Executive_Summary.pdf. Consultado en: Noviembre de 2010.

¹⁶ **WORLD ROBOTICS.** 2009. Executive Summary, 2008 World Robot Market (en línea). Internacional Federations of Robotics. Disponible en: http://www.worldrobotics.org/downloads/2009_Executive_Summary.pdf. Consultado en: Noviembre de 2010.

En la tabla a continuación, se distinguen las distintas sub-clasificaciones de los Robots de Servicio establecida por la Federación de Robótica Internacional.¹⁷

Robots Personales o Domésticos
Robots para tareas domésticas Aspiradoras Cortacésped Limpieza de fondos de piscina Limpieza de ventanas
Robots de Entretenimiento Juguetes Robotizados Entretenimiento Ocio Educación y entretenimiento Otros.
Asistenciales, ayuda a discapacitados Silla de ruedas robotizadas Otras funciones asistenciales Rehabilitación
Transporte Personal
Seguridad y Vigilancia de la Vivienda
Otros usos personales y domésticos

Mapa 7. Propuesta de Clasificación de los robots de Servicio Personal o doméstico.
Propuesta por la IFR.

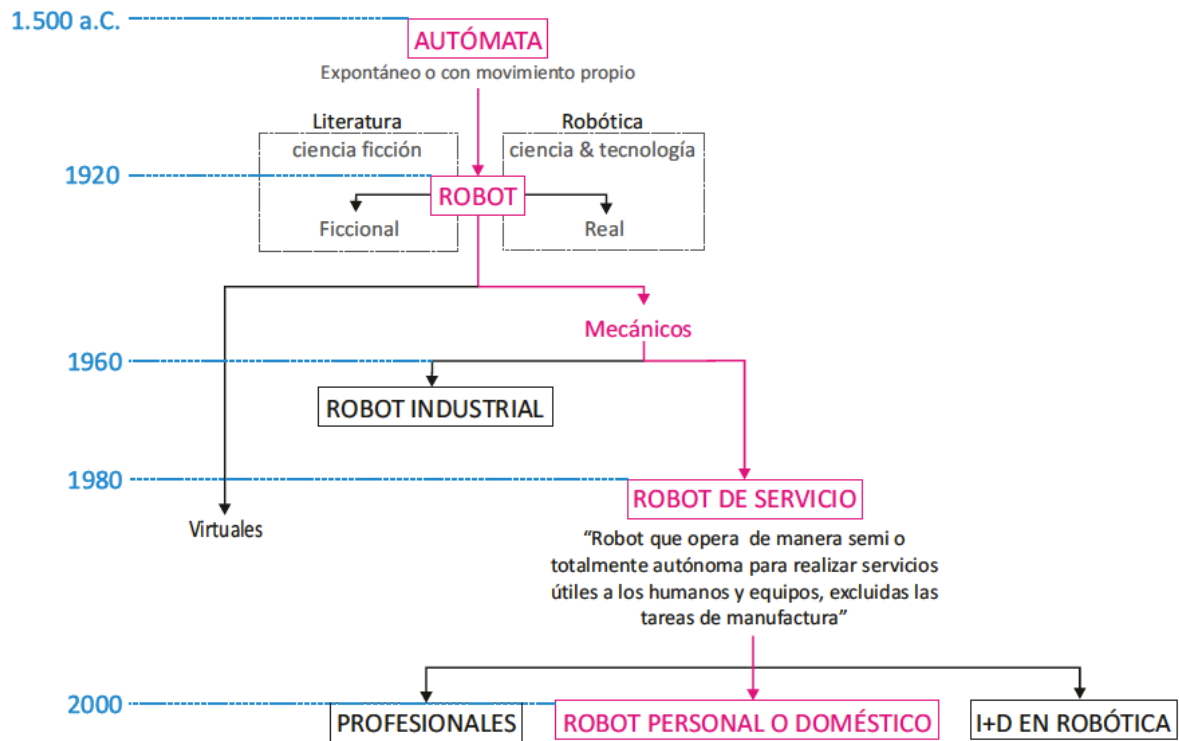
6.1.2.2.3. Investigación y Desarrollo en Robótica

También conocido como (I+D en Robótica), en esta categoría, la IFR sitúa los distintos aspectos en los que identifica que los grupos de trabajo y laboratorios de diferentes universidades y empresas alrededor del mundo, adelantan temas de investigación y desarrollo en lo referente a la percepción, la navegación, el control, la actuación, los nuevos materiales, la arquitectura de control, el entorno, la manipulación y el agarre entre otras temas, que sirven como soporte para otros futuros desarrollos o mejoras de los ya implementados.

¹⁷ **BARRIETOS, Antonio; PEÑIN, Luis Felipe; BALANGUER, Carlos; ARACIL, Rafael.** 2007. Fundamentos de Robótica, Segunda Edición. Madrid, España. McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U. Página 24

6.2. RESUMEN DE LA EVOLUCION CRONOLOGICA DEL ROBOT, DESDE EL AUTOMATA HASTA EL ROBOT PERSONAL O DOMESTICO

A continuación, el Mapa 8 sintetiza el proceso evolutivo del robot desde el desarrollo del autómata hasta los más recientes desarrollos como lo son la incorporación del robot de servicio de tipo personal o doméstico en el hogar, que es en el que se centra el proyecto.



Mapa 8. Resumen de la evolución cronológica del Robot, desde el autómata al desarrollo del Robot Personal o Doméstico.
Desarrollado por la autora.

6.3. DESARROLLO DEL PRODUCTO DESDE LA PERSPECTIVA DEL DISEÑO INDUSTRIAL

El concepto de robot dado en la sección Estructura General del Robot puede verse desde el punto de vista del desarrollo de producto y desde la perspectiva del diseño industrial en la siguiente afirmación: un robot es un producto, es el resultado tangible de una idea del hombre que ha sido desarrollada con el ánimo de dar satisfacción a un deseo o una necesidad personal o colectiva, y en el desarrollo de la cual intervienen diferentes conocimientos y disciplinas para hacerla materialmente posible. Dar una forma determinada y ciertos atributos a un objeto, es una actividad que ha realizado el hombre desde los orígenes de la humanidad y que se ha hecho visible en sus propias creaciones, con objetos que resultan ser extensiones del cuerpo y la mente del hombre.

Disciplinas del conocimiento como el Diseño Industrial, representan tener una participación significativa en el desarrollo de productos, ya que los límites que tiene con otras profesiones diferentes desde la parte técnica y humanística, le permiten apropiarse de diferentes temas, ampliar el conocimiento que lo rodea y proyectarse diversificando opciones de respuesta, para así proponer un producto final innovador.

El Diseño Industrial sintetiza conocimientos, métodos, técnicas y creatividad, y tiene como meta la concepción de objetos de producción industrial, atendiendo a sus funciones, sus cualidades estructurales, formales y estético-simbólicas, así como todos los valores y aspectos que hacen su producción, comercialización y utilización, teniendo al ser humano como su centro de estudio.

En la literatura existen diferentes posturas, maneras de ver y ejercer el diseño que se ven reflejadas en las diferentes definiciones tentativas que los mismos diseñadores han desarrollado desde el ejercicio de re-pensar su profesión, propuestas como la presentada por el Congreso Internacional de Sociedades de Diseño Industrial, definen: *“El diseño es el factor central de la humanización innovadora de tecnologías y el factor crucial del intercambio económico y cultural”*¹⁸, de la que se debe entender que el diseño es el estudio del ser humano para generar el bien del mismo en diferentes aspectos.

6.3.1. El Diseño y Ciclo de Vida del Robot

Recurrir a más de una disciplina de conocimiento en la búsqueda por abordar un problema para dar satisfacción a una necesidad, permite tener un panorama global e integral del mismo y por tanto llegar a una solución más certera como respuesta. Por ejemplo, el campo de la robótica, aunque se ha mantenido en los lineamientos de la ingeniería, se ha caracterizado a lo largo de la historia por incorporar nuevas áreas de conocimiento que le han permitido mantenerse en una constante evolución, hacia el desarrollo de ese ideal de robot personal o doméstico que desde los primeros desarrollos se tenía y que actualmente es cada vez más cercano a la realidad y más lejano de la ficción.

Pero, parece no haber claridad tanto para los científicos como para desarrolladores de robots, sobre los aspectos que deberían ser considerados al desarrollar un robot, preguntas frecuentes como *¿qué debe tener un robot?, ¿cómo debe ser construido? ¿bajo qué criterios debe desarrollarse?, ¿qué sucederá con estos desarrollos en el futuro?, ¿cuál será la relación de estos con los seres humanos?*, inundan el panorama y lo confirman. Estos y muchos otros más son los cuestionamientos que se han planteado diversos autores y científicos, y que han sido difundidos a través de medios como el cine, la historieta y la

¹⁸ Definition of Design. ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm> .Consultado en: Noviembre de 2011.

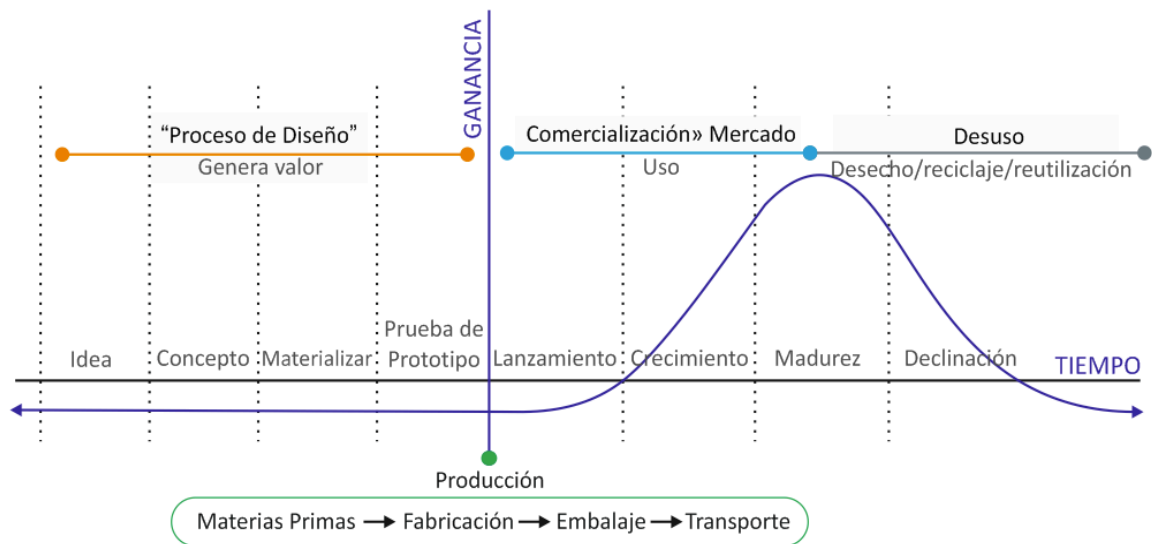
televisión, y que representan ser influyentes en la forma como se les percibe, se construyen e incorporan en el medio.

Científicos como Hans Moravec, profesor de la Universidad Carnegie Mellow concluyen acerca de la evolución de los robots con afirmaciones como *“...los robots están evolucionando 10 millones de veces más rápido de lo que nosotros lo hicimos, actualmente sus mentes son tan complejas como las de los insectos, pero ello es mucho respecto a hace 50 años. A mediados de este siglo probablemente tendremos máquinas que sean nuestros iguales, de hecho nuestros superiores en muchos sentidos”*. Incluso, algunos como es el caso de Bart Everett del Spawar Systems Centre plantean que *“...los robots acabaran dominando y llegaran a ser más inteligentes que los humanos, la cuestión es que ahora los robots más sofisticados que existen acatan ordenes de poca magnitud en términos de su capacidad.”* Otros, como el científico japonés, Kiowano Kitano, profesor de robótica en la Universidad de Osaka, argumenta que estos temores pueden hacerse realidad, para lo cual afirma que *“la robótica evoluciona con tal rapidez que debemos definir la relación entre humanos y robots, una relación incierta que genera desconfianza, hay que definir cuál es el papel del robot: amigo, enemigo, producto industrial o ¿qué? El diseño de un robot es crucial, será un factor, que defina si los aceptamos o no entre nosotros.”*

Independiente de estos conceptos, la robótica ha seguido su desarrollo histórico de una manera acelerada, y hoy son más los robots que tienen cabida en millones de hogares. El Diseño Industrial y otras disciplinas representan tener cada día una mayor participación en los desarrollos en robótica, buscando que sean más amigables con el usuario final, lo que hace que sea importante estudiar el ciclo de vida que estos desarrollos tienen.

En la Gráfica 5 se plantea el ciclo de vida que normalmente tiene el producto -en este caso el robot- desde el desarrollo de la idea hasta el desuso del mismo, pasando por cada una de las distintas etapas de él:

- El proceso de Diseño
- Producción
- Comercialización (uso)
- Desuso



Gráfica 5. Ciclo de Vida del Producto: Proceso de Diseño, Producción, Comercialización, Desuso.

Con la ilustración se hace más claro que, cuando se dice que la robótica se encarga del diseño, manufactura y aplicaciones de los robots, se encarga, en otras palabras, de concebir, producir e incorporar los robots en el entorno.

Concebir o diseñar un robot, corresponde a una primera etapa o Proceso de diseño, que sucede previa a la de Producción de un producto y es aquella en la cual el robot se asume inicialmente como una idea que se empieza a desarrollar; luego alrededor de un concepto se estructura y se pasa a construir un prototipo que será puesto a prueba, sobre el que se harán las observaciones, correcciones y modificaciones que sean consideradas pertinentes, para más adelante producirlo e introducirlo en un mercado, donde su permanencia se verá determinada por el éxito que alcance. Este dependerá del trabajo de planeación previo a introducirlo al mercado, con una visión global y con detalle de los aspectos básicos o indispensables que a manera de requerimientos y determinantes deben estar presentes en el producto para que garanticen su eficiencia, seguridad y el bienestar de quien los manipula a lo largo de su ciclo de vida.

El Diseñador Industrial por su formación como profesional, está en la capacidad de participar y aportar en las diferentes etapas del Ciclo de vida del producto. Su formación le brinda las herramientas para concebir, modificar, adaptar o proyectar productos innovadores mediante procesos industriales para la satisfacción de las necesidades humanas, básicas o superfluas. Está en capacidad para coordinar, integrar y articular los factores que de una u otra manera participan en el proceso constitutivo de la forma del producto, atendiendo a las funciones, cualidades estructurales, formales y estético-simbólicas, así como a los valores y aspectos de producción, comercialización y utilización de los objetos.

En etapas posteriores al Proceso de Diseño, el diseñador motivado por diversas razones puede, ya no participar desde la construcción de una idea inicial sino en procesos de re-diseño de un producto disponible comercialmente, que requiere que sus características sean mejoradas para garantizar la prolongación de su ciclo de vida. Para ello, el diseñador estudia el producto, su apariencia y la forma como el usuario interactúa con él y propone a partir de los resultados obtenidos, hacer modificaciones a los aspectos del producto que permitan mejorar su desempeño y garanticen el bienestar de quien lo usa.

Como se puede apreciar entre los desarrollos en robótica citados, pueden encontrarse ya sea en una fase de prototipo, como por ejemplo aquellos robots que hacen parte de estudios de laboratorio en universidades o empresas; o haber alcanzado un éxito contundente, pudiendo ser re-lanzados al mercado en varias versiones una cada vez mejor que la anterior; o finalmente otros pueden haber sido comercializados sin alcanzar mayor éxito y rápidamente entrar en desuso. Estos eventos permitirían ubicarlos en diferentes puntos de la Gráfica 5.

6.3.2. Diseño e Innovación

La innovación de un producto, como se define en el Manual de Oslo: “... se corresponde con la introducción de un bien o de servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se le destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.”¹⁹, en otras palabras, para que un producto sea catalogado como innovador puede utilizar nuevos conocimientos o tecnologías, o basarse en nuevas utilidades o combinaciones de conocimientos o tecnologías ya existentes y ante todo, para que un producto sea catalogado como innovador, debe haber sido introducido al mercado.

La innovación puede ser de dos tipos, **Innovación incremental** cuando hay proceso de mejoramiento continuo del producto, como por ejemplo la nueva versión del Lego Mindstorm NXT. 2.0 con mejoras sobre las características de la versión anterior; o AIBO (Imagen 15), la mascota robot con apariencia similar a la de un perro presentada por la SONY en su primera versión en el año 2009 y desde la fecha lanzado al mercado en nuevas versiones cada una más revolucionada que la anterior; e **Innovación radical** cuando hay un reemplazo de parte importante de lo existente del producto por algo nuevo, como por ejemplo llevar los robots del entorno del laboratorio a usarlos como herramienta en la enseñanza infantil.

¹⁹ OECD; EUROSTART. 2006. Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación (en línea). Tercera Edición, España. Grupo Tragsa. Capítulo 3: Definiciones Básicas. Páginas 55-59. Disponible en: http://www.conacyt.gob.sv/Indicadores%20Sector%20Academico/Manual_de_Oslo%2005.pdf. Consultado en: Abril de 2011.



Imagen 15. AIBO desarrollada por la compañía SONY en sus diferentes versiones.

Es importante tener en cuenta este aspecto de innovación en el desarrollo de robots para la construcción de una categorización que permita orientar la toma de decisiones a la hora de hacer un desarrollo o adquisición, ya que los desarrollos actuales son tan acelerados que hacen que la interacción con el hombre sea cada día más cercana y frecuente. Los desarrolladores deben tener una idea clara del producto final que pretenden obtener, y esta herramienta debiera permitir, el concebir en donde y hasta donde pueden llegar a ser útiles estos desarrollos.

6.3.3. Diseño y Equipo de Trabajo

Una única disciplina no es suficiente para dar cuenta de un problema, desarrollar un producto requiere la participación de un equipo de trabajo en el que sus integrantes interactúen entre sí y desde diferentes disciplinas, colaborándose estrecha e intensamente en la obtención de un resultado u objetivo común.

La multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria son los nombres que reciben las diferentes formas como se integran las disciplinas entre ellas para la obtención de ese objetivo o producto final. La interdisciplinaria definida como: *“conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada,”*²⁰ cruza los límites tradicionales entre disciplinas e involucra investigadores, estudiantes y maestros con el objetivo de vincular e integrar pensamientos, profesiones o tecnologías en la búsqueda de ese fin común. La mirada interdisciplinaria a diferencia de la multidisciplinaria resulta de articular todas estas perspectivas para lograr un objeto total que exprese de forma articulada todas las partes y no un resultado final en el que cada parte presente su individualidad.

²⁰ TAMAYO y TAMAYO, Mario. 2004. Diccionario de la investigación científica. 2ª Editorial Limusa, México. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Interdisciplinaria>. Consultado el Mayo 2 de 2011.

Complementarse entre disciplinas articulándose unas con otras, ha mostrado ser respuesta íntegra a las necesidades del ser humano y el contexto en el que se inscribe. El diseñador industrial en ejercicio trabaja como parte de un equipo en conjunto con otros profesionales, se vale de herramientas, métodos y metodologías de trabajo para sintetizar sus conocimientos, desarrollar conceptos y orientar su creatividad, para plantear propuestas en lo referente al desarrollo de nuevos o mejores productos.

Es importante para los equipos de trabajo que se constituyen para el desarrollo de robots, tener acceso a herramientas que les permitan orientar sus decisiones, poniendo sobre la mesa aspectos importantes sobre la interacción que va a tener el producto con el usuario final, con el fin de lograr la máxima utilidad y aceptación. Esto es lo que se conoce como ingeniería concurrente, paralela o simultánea, una filosofía orientada a hacer más eficiente la ingeniería, así como integrar sistemáticamente y en forma simultánea el diseño de productos y procesos.

7. IDENTIFICACION, RELACION Y ANALISIS DE LOS PRINCIPALES ATRIBUTOS DE LOS ROBOTS DE TIPO PERSONAL O DOMESTICO

A nivel mundial, muchas personas creen que en la actualidad los robots siguen siendo producto de la ciencia ficción. En los países más desarrollados y en otros con menor desarrollo, las personas comparten cada vez más con robots u otras “*máquinas inteligentes*” que se han convertido en elementos necesarios y casi indispensables en su forma de vida.

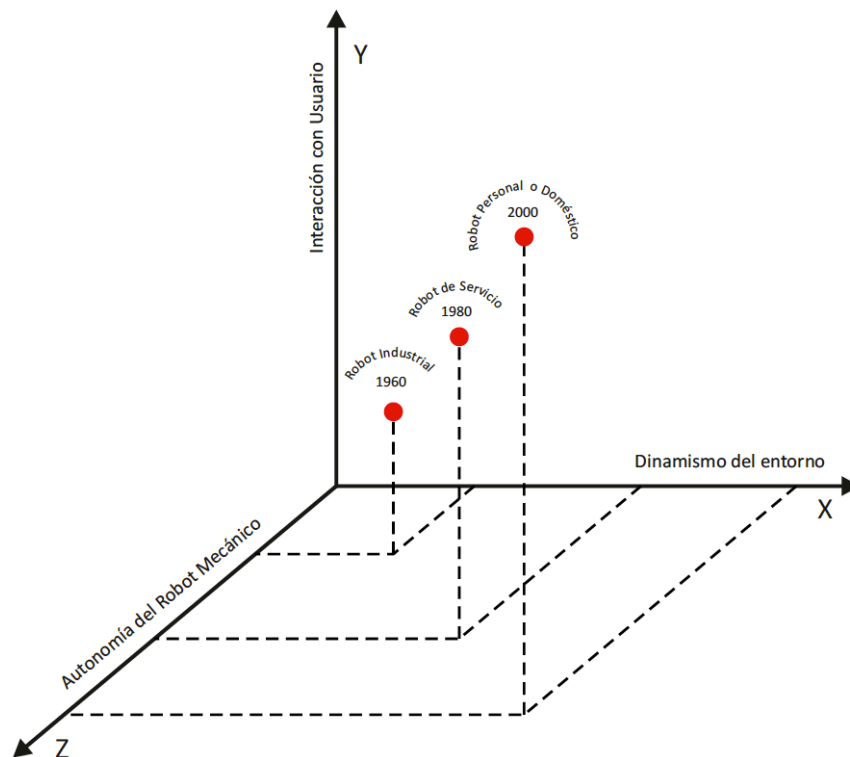
En el año 1998, el profesor de robótica Reid Simmons de la Universidad Carnegie Mellon afirmaba que: *“Los robots tradicionales pueden programarse para realizar una secuencia muy precisa de tareas, pero sólo en ambientes rígidamente estructurados, de modo que en la medida en que las máquinas sean más capaces, asuman y realicen un mayor número de actividades hasta ahora realizadas por los humanos, no tendrán la necesidad de la supervisión humana directa y podrán desempeñarse en ambientes variables. Dentro de 5 o 10 años habrá robots funcionando rutinariamente en ambientes humanos”*. Hoy en día, el ser humano sin ser consciente ha incorporado en entornos como el colegio, la universidad, las oficinas, los hospitales e inclusive en su hogar un sinnúmero de robots que día a día le asisten en sus tareas, y le facilitan sus quehaceres. Electrodomésticos, impresoras, celulares, entre otras “*máquinas inteligentes*” de uso diario atienden de forma cada vez más autónoma y eficiente la ejecución de diversas tareas, la mayoría de ellos son desarrollos que en apariencia difieren de la imagen de robot construida desde el campo de la ciencia ficción y que se ha fijado en la mente de las personas a través de los diferentes comerciales de televisión, series y películas.

Los progresivos avances hacia el desarrollo del robot personal no se han dado de forma exclusiva en el campo de la robótica, la participación de otras diferentes áreas del conocimiento, entre las que se destacan el desarrollo de nuevos y mejores materiales y sus procesos para su transformación, han sido el aporte que ha permitido que sea posible desarrollar partes del robot que antes no eran materialmente posibles construir y que hoy en día los hace más eficientes. Nuevas y mejores capacidades mecánicas y electrónicas entre las que se incluyen aspectos de: fuerza, resistencia, memoria, velocidad de procesamiento, entre otros, así como variedad en acabados exteriores, son el resultante del aporte de nuevas disciplinas.

Disciplinas como la cibernética y la inteligencia artificial que evolucionan al ritmo que lo hacen los circuitos electrónicos y los ordenadores y permiten la construcción de máquinas reales, más cercanas a lo planteado desde la ciencia ficción. Construir al robot con capacidad para movilizarse, no sólo ha consistido en dotar al robot de un sistema de ruedas o patas que le permitan hacerlo, ha traído consigo otros nuevos aspectos a considerar; entre ellos la necesidad de que el robot esté en capacidad de ubicarse espacialmente y así mismo sea capaz de tomar una decisión en función de su desplazamiento y accionarla.

En la medida en que el robot se acerca cada vez más al ser humano, se hace necesaria la participación de las diferentes disciplinas para que trabajen de forma mancomunada en la creación de robots que puedan ser utilizados en aplicaciones diversas para el beneficio humano. El desarrollo de la robótica, tiene que ser mirado desde el desarrollo del ser humano, los robots deben ser pensados como facilitadores de las tareas del hombre, desarrollados a partir de una necesidad y dotados con los atributos necesarios para cumplirla y no pensados como sus iguales, sustitutos o superiores.

Como resultado del proceso de investigación sobre el campo de la robótica y su tendencia actual de desarrollo, se encontró que al ubicar los tres más significativos momentos de desarrollo de los robots mecánicos, *Robot Industrial*, *Robot de Servicio* y *Robot Personal o Doméstico*, en una línea de tiempo, se podría observar su proceso evolutivo. Lo anterior se aprecia en la Gráfica 6 en donde, dentro de un plano cartesiano, se ilustra el desarrollo evolutivo del robot mecánico y cómo al acercarse cada vez más al ser humano, pasando de un ambiente industrial con condiciones controladas a un ambiente doméstico con condiciones variables, se ha visto necesario dotar al robot con una mayor autonomía e inteligencia que le permitan interactuar más fácilmente con este.



Gráfica 6. Tendencia evolutiva del Robot Mecánico, construida desde los aspectos de autonomía, interacción y entorno.
Desarrollado por la autora.

- **Entorno (Eje X):** En este eje se evalúan las condiciones mutables o variables del entorno y que determinan su dinamismo, mayor en la medida en que se aleja del punto del origen. A grandes rasgos se puede generalizar que los robots Industriales se ubican en un entorno controlado y con condiciones delimitadas, mientras que los Robots Personales o Domésticos se acercan a un ambiente condiciones variables y en el que interactúan con personas.
- **Autonomía del Robot (Eje Z):** En este eje se evalúa el nivel de autonomía que tiene el robot, mayor en la medida que se aleja del punto de origen. Acercarse a entornos humanos, hace que sea necesario dotarlo con otras características diferentes a los de los robots industriales que le permitan percibir su entorno, desplazarse, entre otras características que los hacen más autónomos e inteligentes.
- **Interacción del robot con el usuario. (Eje Y):** En este eje se evalúa el nivel o la interacción del robot con el usuario, más estrecho y por tanto más cercano en la medida en que se aleja del punto de origen. La evolución cronológica del Robot Industrial hacia el desarrollo del Robot Personal demuestra el incremento en la interacción con el ser humano: un robot con mayor autonomía y en capacidad para moverse en nuevos ambientes cada vez más dinámicos que los industriales, hace más estrecha la interacción robot-usuario.

Con lo que se identificó que sería pertinente estudiarlos desde los aspectos de autonomía del robot, dinamismo del entorno en el que se le ubica e interacción con el usuario, aspectos relacionados en la gráfica y más adelante desarrollados uno a uno.

7.1. ENTORNO DEL ROBOT

El entorno del robot entendido como *“aquello que rodea a algo o a alguien”*, es aquel espacio o ambiente en el que se ubica y desenvuelve. Se caracteriza por estar constituido por una serie de elementos que son determinantes en la forma como se desempeñará, limitantes o facilitadores para su adecuado funcionamiento y movilidad.

Tener en consideración las características del entorno en el que se va a incorporar un robot es de vital importancia a la hora de diseñarlo, ya que hay características del entorno que pueden simplificarlo o hacerlo más complejo. Por ejemplo, un robot de servicio para la limpieza en un espacio público como un hotel podría trabajar en la noche, evitando así tener que interactuar en el día con las personas, lo que haría más fácil su desarrollo y más eficiente la labor asignada.

El entorno, en términos generales puede ser dividido de acuerdo con sus características en:

- Entorno controlado.

- Entorno dinámico
- Entorno simulado.
- Entorno extremo.
- Entorno virtual.

7.1.1. Entorno Controlado

Un entorno controlado es aquel entorno creado artificialmente y en el que se busca mantener reguladas tanto las condiciones físicas normalmente variables del entorno natural, temperatura, iluminación, sonido, olores y aromas, ventilación, humedad, presión atmosférica, así como también la forma como interactúa el robot con otros elementos del entorno. Los robots industriales son instalados en ambientes controlados, máquinas ancladas o de brazos fijos que no requieren desplazarse y por tanto no necesitan que se les dote con otras posibilidades más allá de las de manufactura, las cuales requieren que las acciones sean realizadas rápida y constantemente, sin presentar variaciones. (Imagen 16)



Imagen 16. Fotografía de una empresa ensambladora de automóviles en Alemania.

7.1.2. Entorno Dinámico

Un entorno dinámico, es aquel en el que se pueden observar cambios constantes y/o no esperados en sus características, originados por fenómenos naturales y/o como resultado de la interacción cooperativa o adversaria con los seres humanos, con otros robots, máquinas, objetos o vehículos en movimiento, que le exigen al robot un cambio dinámico de atención.

La posibilidad de movilizarse, característica de los robots de servicio y de los robots personales o domésticos, les ha abierto el camino a este tipo de robots para que puedan desenvolverse en

ambientes dinámicos, que pueden ser *parcialmente observables*²¹ o *presentar incertidumbres*²², ya que los elementos que se encuentran dispuestos en el entorno pueden presentar características variables o desplazarse.



Imagen 17. Fotografía de TICO en el colegio.

Robots como TICO, desarrollado por la empresa Adele Robots, se desenvuelve en ambientes dinámicos, como salones de clases (Imagen 17) y supermercados. El robot debe desplazarse en un salón de clase esquivando obstáculos y atendiendo a las preguntas de los estudiantes. Actualmente proyectos como AulasTIC²³ estudian cómo se desenvuelve este robot en el aula de clases y buscan que más adelante sea implementado como una herramienta educativa.

7.1.3. Entorno Simulado

Un entorno simulado, es aquel ambiente que se ha construido artificialmente con el objetivo de generarle nuevos retos al robot, puede contener condiciones que lo hacen extremo. Como ejemplo cabe citar los ambientes de combate que recrea la RobotWars en Inglaterra (Imagen 18).

²¹ **Parcialmente observable:** El estado del ambiente no es en un 100% medible, existen obstáculos o límites que le impiden al robot realizar a totalidad el sentido.

²² **Con incertidumbre:** Alteraciones en el ambiente, como superficies transparentes que hacen que las lecturas de los sensores no sean confiables y por tanto los actuadores no posean garantía frente a sus acciones.

²³ **AULASTIC.** 2010-2011. Proyecto Educativo. (en línea). Adele Robots. Disponible en: http://www.aulastic.com/?page_id=185. Consultado en: Octubre de 2011.



Imagen 18. Ambiente de Combate Robot Wars, Inglaterra.

7.1.4. Entorno Extremo

Un entorno extremo, es aquel ambiente dinámico que es hostil y no apto para la vida de las personas, ya que las condiciones o características son extremas, como la exploración submarina, la espacial, entre otras. Como ejemplo, se puede ilustrar el robot teleoperado “Dante II” (Imagen 19) desarrollado en 1993 por la NASA y la Universidad Carnegie Mellon, robot utilizado para la exploración de volcanes. El robot tiene capacidad para tomar imágenes, sensar la temperatura, detectar gases, etc., en lugares inaccesibles para los seres humanos, debido a las altas temperaturas y a los gases tóxicos que pueden presentarse.



Imagen 19. Dante II en el interior de un volcán en Alaska.

7.1.5. Entorno Virtual

Un entorno virtual, es aquel que ha sido construido a partir de herramientas de software, como la desarrollada por la Federation of International Robot-Soccer Association (FIRA) (Imagen 20) que permite visualizar acciones de movimiento entre robots jugadores de fútbol en el campo de juego, previo a construirlos para jugar en un entorno real, esta plataforma permite ensayar dinámicas entre un grupo de robots virtuales. Existen otras herramientas menos especializadas y que permiten observar el ambiente en 3D.

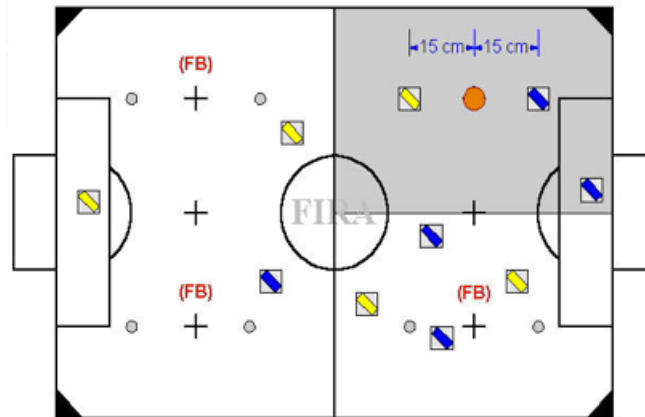


Imagen 20. Plataforma de software para programación de robots futbolistas.

7.2. AUTONOMIA DEL ROBOT

Isaac Asimov, fue uno de los pioneros pensadores en explorar las consecuencias e implicaciones de presentar robots como criaturas autónomas e inteligentes iguales, o superiores en inteligencia y capacidades a sus propietarios humanos. Escribió novelas en las que analizaba los problemas en caso de que los robots poblasen la tierra, para lo cual escribió las leyes que trataban la interacción robot-humano (ver en página 15), destinadas a tranquilizar al género humano en cuanto al hecho de que los robots nunca iban a representar ser amenaza y que además dependían de los humanos. *“Estas leyes constituyen un instrumento para examinar el modo en que robots y humanos deberían interactuar”*²⁴ y son incluso hoy en día, según afirman algunos diseñadores de robots, la guía de sus creaciones.

Pero aunque Asimov se adelantó a su época en el empeño por prever el futuro, no llegó a plantear situaciones en las que los robots y los humanos trabajaran juntos formando un equipo, tendencia actual de desarrollo en el campo que se conoce como robótica cooperativa, y el comportamiento

²⁴ **CARROLL, Chris.** 2011. Nosotros y Ellos. Humanos 2.0 la Nueva Generación de Robots. National Geographic en Español 29(2). Páginas 2-21.

cooperativo robot-humano, requiere de un conjunto de supuestos diferentes a los establecidos por Isaac Asimov.

Los robots diseñados bajo esta tendencia requieren ser desarrollados cumpliendo reglas que prevean la máxima comunicación sobre las intenciones, estado actual y el progreso, así como también equiparlos con elementos de seguridad, sensores y mecanismos que le permitan detectar al ser humano y tomar medidas preventivas que detengan su funcionamiento para evitar causarle daño y capacidades para obedecer órdenes y proteger su propia existencia.

La autonomía del robot se la puede asociar con la generación o momento tecnológico en el que el robot ha sido desarrollado y así mismo clasificado. Autonomía viene del griego “*autónomos*” que quiere decir: “*capacidad de darse normas a uno mismo*”, que es en otras palabras la capacidad que tiene el robot de tomar decisiones sin intervención ajena por parte de un operador humano.

A lo largo de la historia de la robótica, autores como el ingeniero estadounidense T.M. Knasel han propuesto formas de clasificar los robots por generaciones. Estas, según lo describe el Libro Fundamentos de Robótica resultan ser una forma subjetiva pero ilustrativa de clasificarlos, hacen referencia a los momentos tecnológicos en los que el robot ha sido desarrollado y están delimitadas entre ellas por hitos que suponen ser un avance significativo en las capacidades del robot, que permiten tener una idea de que tan avanzado es un robot, lo que también puede asociarse con el nivel de inteligencia del mismo.

La clasificación de los robots por generaciones ha sido abordada por diferentes autores, de modo que en la literatura se las puede encontrar divididas en 3, 4 o 5, algunas de ellas más detalladas que otras. La clasificación que parece ser la más completa de todas, o por lo menos la más conocida, ya que se cita en varios de los documentos que tratan el tema, fue la propuesta en 1986 por T. M. Knasel y es:

- **Primera Generación:** Manipuladores. Repiten una tarea secuencialmente sin tener en cuenta las posibles alteraciones de su entorno.
- **Segunda Generación:** Robots de aprendizaje. Repiten una secuencia de movimientos que han sido ejecutados previamente por un operador humano.
- **Tercera Generación:** Robots con control sensorizado. Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar y detectar esfuerzos, y adaptar movimientos en consecuencia.
- **Cuarta Generación:** Robots inteligentes. Su programación se realiza mediante el empleo del lenguaje natural. Poseen capacidad para la programación automática de tareas.

“La ciencia avanza a pasos agigantados y la robótica no es la excepción”. Empresas japonesas como Kokoro, desarrollan una nueva generación de robots diseñados no para funcionar como máquinas

industriales programadas, sino como agentes cada vez más autónomos, capaces de realizar funciones que antes eran únicamente realizadas por los humanos. Robots androides como Actroid-DER nombre que resulta de la fusión entre las palabras actriz y robot es también conocido como Yume (que quiere decir “sueño japonés”), creado en junio de 2005, y los contruidos por el científico japonés Hiroshi Ishiguro y presentados en la feria “Robot in Motion” de Hong Kong que se llevó a cabo a finales de marzo de 2012 forman parte de esta nueva generación de robots personales o domésticos que se han convertido en un desafío para sus creadores. Robots cada vez más fieles a la anatomía humana y con una apariencia cada vez más realista: piel de látex, pelo natural, ojos que brillan y asombrosas funciones automáticas que borran la frontera con la ciencia ficción. Estos robots gesticulan al hablar con los humanos y pueden dominar hasta 4 idiomas: japonés, chino, inglés y coreano.



Imagen 21. Geminoid F, una fotogénica modelo que cuenta con 65 expresiones faciales diferentes. Creación de Hiroshi Ishiguro.

Estas generaciones, aunque permiten visualizar que verdaderamente existe un mayor grado de autonomía en los robots que hacen parte de las últimas generaciones, comparado con los de las primeras, no quiere decir que actualmente sólo se estén desarrollando robots inteligentes. Existen otras características, que aunque no son ajenas al momento tecnológico en el robot ha sido desarrollado, permiten identificar aspectos que articulados entre sí, determinan la autonomía del robot. Aspectos entre los que se deben destacar la movilidad, la percepción, el nivel de inteligencia y el lenguaje de programación del robot.

7.2.1. Movilidad del Robot

Es la capacidad que tiene el robot para desplazarse de un punto a otro y a lo largo de un ambiente y está determinada por el sistema de locomoción que se le incorpore, tales como ruedas, patas, orugas o una mezcla de los anteriores bajo diferentes configuraciones.

La movilidad, como posibilidad de traslado a lo largo de un ambiente, ha traído consigo más que dificultades, nuevos retos de estudio que tienen en mira dotar al robot con todos los elementos necesarios para ser capaces de enfrentarse de manera autónoma al ambiente. Esta posibilidad le ha permitido tanto a los robots industriales como a los de servicio disponer de una mayor autonomía para la ejecución de sus funciones.

En el documental de History Channel titulado *Extreme Machines*, investigadores pioneros en el tema, revelan como la posibilidad que tiene un robot para desplazarse representa ser una pauta significativa que abre nuevas posibilidades de desarrollo, en espacios no controlados. Los ingenieros Gill Pratt del Laboratorio de piernas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y Red Whittaker de la Universidad de Carnegie Mellow afirman que: *“la locomoción es muy importante, un robot que no pueda desplazarse a sí mismo es una cosa poco eficiente. Sin movilidad un robot se encuentra limitado en su potencial, por tanto la movilidad es la capacidad esencial necesaria para alcanzar el éxito completo”*

Dotar al robot con la posibilidad de movilizarse de manera eficiente en el entorno humano ha sido y sigue siendo un reto para muchos investigadores que han encontrado al fijarse en la naturaleza la respuesta a muchas de sus preguntas y la motivación a experimentar con novedosas formas de desplazamiento. Los organismos vivos nadan, vuelan, caminan, se arrastran, etc.

Los ingenieros han pensado en un sinnúmero de medios de locomoción, que les permita a sus creaciones desplazarse en el entorno construido por los seres humanos. Como parte de sus investigaciones los ingenieros encontraron que el método más sencillo de desplazamiento son las ruedas, pero pueden ser bastante ineficientes cuando el terreno tiene escaleras, incluso si se trata de ruedas orugas. Pensar en construir un robot con 2 piernas, al igual que el ser humano les puede dar ventajas para su desplazamiento, les permite rodear obstáculos o superarlos, subir o bajar escaleras, representa soluciones de costo y tamaño, pero negativamente los hace más inestables, lo que los lleva a estudiar nuevos mecanismos para mantener el equilibrio del robot en el momento en que esté apoyando su peso en una sola de sus piernas, los lleva al estudio del equilibrio dinámico del robot.

El equilibrio activo o dinámico fue desarrollado por Mark R., fundador del laboratorio de piernas del MIT, quién en la década de 1980 comenzó a trabajar en el desarrollo de robots de una sola pierna capaces de mantener su equilibrio saltando en lugar de caminar; con lo que descubrió que no era tan difícil de mantenerlo, si implementaba en el robot una serie de sensores que le permitieran medir sus movimientos y un cerebro capaz de usar esta información para calcular donde debía moverse y así mantener el equilibrio. Más adelante Gill Pratt, actual director del laboratorio, desarrolló a Spring Flamingo, un robot que no necesitaba saltar; los sensores que tenía en su tobillo le indicaban como angular los pies para mantener el equilibrio.

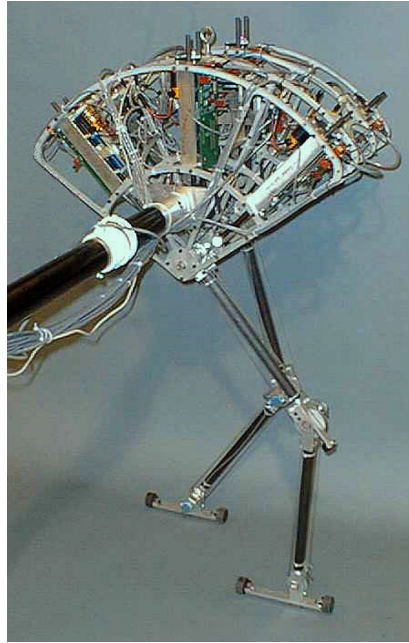


Imagen 22. Spring Flamingo, desarrollado por Grill Pratt en Laboratorio de Piernas del MIT.

7.2.2. Percepción del Robot

Es la capacidad del robot para percibir a través de los sensores, las condiciones del entorno que lo rodea, poder ubicarse espacialmente, localizar y esquivar objetos.

La capacidad de un robot para realizar tareas complejas, movilizarse, adaptarse a posibles variaciones de su entorno y afrontar situaciones imprevistas, viene condicionada en gran medida por el sistema de percepción de que esté dotado. En efecto, el sistema de percepción es el que le proporciona al robot la posibilidad de obtener e interpretar la información de su entorno y actuar frente a las condiciones cambiantes del mismo. *"Las máquinas más antiguas y, en particular, las tentativas más antiguas para fabricar autómatas, operaban sobre la base de un mecanismo de relojería cerrado, pero las máquinas automáticas modernas están dotadas de órganos sensoriales, es decir, de receptores para los mensajes que provienen del exterior."* (WIENER, Norbert)

Un robot sin percepción puede operar únicamente en contextos restringidos especialmente preparados para él, en los que por medios manuales o maquinaria específica se ha realizado un proceso previo de ordenación, como ocurre con muchos de los robots industriales. Pero en la medida en que aumentan las exigencias de flexibilidad de los procesos productivos, y las tareas y situaciones en ellos involucradas se hacen más complejas, las necesidades de disponer de robots dotados de percepción se hacen más relevantes.

Por este motivo, es enorme el esfuerzo que actualmente se está realizando tanto en centros de investigación como en ámbitos industriales con la finalidad de crear sistemas de percepción capaces de dotar al robot de una eficaz comunicación con su entorno, satisfaciendo al propio tiempo los requisitos que el medio doméstico, más dinámico y cambiante que el industrial, le impone.

A simple vista la percepción mediante técnicas computacionales o percepción artificial puede parecer sencilla, pero no es así, no basta con disponer los sensores adecuados para captar la información ambiental, se requiere el aporte de diferentes campos del conocimiento y en su forma general se exige la utilización de herramientas tecnológicas, muchas aún en desarrollo.

El proceso de percepción se da en tres fases:

- Adquisición de la información del ambiente. Se da a través de sensores de igual o distinta naturaleza que conjuntamente permitan captar la información necesaria y con la que se permitirá elaborar la primera información.
- Tratamiento de la información recopilada. Busca abarcar aspectos diversos como la corrección de distorsiones, eliminación de ruido, reducción del volumen, segmentación e identificación de insuficiencias.
- Interpretación de la información. Corresponde a la parte sustancial de la percepción, la cual puede en algunos casos exigir el retroceso a fases anteriores para adquirir nueva información más detallada o para aplicar otros métodos de tratamiento que no habían sido considerados como necesarios anteriormente. Esta fase es la más compleja de todas, ya que además requiere la cooperación de otras fuentes de información como pueden ser la experiencia, el contexto y los objetivos perseguidos, que son la causa de que la mayoría de los sistemas de percepción artificial desarrollados hasta la fecha tengan un área de aplicación aún restringida.

Los sensores utilizados en los sistemas de percepción pueden ser clasificados en dos grandes grupos: sensores de contacto y sensores a distancia o visión, que permiten identificar los elementos que se encuentran en su entorno más próximo. Otros sensores internos incorporados en el robot le permiten a este tener conocimiento acerca de su estado interno, lo que incluye conocer su posición, el nivel de la batería, la temperatura, entre otros aspectos que pueden afectar su funcionamiento.

7.2.3. Nivel de Inteligencia del Robot

Es la capacidad del robot para tomar decisiones, determinada por la forma como opera. Estas, se encuentran determinadas por la generación a la que pertenece el robot y pueden ser:

- **Robot Teleoperado:** Robot controlado por un usuario a distancia y desde una estación remota. Existen muchas circunstancias en las cuales no es conveniente emplear personas para la realización de algunas labores debido al alto riesgo que ello significa; por esta razón se han desarrollado diversas herramientas o equipos móviles teleoperados, también conocidos como robots, que permiten reemplazar al hombre al realizar estas operaciones a distancia.

Los robots teleoperados son aquellos controlados por un usuario a distancia desde una estación remota. Dada su gran utilidad, se han empleado en diversos campos. Este tipo de manejo supone una ventaja desde el punto de vista de la protección y seguridad del usuario, ya que en caso de realizar trabajos en ambientes inseguros o inestables o con sustancias potencialmente peligrosas, como químicos o explosivos, no se arriesga su integridad física.

- **Robot de Aprendizaje:** Robot que es capaz de repetir una secuencia de movimientos previamente ejecutados por un operador humano.

La línea de robots geminoides desarrollados por el profesor Hiroshi Ishiguro y su equipo de trabajo en la Universidad de Osaka en Japón, representan ser un buen ejemplo de este tipo de robots. El ingeniero ha demostrado su capacidad para desarrollar e implementar robots que en apariencia y comportamiento se asemejen a los seres humanos. Para el caso del robot Geminoid HI-2, que es su propia réplica, ha demostrado la posibilidad de estar presente en dos lugares al mismo tiempo. (Imagen 23)



Imagen 23. Fotografía de las creaciones del Profesor Ishiguro.
De izquierda a derecha: Geminoid F Geminoid HI-2 y Geminoid DK.

- **Robot de Enseñanza y Repetición:** También conocido como guiado. Robot que dispone de una limitada percepción del entorno, es preciso y relativamente rápido, se limita a repetir una

secuencia de movimientos previamente ejecutados por un operador humano a través de un controlador manual, pulsador o botonera.

Los robots de funcionamiento guiado son la mayor parte de los que se emplean en las cadenas de producción industrial, aunque también se les ha implementado en otros sectores como por ejemplo en la excavación. La implementación de estos robots permite liberar al hombre de la ejecución de trabajos repetitivos, penosos e incluso peligrosos para su salud.

- **Robot Autónomo o Inteligente:** Robot capaz de percibir y modelar su entorno, planificar, actuar y alcanzar sus objetivos previamente programados, sin una intervención significativa por parte de un supervisor humano en tiempo real. (OLLERO B, A.) Por lo regular este tipo de robots está equipado con un buen sistema de sensores y actuadores que interpretan los estímulos de su entorno y reaccionan ante ellos.

7.2.4. Lenguaje de Programación: Es el lenguaje artificial o código con el que se programa una máquina, o un robot en este caso y a través del cual su creador o usuario pueden participar del control de su comportamiento físico y lógico: movimientos y toma de decisiones.

El lenguaje de programación permite especificar de manera precisa sobre qué datos debe operar el robot, cómo estos datos deben ser almacenados o transmitidos y qué acciones debe tomar bajo una variada gama de circunstancias. Todo esto, a través de un lenguaje que intenta estar relativamente próximo al lenguaje humano o natural, tal como sucede con el léxico.

Los lenguajes de programación pueden clasificarse atendiendo a varios criterios, entre los que sobresale el nivel de abstracción del lenguaje en bajo, medio, alto y muy alto nivel.

Los lenguajes de bajo y alto nivel, son lenguajes de máquinas y por lo tanto se requiere de conocimientos específicos de programación y del lenguaje concreto (vocabulario, gramática y sintaxis) para realizar las secuencias de instrucciones lógicas. Mientras que los lenguajes de muy alto nivel en lugar de estar orientados a su ejecución en las máquinas, fueron creados buscando que el usuario común estuviera en capacidad de solucionar de manera más fácil y rápida ciertos problemas sencillos de procesamiento de datos.

Todos estos aspectos, se estructuran unos con otros y son los que determinan finalmente las capacidades del robot para situarse y desenvolverse en un entorno e interactuar con los elementos que en él se encuentran. Aunque existen muchos otros aspectos a través de los cuales se puede apreciar el nivel de autonomía del robot, son estos los que lo determinan de forma general.

7.3. EL FACTOR HUMANO EN EL DESARROLLO DE LOS ROBOTS: LA INTERACCION

"Nos encontramos en un medio de gran cambio en la manera de relacionarnos con la tecnología. Hasta hace poco, las personas estábamos al mando, encendíamos y apagábamos la tecnología, le decíamos que operación debía llevar a cabo y la guiábamos en su actuación. Pero a medida que la tecnología se ha ido haciendo más potente y más compleja, se ha ido reduciendo nuestra capacidad para entender cómo funciona, para predecir sus acciones (...)"²⁵. Actualmente se están desarrollando nuevas generaciones de robots cada vez más inteligentes y autónomos que las generaciones anteriores e inclusive muchísimo más que sus precursores, los autómatas, pero estos desarrollos no son inteligentes por si solos, su inteligencia proviene de los diseñadores, que son quienes se sientan en sus oficinas y tratan de imaginar cada una de las dificultades que pudieran darse en la interacción entre los robots y sus usuarios para encontrarles soluciones.

Los robots y en general el desarrollo de las nuevas tecnologías, deben ser pensadas y desarrolladas desde la forma como se comportan las personas y no como nos gustaría que se comportaran los robots, desarrollos enfocados desde el factor humano: *"...campo de conocimiento multidisciplinar en el que intervienen conocimientos de ciencias y disciplinas diversas como la fisiología, la antropometría, la psicología, la biomecánica y la ergonomía, que tienen como centro el estudio de ser humano, sus características, necesidades, capacidades y habilidades particulares"*²⁶

Estas ciencias hacen parte del campo multidisciplinar del factor humano y debieran tenerse en consideración a la hora de desarrollar un robot ya que pueden mejorar la forma en que estos interactúan con los usuarios humanos:

- **Antropometría:** *"(...) ciencia que abarca el estudio de las medidas de las dimensiones del cuerpo humano, siendo además, objeto de la misma, los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones y su tratamiento estadístico."*²⁷ La aplicación de la antropometría al diseño del robot se convierte en una herramienta básica para la adaptación de las dimensiones de este al usuario. Hacer un robot que sea acorde a las dimensiones corporales de su usuario, hace que el robot sea más confortable y fácil de usar, siendo soporte y permitiéndole libertad de movimiento.

²⁵ NORMAN, Donald A. 2010 Diseño de los Objetos del Futuro. La interacción entre el Hombre y la Máquina. Barcelona, España. Ediciones Paidós Ibérica. 202 p.

²⁶ INSTITUTO BIOMECANICO DE VALENCIA (IBV). Factores Humanos para el desarrollo de productos, Posturas y Movimientos de la cabeza y el Cuello (en línea). España. Disponible en: <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=111>. Consultado en: Mayo de 2011.

²⁷ IBV (Instituto Biomecánico de Valencia). Factores Humanos para el desarrollo de productos, La Antropometría y el Diseño. España. Disponible en: <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=102>. Consultado en: Mayo de 2011.

- **Biomecánica:** *“disciplina que estudia el cuerpo humano y su relación con el mundo exterior desde el punto de vista mecánico en el que se consideran las posturas adquiridas, los movimientos y los esfuerzos realizados por el sistema músculo-esquelético del ser humano para la ejecución de diferentes tareas”*. La aplicación de la biomecánica al diseño permite hacer un análisis del comportamiento mecánico del cuerpo humano asociado a las condiciones de uso del robot, que permitan analizar los efectos que superen los límites saludables, asociados a las posturas, los movimientos y los esfuerzos. En la práctica, existen una serie de principios y recomendaciones básicas a considerar en el diseño de cualquier producto con los que el usuario interactúa.

Al ser la Biomecánica una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico de los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano, esta área del conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

- **Fisiología:** ciencia que estudia las funciones del ser humano y sus partes, los procesos físico-químicos que ocurren y cómo se adapta a los cambios del medio. Analiza el comportamiento del cuerpo humano a nivel de consumo metabólico, respiratorio, cardiovascular y sensorial. Tener en consideración la fisiología de la persona en el desarrollo del robot, hace que responda de manera más acertada sus capacidades y necesidades particulares, sin llegar a excederlas.

- **Psicología:** disciplina que estudia y analiza el comportamiento y las relaciones mentales que incluyen procesos psíquicos y cognitivos del ser humano. Analiza las relaciones mentales consciente e inconsciente, permitiendo comprender los comportamientos del ser humano. La psicología en el diseño está asociada con la percepción que el ser humano tiene sobre los objetos y para el caso específico de los robots, se ha implementado el término de psicología artificial para referirse a la rama de la psicología que estudia la interacción de los seres humanos con los seres artificiales en ambientes simulados.

Dentro de este aunque poco desarrollado campo de la psicología, se llegó a pensar que, si los robots podían ser percibidos como seres vivos, podrían ser usados así mismo como sustitutos de la Animal Terapia, que estaba cosechando grandes éxitos en su aplicación clínica. Se han adelantado proyectos que han demostrado tener éxito como PARO, un robot que simula la forma de una foca bebé y obvia los problemas de higiene, alergias e infecciones entre colectivos de ancianos. Su aplicación ha supuesto un aumento de la comunicación, actividad y gran número de interacciones, así como una disminución del estrés en estos grupos. También ha sido aplicado a niños con déficit inmunológico o con autismo. (WADA, K. 2005)

- **Ergonomía:** *“ciencia de ejecución interdisciplinaria que tiene por objeto investigar las capacidades físicas, mentales, culturales y psicosociales del ser humano para aplicar al diseño de productos equipos y entornos artificiales; su fin último es llegar a productos más seguros, más fáciles y confortables para usar. La Ergonomía también puede generar procedimientos mejores para realizar determinadas tareas. Ergonomía es sinónimo de confort.”*²⁸ La ergonomía aplicada al diseño aporta en el desarrollo de dispositivos robóticos más seguros y confortables en su manipulación y uso.

Algunos autores y diseñadores han demostrado interés, desde la teoría y en la práctica, por identificar los elementos que deben estar presentes o ausentes en los productos que estudian y que son esenciales para el diseño o re-diseño de nuevos y mejorados productos integrales y en capacidad de suplir las necesidades humanas al mismo tiempo que responder a las habilidades, capacidades e intereses particulares que determinan la personalidad del individuo.

7.3.1. Niveles de Análisis de Procesamiento del Cerebro Humano

El ser humano es el más complejo de todos los animales, cuenta con una estructura cerebral desarrollada y potentes mecanismos cerebrales que le permiten realizar diversidad de cosas, crear y actuar; tiene la posibilidad de especializarse y realizar actividades diversas.

En la actualidad, en los campos de estudio de las ciencias como la biología, la psicología y la neurociencia, se le ha dado mayor importancia al estudio de las emociones y los estados de ánimo de las personas, aspectos antes no estudiados. Como resultado de las investigaciones, se ha demostrado que las emociones intervienen en el modo como la mente humana asume y se enfrenta a resolver problemas y adicional a ello que *“los animales más avanzados en términos evolutivos son más emocionales que los primitivos y que el ser humano es el más emocional de todos.”*²⁹

Resultados como los publicados por Alice Isen, autora citada por Donald Norman en su libro *“El Diseño Emocional”*, demuestran que cuando las personas se relajan y se sienten alegres, los procesos intelectivos se expanden, se vuelven más imaginativos y más creativos: *“el afecto positivo despierta la curiosidad, abre la creatividad y hace del cerebro un organismo de aprendizaje efectivo.”*³⁰

²⁸ **HURTADO FLOYD, María Nora.** 2007. Descripción de la asignatura Ergonomía I. Universidad del Valle. Facultad de Artes Integradas, Departamento de Diseño.

²⁹ **NORMAN, Donald A.** 2005. Diseño Emocional, Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. Primera Parte: El Significado de los Objetos, Página 34.

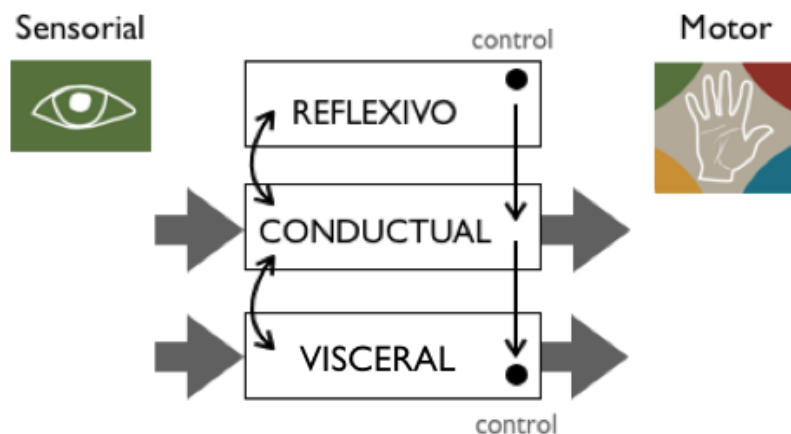
³⁰ **NORMAN, Donald A.** 2005. Diseño Emocional, Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. Primera Parte: El Significado de los Objetos, Página 46.

El sistema afectivo siempre está presente, controla los músculos del cuerpo, cambia la funcionalidad del cerebro y el modo en que el ser humano piensa de acuerdo con las emociones positivas y negativas, ambas tan importantes. Las emociones positivas, como por ejemplo la alegría y la tranquilidad, amplían el procesamiento del cerebro, lo hacen más receptivo a observar un panorama global, mientras que las emociones negativas como la ansiedad, la preocupación y la tristeza actúan de modo contrario, se cierran y se centran en el detalle.

Los seres humanos presentan rasgos generales que permiten distinguirlos de los otros animales, pero entre ellos poseen enormes diferencias individuales que varían de acuerdo con factores ambientales, culturales, sociales, religiosos, entre otros a los que se encuentren expuestos y que determinan su personalidad, la cual se mantiene en cambio constante, dependiendo de con quien se relacione el individuo, variando la relación de éste frente a la familia, los amigos, los compañeros de trabajo, etc.

Donald A. Norman, basado en las teorías del cerebro “truino” de Paul McLean, describe en su libro “*EL Diseño Emocional*” cómo un producto, a partir de diferentes atributos, está en capacidad de estimular a uno o más de los tres niveles de análisis o capas de procesamiento del cerebro humano: visceral, conductual y reflexivo.

Cada uno de estos niveles cumple con un papel diferente, interactúan entre sí modulándose unos a otros a través de neurotransmisores o sustancias químicas líquidas que al interior del cerebro humano, participan inhibiendo o intensificando capas superiores y/o inferiores, (Mapa 9), las cuales pueden ser catalogadas como ascendentes (conducidos por la percepción) o descendentes (conducidos por el pensamiento) de acuerdo con el nivel del que partan.



Mapa 9. Tres niveles de procesamiento: Visceral, Conductual y Reflexivo. Fuente: Libro *El Diseño Emocional* del autor Donald A. Norman.

7.3.1.1. Nivel Visceral

Es en este nivel en donde empieza el procesamiento afectivo del usuario hacia el producto, es el más básico, es rápido y pre-consciente -anterior al pensamiento- en él se construyen las primeras impresiones, se realizan juicios rápidos acerca de lo que es bueno o malo, seguro o peligroso y se alerta al resto del cuerpo. El ser humano en este nivel es en buena medida igual en todo el mundo según afirma Donald A. Norman, aunque existen variaciones individuales determinadas por sus capacidades o habilidades particulares.

En el diseño visceral es donde la apariencia externa del producto cobra importancia, se trata del impacto inicial del producto, su apariencia, su visualización, su tacto y en general las sensaciones que produce al ser humano y que son captadas a través de los diferentes sentidos, siendo la vista el sentido más sensible de todos y a través del cual se analiza al menos un 80% de la información que el ser humano recibe, de allí le siguen el tacto, el oído, el olfato y el gusto, por lo regular en este orden de importancia.

La apariencia, entendida como el aspecto o parecer exterior de algo, corresponde al conjunto de características externas de un producto que están estrechamente vinculadas con la imagen y la forma como este es percibido sensorialmente por el ser humano. Este aspecto, en lo referente al factor humano cubre elementos psicológicos y ergonómicos.

7.3.1.2. Nivel Conductual

Es en este nivel en donde se determina como es el comportamiento del usuario hacia el producto. En este ya no se da importancia a su apariencia como tal, sino al rendimiento del mismo, se enfatiza en lo bien que el producto cumple con las funciones para las que ha sido diseñado.

“Un buen diseño conductual debe estar centrado en el ser humano, focalizarse en la comprensión y la satisfacción de quienes utilizan de hecho el producto”³¹, es por ello que en este nivel se da mayor interés a experiencias de vida del ser humano, al entrenamiento que ha recibido, a la educación que ha tenido y en un alto impacto a los enfoques culturales que lo influyen.

En el diseño conductual se busca que las características del producto estimulen el placer y la efectividad en el uso, se enfatiza en la forma como el usuario interactúa con el producto y como los componentes: función, comprensión, usabilidad y sensación física del producto, entre ellos articulados, son determinantes en la buena forma como el usuario lo utilizará.

³¹ **NORMAN, Donald A.** 2005. Diseño Emocional, Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. Primera Parte: El Significado de los Objetos, Página 102.

- **Función:** La función es el primero y el más importante de los aspectos a evaluar en el nivel conductual, constituye el conjunto de operaciones o tareas propias del objeto determinadas por su capacidad para actuar; puntualiza en las actividades que permite hacer el producto: para que sirve, su función principal y sus sub-funciones. La función del producto debe buscar satisfacer una necesidad del individuo.
- **Comprensión:** Una vez se ha identificado la función, se requiere comprender el modo en que el usuario utilizará el producto. Para ello, se recurre a observar el modo en que los usuarios utilizan lo que está disponible en el mercado, se identifican los problemas a los que se enfrentan y el modo en el que ellos mismos los logran superar.
- **Usabilidad:** Un producto que hace lo que se le exige y su funcionamiento resulta comprensible, no necesariamente es usable. La usabilidad describe la facilidad con la que el usuario comprende cómo funciona y consigue que funcione del mejor modo un producto.
- **Sensación Física:** El tacto y la sensación física, en general, tocar y sentir son experiencias decisivas para la manera conductual de evaluar un producto. Los productos tienen una serie de características: peso, textura, espesor, etc., que son significativas en la forma como son usados.

Todos estos aspectos, apoyados en los conocimientos y herramientas propuestos desde las ciencias y disciplinas que participan en el factor humano aportan al desarrollo de un robot íntegro en sus capacidades y adecuado en el uso y por tanto eficiente en su interacción con las personas y las condiciones del entorno en el que este se sitúa.

7.3.1.3. Nivel Reflexivo

Es el nivel superior y el más vulnerable a la variabilidad social, cultural, educacional y otras variables que determinan las diferencias individuales a partir de las cuales vigila, reflexiona y trata de influir en el nivel conductual, lo que ocurre cuando se piensa de forma consciente algo distinto, se desarrolla un aprendizaje y pensamiento acerca de nuevos conceptos. El diseño reflexivo trata acerca de las relaciones a largo plazo del usuario con el producto, de las sensaciones de satisfacción que se producen al tenerlo en propiedad, mostrarlo y usarlo.

“Si pudiéramos incorporar estos estados emocionales a las máquinas, les ofrecerían los mismos beneficios que nos ofrecen a nosotros: respuestas rápidas para evitar peligros y accidentes, seguridad para ellas y cualquier persona que puedan tener cerca, y un potente medio de aprendizaje para mejorar las

expectativas y el rendimiento”³². En parte, esto ya está sucediendo, aspiradoras inteligentes como Roomba evitan caer por las escaleras y robots cortacéspedes como Ambrogio L050 Evolution detienen sus cuchillas cuando se vuelca, otros aspectos son aún tema de estudio de laboratorios de universidades y compañías líderes en robótica que buscan atribuirles emociones, capacidad de aprendizaje y predicción a sus creaciones.

7.3.2. Las Necesidades Humanas

*“Un buen diseño conductual debe estar centrado en el ser humano, focalizarse en la comprensión y la satisfacción de quienes utilizan de hecho el producto”*³³, esta frase anteriormente citada en el documento, da énfasis a la importancia que tiene centrar el producto en el ser humano, en la comprensión y satisfacción de quien utiliza finalmente el producto, lo que hace que sea importante prestar interés en las necesidades del ser humano y así mismo orientar su desarrollo acorde con ellas, buscando que el producto se adapte a las necesidades de las personas y no al contrario.

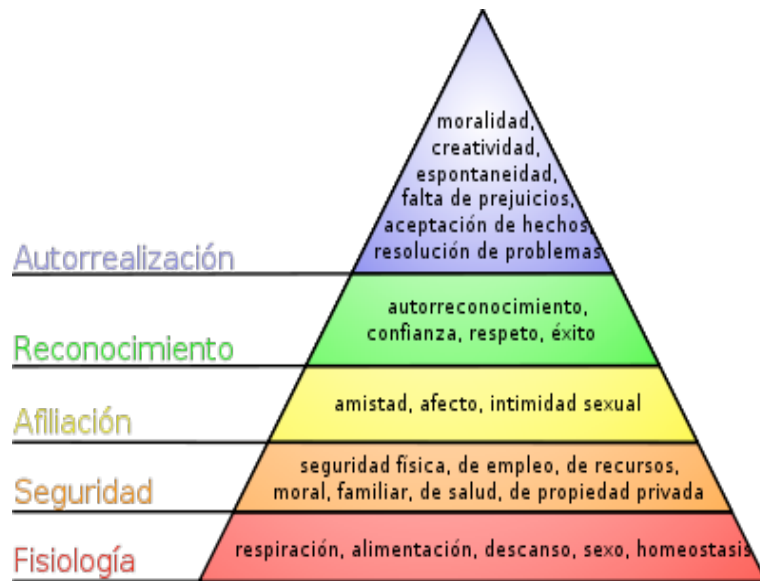
Diversos son los autores que en la literatura tratan de definir qué son las necesidades humanas, cuáles son las causas que las originan y la cuál es la forma en las que se les puede clasificar atendiendo a diferentes criterios. Propuestas de matrices y pirámides como las desarrolladas por el economista Arthur Manfred Max Neef, el psicólogo estadounidense Abraham Maslow y el psicólogo español José Ortega y Gasset, son sólo algunos ejemplos.

Maslow propuso establecer una jerarquía entre necesidades humanas, las cuales ilustró a manera de pirámide como se puede apreciar en la Gráfica 7, a partir de la cual identificó que *“conforme se satisfacen las necesidades más básicas (parte inferior de la pirámide), los seres humanos desarrollan necesidades y deseos más elevados (parte superior de la pirámide).”*³⁴

³² NORMAN, Donald A. 2010. El Diseño de los Objetos del Futuro, La Interacción entre el Hombre y la Máquina, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. Página 50.

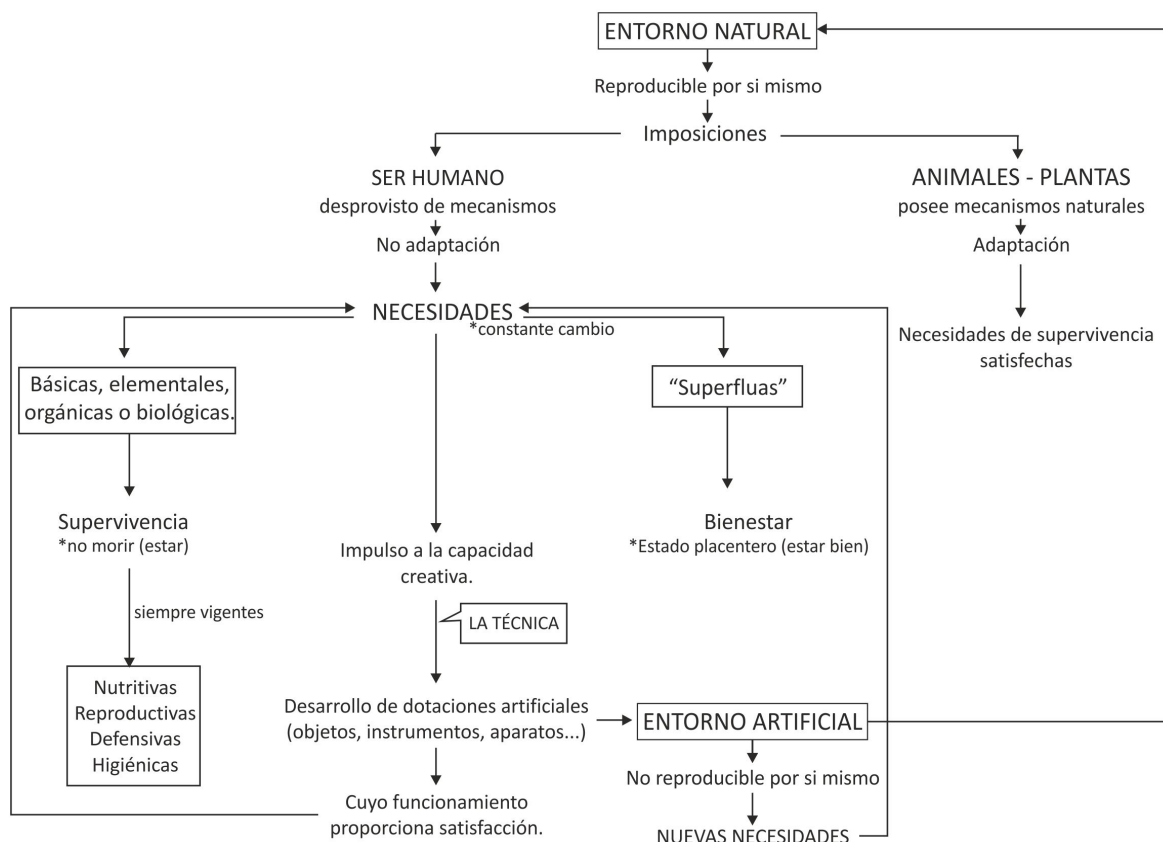
³³ NORMAN, Donald A. 2005. Diseño Emocional, Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. Primera Parte: El Significado de los Objetos, Página 102.

³⁴ MASLOW, Abraham. 1943. Una Teoría Sobre la Motivación Humana



Gráfica 7. Pirámide de Necesidades. Propuesto por Abraham Maslow.

Planteamientos como el de Jose Ortega y Gasset en su libro *"Meditación de la Técnica"*, (Mapa 10), sitúan al ser humano junto con los animales y las plantas, habitando dentro de un entorno natural que le genera imposiciones para su supervivencia. El ser humano, según afirma el autor, se diferencia de los demás organismos vivos en que no se adapta fácilmente a este entorno, está desprovisto de mecanismos físicos (garras, pelajes, dientes afilados, etc.) que le permitan hacerlo, y lo llevan a enfrentarse a necesidades diversas que le sirven como impulso a su capacidad intelectual y creativa, y que una vez las resuelve le garantizan su supervivencia en el mundo.



Mapa 10. Necesidades humanas y distinción entre básicas y superfluas. Desarrollado por la autora a partir de la teoría de Jose Gasset.

Las necesidades a las que se enfrenta el ser humano, pueden ser clasificadas en dos tipos: necesidades básicas y necesidades superfluas, también citadas por otros autores como necesidades primarias y secundarias.

Las **Necesidades Básicas**, también conocidas como elementales, primarias o biológicas, le garantizan al ser humano su “*estar*” en el mundo, determinan su supervivencia y están siempre vigentes. Abarcan las necesidades nutritivas, reproductivas, defensivas e higiénicas que ya han sido en su mayoría superadas según Ortega y Gasset.

Las **Necesidades Superfluas**, también conocidas como secundarias, le garantizan al ser humano su “*estar bien*” o estado placentero en el mundo. Abarcan las necesidades que dan bienestar al individuo, atendiendo intereses más personales que colectivos.

*“El empeño del hombre por vivir, por estar en el mundo, es inseparable del empeño por estar bien.”*³⁵ A diferencia de los animales, el ser humano es capaz de retirarse y ocuparse de otros asuntos que no son necesariamente suplir sus necesidades inmediatas y que estimulan su capacidad creativa, conduciéndolo a la invención, a ejecutar actos técnicos que le permitan transformar las circunstancias que le impone la naturaleza como obstáculo para su beneficio, suprimiendo el azar y el esfuerzo que le exigen satisfacer aquellas necesidades.

Esa capacidad creativa del ser humano lo diferencia del resto de los animales, le permite ser capaz de recrear su entorno y desarrollar dotaciones artificiales: objetos, instrumentos -entre otros aparatos-, cuyo funcionamiento le permitirán satisfacer sus necesidades, elementos que componen la *“supernaturaleza”* (como la llama Ortega) o entorno artificial que lo rodea, que a diferencia del entorno natural no es reproducible a sí mismo y por tanto da paso a que surjan nuevas necesidades.

*“Si el hombre consigue no tener esas necesidades, y consecuentemente no tener que ocuparse en satisfacerlas, aún le quedaría mucho por hacer; mucho ámbito de vida, precisamente los quehaceres y lo que él considera como más suyo.”*³⁶ La frase anterior sitúa al hombre en dos tiempos: el tiempo que destina a resolver sus necesidades básicas y el que dedica a las necesidades superfluas, tiempos entre los que no existe una estricta distinción.

En un esquema desarrollado por Jaume Trilla Bernet³⁷, resultado de su tesis sobre el estudio del tiempo libre y la relación con los otros tiempos y actividades de las personas, la autora plantea el concepto de tiempo en un paralelo: *“tiempo no disponible Vs. el tiempo disponible”*.

El **tiempo no disponible** abarca el tiempo ocupado en el que el ser humano realiza las actividades que le son de carácter obligatorio y que le permiten suplir sus necesidades básicas, que como consecuencia en su ejecución le representan exigencias físicas, mentales, emocionales, etc. que se traducen en un desgaste o agotamiento para la persona.

Estas actividades obligatorias son todas aquellas que le implican al individuo responsabilidades, pueden ser laborales, académicas, domésticas, entre otras actividades básicas, que pueden convertirse en rutinarias y no necesariamente le resultan placenteras, aunque de acuerdo a como se desarrollen pueden llegar a serlo, por ejemplo, mientras barrer el suelo puede ser para muchos una actividad

³⁵ ORTEGA Y GASET, José. 1883-1955. Meditación de la Técnica. Vicitudes de las Ciencias, Bronca en la Física, Prólogo a la “Biblioteca de ideas del Siglo XX” Cuarta Edición en Castellano. Madrid, España. Revista de Occidente. Capítulo 2, página 19

³⁶ ORTEGA Y GASET, José. 1883-1955. Meditación de la Técnica. Vicitudes de las Ciencias, Bronca en la Física, Prólogo a la “Biblioteca de ideas del Siglo XX” Cuarta Edición en Castellano. Madrid, España. Revista de Occidente. Capítulo 2, página 20

³⁷ TRILLA BERNET, Jaume 1993. Otras Educaciones. Animación sociocultural, formación de adultos y ciudad educativa. Editorial Anthropos. 54 P.

obligatoria no estimulante, puede ser para otros una actividad estimulante y dotada de placer en la medida en que el entorno y los elementos del entorno estimulan a la persona para que así lo sea.

Por otro lado el **tiempo disponible** abarca el tiempo en el que el individuo realiza las actividades que no son de carácter obligatorio. El cual a su vez puede dividirse en el **tiempo destinado a las ocupaciones auto-impuestas**, que cubre las tareas o quehaceres que corresponden en su mayoría a las tareas o quehaceres propias del ambiente doméstico y el **tiempo libre** o tiempo que el ser humano puede usar autónomamente dar satisfacción a sus necesidades superfluas o de bienestar. En el tiempo libre, Jaime Trilla identifica tres divisiones que corresponden a: el tiempo dedicado a las ocupaciones personales, el tiempo estéril o desocupado y el tiempo de ocio.

El tiempo dedicado a las ocupaciones personales, corresponde a aquel tiempo en el que la persona realiza actividades para ocupar su tiempo libre o aficiones y pasatiempos. Comprende una variedad de actividades que se desarrollan motivadas por intereses en su mayoría particulares aunque también se dan de manera colectiva, como la competición, la observación y la colección que pueden convertirse en hábitos, en la medida en que sean desarrollados con cierta regularidad.

El hobby o pasatiempo se asume como una ocupación personal que se realiza para ocupar el tiempo libre. Comprende una variedad de actividades que se desarrollan motivadas por intereses particulares o colectivos como la competición, la observación y la colección que pueden convertirse en hábitos, en la medida en que sean desarrollados con cierta regularidad. Mientras que el tiempo de ocio, diferente del tiempo estéril o desocupado que es un tiempo sin sentido o mal vivido, cuyo contenido es de carácter deformativo³⁸, es un tiempo con carácter formativo. Se le reconoce como un valioso recurso para la restauración del tono físico, mental y emocional del individuo, “*el ocio promueve beneficios personales, sociales y culturales, económicos y medioambientales*”³⁹ que lo consolidan como parte importante de la vida del ser humano, aunque no tan importante como las necesidades básicas.

El ocio es beneficioso en la medida en que él adquiere sentido para el individuo, el tiempo se distribuye, se organiza y se llena de contenido, se hace formativo, se convierte en algo sano, productivo y educativo. En caso contrario, no se le conoce como ocio, sino que se le identifica como ociosidad o vicio, y su contenido es deformativo para el individuo. La lúdica, la recreación, el esparcimiento y el entretenimiento son algunas de las actividades de la sub-categoría de ocio, utilizadas ocasionalmente en la literatura y otros medios como sinónimos del mismo. Todas estas actividades no necesariamente promueven risas o alboroto, pero sí estimulan el goce, la satisfacción, la

³⁸ GRISALES HERRERA, Luz Stella. 2010. Propuesta de optimización de espacios destinados al tiempo libre en actividades de contenido formativo dentro del campus de Meléndez de la Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia. Universidad del Valle. Capítulo 6, página 7-19.

³⁹ GRISALES HERRERA, Luz Stella. 2010. Propuesta de optimización de espacios destinados al empleo del tiempo libre en actividades de contenido formativo dentro del campus de Meléndez de la Universidad del Valle. Tesis de Grado de Diseño Industrial. Cali, Colombia. Página 17.

voluntad y la diversión, promueven un estado placentero y de bienestar que supone estar bien con lo que se hace, sentirse gratificado.

Estos factores son importantes tenerlos en cuenta en el momento de hacer un desarrollo en robótica. Hay que saber ubicarlos en un lugar adecuado y acorde con las necesidades del individuo que se va a satisfacer y que parte de su tiempo se va a ocupar.

7.3.3. La Interacción

El Diseñador Industrial en su formación como profesional, adquiere conocimientos sobre algunas de las herramientas aplicadas en la fisiología, la antropometría, la psicología, la biomecánica y la ergonomía, que le permiten medir de acuerdo con diferentes criterios las características necesarias a considerar en el diseño de los productos y su proceso de producción, para proponer a partir de la consideración de las mismas, productos que se adapten a las necesidades del ser humano y al entorno en el que se encuentra, y no buscar que este se adapte a ellos, favoreciendo la relación robot / usuario / entorno.

Esta relación robot / usuario / entorno se conoce como **interacción**, acción que se ejerce de forma recíproca a través de un canal de comunicación o interfaz entre el producto (robot), los elementos del entorno en el que se incorpora (ambiente doméstico u otro ambiente) y el usuario (ser humano que con el interactúa), donde el accionar de uno, condiciona el accionar del otro.

La investigación de interfaces de interacción entre humanos y los robots personales o domésticos se ha enfocado en el desarrollo de técnicas para la rápida configuración y programación de los mismos (THRUN, S. 2003). Esto se puede apreciar con el desarrollo de plataformas para la construcción de robots más amigables con el usuario y por tanto más rápidas en su configuración, como es el caso de la plataforma de Lego MindStorm Ntx 2,0.

La relación usuario-robot puede adoptar diversas formas, pero de manera muy general pudiéramos clasificarla como activa, pasiva o mixta de acuerdo con la forma como el usuario hace uso del robot:

- **Interacción Pasiva:** Es aquella interacción en la que el robot está en capacidad funcionar sin la intervención de un usuario. El usuario es pasivo, es únicamente receptor y no interactúa directamente con el robot. Como ejemplo de este tipo de interacción se puede citar la ilustrada en la imagen 24, una banda de músicos presentada por la empresa Toyota al público.



Imagen 24. Banda de Músicos presentados por la empresa Toyota.
Los robots actúan de manera autónoma, sin la intervención humana.

- **Interacción Activa:** Es aquella interacción en la que el robot depende de la intervención directa o indirecta de un usuario para funcionar. El usuario es activo, es receptor y emisor e interviene en el funcionamiento del robot (hardware o software), interactuando directamente o a distancia con el robot. Como ejemplo de este tipo de interacción se puede citar el robot ilustrado en la Imagen 25, iFoot, un robot caminante, el cual funciona accionado por el movimiento de la persona, este robot aún se encuentra en fase de prototipo, pero se espera sea lanzado al mercado próximamente, informan sus creadores.



Imagen 25. iFoot, Robot caminante desarrollado por Toyota, puede operar accionado por el movimiento de la persona que en el se incorpora.

- **Interacción Mixta:** Es combinación entre la interacción activa y pasiva. Algunos robots, como por ejemplo el robot aspiradora ilustrado en la Imagen 26 puede funcionar de manera autónoma sin la intervención del usuario, así como también puede ser controlado por este por medio de control remoto.



Imagen 26. Robot aspiradora, puede operar de manera autónoma o por control remoto.

Los robots según su clasificación en las categorías de Robots Industriales, Robots de Servicio Profesional y Robots de Servicio Personal o Doméstico, manejan en cada una de estas, distintos tipos de interacción con el hombre. En la actualidad, con el incremento de los Robots de Servicio o Doméstico, el número de robots que a diario interactúa de forma activa con las personas ha incrementado en la medida en que se ha hecho más fácil adquirirlos y desarrollarlos. Los robots, más cercanos a las personas y al ambiente doméstico en el que este mayormente se desenvuelve, requieren que en su desarrollo se consideren otros aspectos diferentes a los de rapidez y precisión por los que se han caracterizado los robots industriales, requieren ser sociales e interactuar activamente con las personas.

En la década de 1950 el científico en computadores estadounidense Joseph Carl Robnett Licklider, introdujo el término “*relación simbiótica*” con el que intentó explicar cómo podrían interactuar con fluidez y armonía las personas y las máquinas a través de una interacción natural y de forma bidireccional. La simbiosis, en el sentido en que le dio Licklider en su época, busca una fusión cooperativa entre persona y máquina, colaboración cuyo resultado supera lo que una y otra pueden hacer de manera independiente, igual que ocurre con la tendencia actual de desarrollo en robótica conocida como “Robótica Cooperativa”. El autor argumentaba que “(...) dentro de muchos años, el cerebro humano y el ordenador estarán estrechamente unidos, y que la asociación resultante pensará como ningún cerebro humano ha llegado a pensar.” (J.C.R. LICKLIDER; 1960).

Los robots son diferentes a las personas, superiores en algunos aspectos como velocidad, potencia y regularidad, lo que hace que funcionen muy bien cuando se trata de introducirlos a trabajar en ambientes controlados, donde no se producen sucesos inesperados y donde todo puede ser planeado con exactitud como ocurre en entorno industrial, donde han demostrado alta eficiencia con

la incorporación del robot industrial; pero así mismo son inferiores en otros aspectos como aptitudes sociales, creatividad e imaginación, que son características de las personas y en las que actualmente los centros de investigación de reconocidas universidades y laboratorios de empresas alrededor del mundo trabajan en desarrollar. No obstante, en poco tiempo el robot hogareño se acoplará a la vida del hombre como alguna vez lo hizo el teléfono, la televisión, el automóvil y la computadora personal.

Donald Norman en su último libro, *"El Diseño de las Cosas Futuras (2010)"* resume en esta frase el estado actual de desarrollo en el que se encuentran las máquinas, "Para las máquinas pensar es fácil, las acciones físicas complicadas; la lógica sencilla y las emociones, difíciles."⁴⁰ Si se desglosa esta frase podemos ver que es bastante ilustrativa y acertada en su enunciación. Para las máquinas pensar es fácil, se les ha desarrollado con capacidad para aplicar la lógica y centrarse en los detalles; las acciones físicas complicadas, permanecer en pie, saltar, andar y en general desplazarse como los humanos ha sido y sigue significando un reto para muchos de sus desarrolladores; las emociones difíciles, en las máquinas no son muy simples, pero en los animales y los humanos desempeñan un papel esencial en la conducta y la forma como comunican sentimientos, reacciones, creencias e intenciones.

Pero pese a estas limitaciones, muchos científicos siguen intentando hacer realidad el sueño de la máquina inteligente que se comunique con el ser humano de una manera eficaz, y en su intento por lograrlo se han alimentado diferentes posturas para su desarrollo, robots más o menos humanos en apariencia y comportamientos como los ilustrados en la Imagen 23, robots capaces de expresar emociones como Kismet, desarrollado por la doctora Cynthia Beazeal en los laboratorios del MIT en la década de 1990 y desarrollos posteriores como Einsten Robot presentado por la Universidad de California en el año 2009. Son robots capaces de interactuar y comunicarse de una forma sencilla y agradable con las personas, siguiendo comportamientos, patrones y normas sociales, algunos autores los han empezado a llamar robots sociales. Su capacidad de desarrollar actividades cognitivas (razonamiento) y afectivas (emociones) obligará a decidir qué posición ocuparán los robots en la sociedad futura.

Este tema no ha sido fácil de abordar, existen muchas diferentes posturas frente al futuro que puedan llegar a tener los robots, miedos y expectativas, acuerdos y desacuerdos al igual que ocurrió con el desarrollo de los autómatas. Pero es sin duda la ausencia de una base común, como afirman autores como Norman, la mayor limitación para que las interacciones entre personas y en general las máquinas tengan éxito. Ha representado ser un obstáculo que los robots no tengan un lenguaje común con las personas, ni perciben el mundo de la misma forma, de allí el interés en centrarse en temas como la interacción robot-usuario para buscar cubrir esta brecha.

⁴⁰ NORMAN, Donald A. 2010. *El Diseño de los Objetos del Futuro, La Interacción entre el Hombre y la Máquina*, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. Automóviles Prudentes y Cocinas Quisquillosas: Las máquinas se hacen con el control, Página 34.

"Nuestra meta es hacer un robot con el que se pueda convivir", esta frase dicha por Kenichi Ogawa, jefe de investigación de Honda, resume el trabajo que está realizando una de las mayores empresas de robótica del mundo. De acuerdo con las estadísticas del Portal de Mayores del 2005, en Japón el 25% de la población es dependiente de otras personas para sus necesidades básicas y en el año 2030 un 45% lo será, lo que significa que para la fecha, atender a esta cifra, se requeriría un alto número de personas muy seguramente no disponibles. Pensar en robots para atender este tipo de casos resultan ser objetivos comunes de algunas universidades y compañías que llevan trabajando desde hace varias décadas en asistentes, potencializadores o rehabilitadores robóticos, las sillas de ruedas motorizadas o los elevadores para transferir a las personas de las sillas a la cama son ejemplos de ello.

El Ministerio de Educación de Japón, el país líder en el desarrollo de dispositivos robóticos puso en marcha desde el año 2004 un programa destinado a familiarizar a los niños con los robots, a enseñarles a jugar con ellos y a conocerlos, para que aprendan a aprovechar todas las posibilidades que les ofrecen. Asimismo, el Gobierno y las grandes empresas japonesas implicadas en la investigación y fabricación de la nueva generación de robots han utilizado la Exposición Universal de Aichi para fomentar "un ambiente de coexistencia entre los hombres y los robots".

Según la compañía japonesa NEDO, Organización para el desarrollo de nuevas energías y tecnología industrial, en los próximos cinco años la comercialización de robots orientados a servicios de vigilancia, información, limpieza y ayuda domestica despegará con unas ventas entre 15.000 y 20.000 millones de euros. Su director tecnológico está convencido de que eso será sólo el principio. La venta de robots es fundamental para mantener el estímulo de las empresas que han gastado sumas ingentes en su investigación y desarrollo. La inyección de fondos facilitará la marcha hacia la robotización de la sociedad. El informe de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas, titulado *World Robotics 2004*, pronostica una invasión de robots en los próximos años: "Los robots no sólo limpiarán los suelos, cortarán el césped y protegerán nuestros hogares, sino que además asistirán a las personas de edad avanzada y con discapacidades. Con un instrumental interactivo y sofisticado, realizarán operaciones quirúrgicas e inspecciones de tuberías y lugares que son peligrosos para los seres humanos. Además, trabajarán en la extinción de incendios, desactivarán bombas y se emplearán en muchas otras aplicaciones".

Es importante tener presente que la función técnica de los robots no es reemplazar al ser humano, sino aliviarlo de todas aquellas tareas consideradas repetitivas, rutinarias, monótonas, aburridas, arduas, tediosas, fatigosas, insalubres, peligrosas, desagradables, y otras más. Visto de este modo, los robots deberían coexistir y cooperar con las personas, ayudándolas en sus quehaceres. Para ello no es obligatorio ni mucho menos necesario que el robot tenga forma humana: el automóvil no copia las cuatro patas de los animales, ni el avión imita el vuelo de las aves. ¿Se necesita la forma humana para abrir puertas, cuando éstas pueden ser automáticas? ¿Es necesario un androide para ejecutar el trabajo de un mensajero o el de una aspiradora, cuando un robot equipado con ruedas puede realizar esas mismas tareas con más rapidez y con menos consumo de energía y además ser mucho más

barato. El robot humanoide parece tener pocas ventajas sobre los robots diseñados para tareas específicas; sin embargo, podrían ser más aptos para fomentar la interacción con las personas.

Un robot humanoide es aquel cuya estructura corporal se asemeja a la de un humano. Por lo regular posee el mismo aspecto exterior del humano, es bípedo, pero puede diferir en detalles de color, forma, estatura, peso, tipo de piel y cualidades del rostro, sus extremidades por lo regular no son propiamente humanas, pueden ser inspiradas en reptiles, peces, roedores, marsupiales o vegetales, en lugar de primates. Un robot androide o antropomorfo es aquel que además de imitar la apariencia humana, ejecuta movimientos que se le asemejan y que son fundamentales en su interacción social. El robot necesita contar con un modelo cognitivo-afectivo humano y capacidades de comunicación, comprensión y aprendizaje. Sin embargo, emular las reacciones emocionales del ser humano no significa necesariamente que se pueda conseguir que una máquina “sienta” en el estricto sentido de la palabra. En realidad, no se buscan sistemas que se enojen o que estén alegres, sino que puedan enfocar su atención y mejorar la toma de decisiones, acomodándose al contexto del momento. Una máquina que reconozca, comprenda y exprese emociones similares, aunque no iguales, a las humanas, podría ser un mejor colaborador que los actuales robots que no las expresan.

El ser humano, más que racional, es un ser eminentemente emocional. Su forma de interactuar en sociedad se sustenta en la habilidad para comunicar sus emociones y para percibir el estado emocional de los demás. Tal es así que aquella persona que no cuente con estas habilidades sufre de una cierta discapacidad emocional y no puede funcionar normalmente dentro de un grupo humano. En ese sentido, lo mismo debería ocurrir con una máquina, afirma el ingeniero Gershenfeld del Laboratorio de Investigación en Robótica del MIT.

En efecto, el propósito de dotar a ésta con “emociones” es tratar de mejorar su relación con las personas, flexibilizar la interacción y ofrecer una interfaz de usuario agradable. De esta manera, tal vez el robot del futuro próximo demuestre emociones humanas convincentes y forme algún tipo de lazo significativo con su dueño. Algunos intentos de estos son los robots androides y humanoides ilustrados en la Imagen 27.



Imagen 27. Robot Humanoides y Androides clasificados de acuerdo con sus capacidades y similitudes con el Ser Humano.

8. ESQUEMA PROPUESTO DE CATEGORIAS DE ROBOTS DE SERVICIO DE TIPO PERSONAL O DOMESTICO DESDE LA PERSPECTIVA DEL ENTORNO, LA AUTONOMIA E INTERACCION CON EL USUARIO

En el proceso evolutivo de la robótica, particulares y grupos de investigación de diversas universidades y empresas han trabajado y participado en el diseño y desarrollo constante de novedosos y más evolucionados robots. La diversidad de los robots de servicio hizo que la World Robotics los dividiera en tres categorías con la intención de facilitar sus estudios estadísticos sobre el incremento en el desarrollo y la utilización de los mismos. Las categorías en las que los dividieron son:

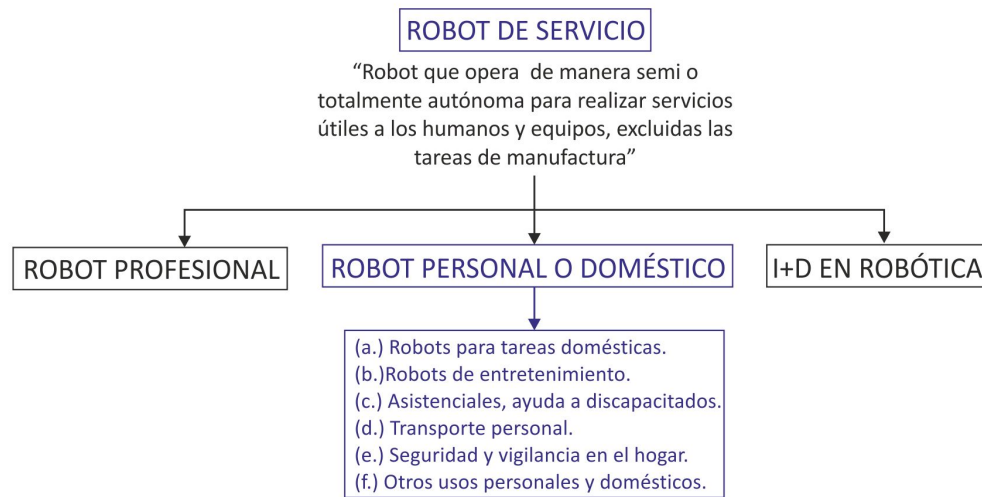
- Desarrollos e investigación en Robótica
- Robot Profesionales
- Robots Personales o Domésticos.

Esta última categoría abarca los robots que son más cercanos a la idea que el hombre ha tenido desde sus primeros inventos, la idea del robot personal del que han hablado diversos autores, entre ellos Bill Gates quien en una entrevista expuso que veía la evolución del robot del mismo modo en que se había dado el desarrollo del computador personal, pero a un ritmo de desarrollo mucho más acelerado.⁴¹

En el reporte de la World Robotics, elaborado por La Federación de Robótica Internacional, se define la categoría de Robot Personal o Doméstico como: *“Aquel robot destinado a ser usado por los humanos sin formación técnica específica. El objeto debe servirle como ayudante o colaborador en actividades diarias”*. En esta categoría son identificados indistintamente, una serie de robots destinados a elaborar tareas en el hogar y el cuidado del individuo, los cuales a su vez han sido divididos de acuerdo con ese criterio en 6 sub-categorías en la propuesta de la IFR, referenciadas en el Mapa 6, así: (a) Robots para tareas domésticas, (b) Robots de entretenimiento, (c) Asistenciales ayuda a discapacitados, (d) Transporte personal, (e) Seguridad y vigilancia en la vivienda y (f) Otros usos personales o domésticos. (Mapa 11).

Esta categoría de robots tuvo en general, según lo muestran los reportes de la World Robotics para el año 2010, un incremento del 35% frente al año anterior, alcanzando a ser incluso más numerosos y con aplicaciones más diversas que sus antecesores, los robots industriales.

⁴¹ GATES, Bill. 2007. Dawn of the Age of Robots: A Robot in Every Home (en línea). En Scientific American Inc. Enero; página 62. Disponible en: http://www.cs.virginia.edu/~robins/A_Robot_in_Every_Home.pdf Consultado en: Noviembre de 2010.



Mapa 11. Clasificación Propuesta por la Federación Internacional de Robótica.
Fuente: Fundamentos de Robótica, Antonio Barrietos.

Se encontraron en la literatura otras clasificaciones de robots que han sido propuestas por diferentes autores atendiendo a criterios, características o componentes diferentes del robot, son principalmente aplicables a la categoría de los Robots Industriales. Estas clasificaciones orientadas desde la esencia del robot, aplicación o tarea a las que se destinan, enfatizan en los elementos y componentes que forman parte de la estructura interna y arquitectura de control del mismo. Algunos autores como Ingeniero Knasel, proponen clasificarlos de una forma algo más general por generaciones o momentos tecnológicos en los que dichos desarrollos aparecen, esta clasificación, también estudiada por otros ingenieros ha llevado a proponer diversas propuestas, la más reconocida en el medio es dividirlos de acuerdo con:

- 1ª Generación. Manipuladores. Repite tarea secuencialmente sin tener en cuenta las posibles alteraciones de su entorno.
- 2ª Generación. Robots de aprendizaje. Repiten una secuencia de movimientos de movimientos que ha sido ejecutada previamente por un operador humano.
- 3ª Generación. Robots con control sensorizado. Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar y detectar esfuerzos y adaptar movimientos en consecuencia.
- 4ª Generación. Robots inteligentes. Su programación se realiza mediante el empleo del lenguaje natural. Poseen capacidad para la programación automática de tareas.

Otros desarrolladores los clasifican se acuerdo con su arquitectura de control. La arquitectura definida por el tipo de configuración general del Robot, puede ser metamórfica. El concepto de

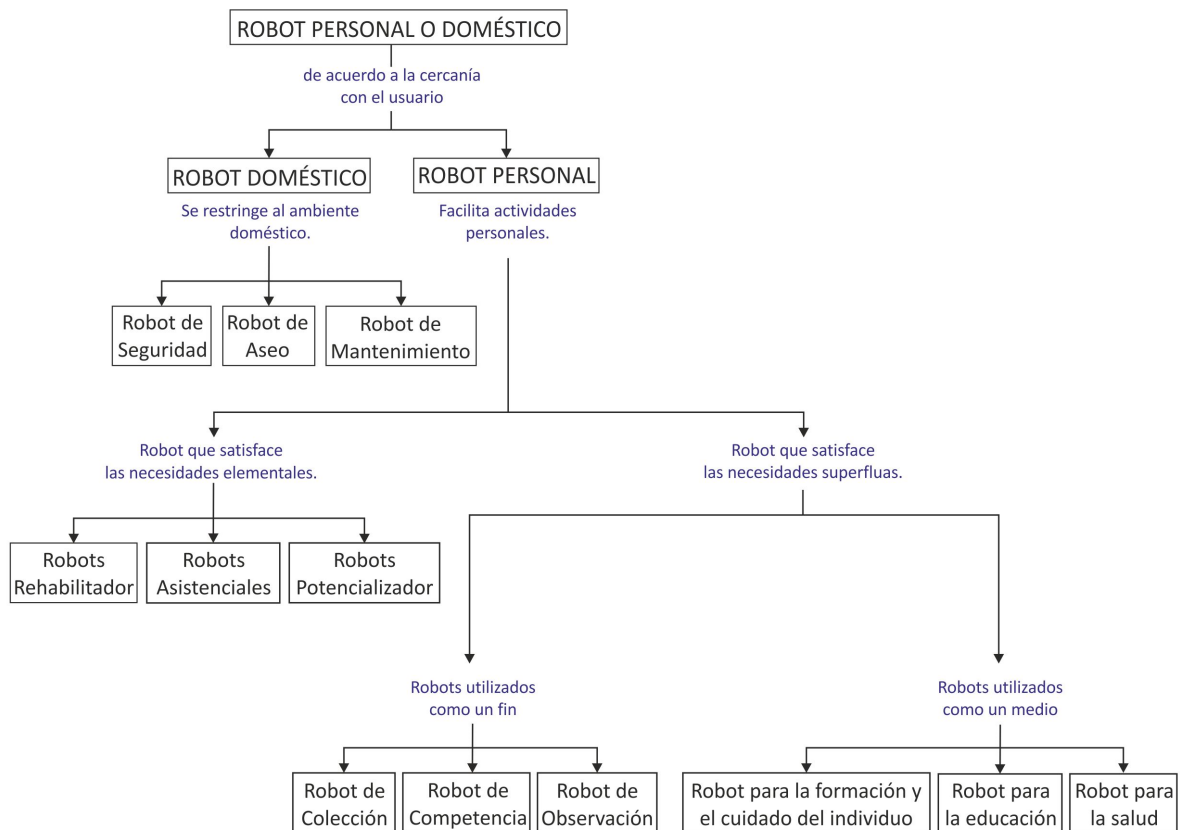
metamorfismo, de reciente aparición, se ha introducido para incrementar la flexibilidad funcional de un robot a través del cambio de su configuración por el propio robot. El metamorfismo admite diversos niveles, desde los más elementales como cambio de herramienta o de efecto terminal, hasta los más complejos como el cambio o alteración de algunos de sus elementos o subsistemas estructurales. Otra subdivisión de los robots, por ejemplo, la que hace basada en su arquitectura, los clasifica en los siguientes grupos: poliarticulados, móviles, androides, zoomórficos e híbridos, aunque estas mismas características, implementadas en otra clasificación pueden usarse para referirse a su apariencia.

Los dispositivos y mecanismos que pueden agruparse bajo la denominación genérica de “robot”, tal como se ha indicado, son muy diversos y por tanto se hace difícil establecer una clasificación coherente de los mismos que resista un análisis crítico y riguroso. Como parte de la consulta, recopilación y el análisis de la información que se llevó a cabo, no se encontró una categorización clara de los robots personales o domésticos en cuanto al aspecto de interacción con el usuario, la autonomía del robot y el entorno en el que se incorpora el robot, más allá de propuesta por la Federación internacional de Robótica, IFR, enfocada en los sectores económicos e insuficiente al intentar que abarcar las múltiples propuestas de robots de este tipo. Este aspecto a pesar de que se ha tenido en cuenta, no ha jugado dentro de las clasificaciones encontradas un papel de trascendencia, como le corresponde, que permita a los desarrolladores utilizarlo en el momento de elaborar un robot.

De este modo se plantea que dado que la clasificación propuesta por la IFR, que se ha podido identificar como la más completa y cercana a lo que se busca con este proyecto, esta sea reestructurada en función de construir una categorización de los robots de tipo personal o doméstico, que permita orientar su desarrollo desde el punto de vista de la interacción con el usuario, teniendo en consideración que algunos de estos desarrollos no son exclusivos del ambiente doméstico sino que pueden llevarse a otros ambientes de acuerdo con sus características.

Por ello se propone que sean analizados separadamente los Robots Personales y los Robots Domésticos, de acuerdo con la cercanía que tienen con el humano y la forma cómo interactúan con el mismo, el entorno en el que se ubican y su nivel de autonomía.

En el Mapa 12, se sintetizan las categorías para desarrollar y orientar la toma de decisiones en el proceso de desarrollo de robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico, en cuanto al aspecto de la interacción con el usuario.



Mapa 12. Categorías propuestas para orientar el desarrollo de Robots Domésticos y Robot Personales, elaborado desde la perspectiva de interacción con el usuario. Desarrollado por la autora.

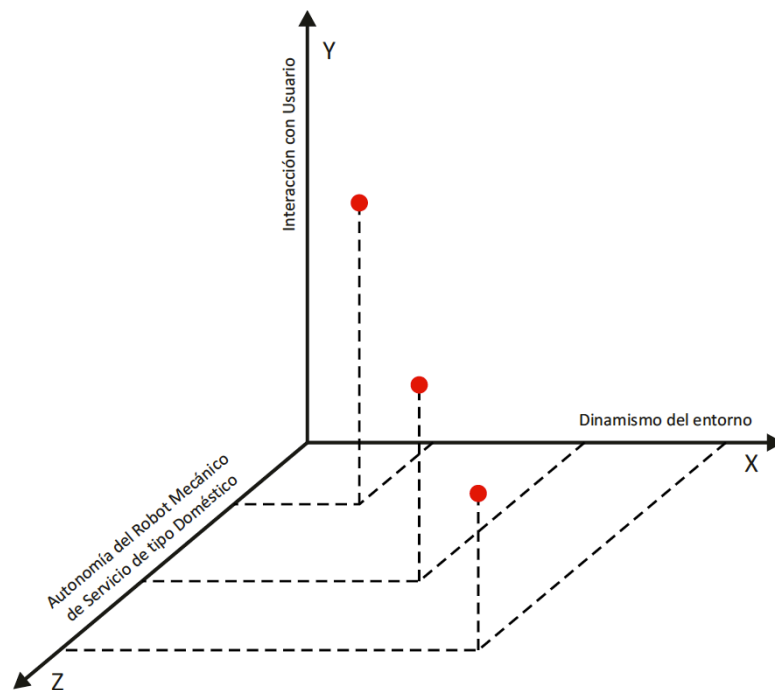
Este esquema, construido desde la identificación de las características diferenciales y relaciones de los robots domésticos y los robots personales y evaluadas desde los aspectos de autonomía, entorno e interacción con el usuario, facilitará el proceso de diseño de un robot, ya que está desarrollado de tal forma que ayuda a estructurar el pensamiento y organizar los conceptos que se hacen confusos de identificar en la revisión de la literatura. Como parte de esta categorización, se pueden identificar fácilmente los aspectos que se refieren a la autonomía del robot personal y del robot doméstico, el entorno en el que se le incorporan y la interacción que tienen con el usuario, enfatizando en este último aspecto.

El desarrollador o quien quisiera adquirir un producto del campo de la robótica, al ubicarse en estas categorías, podrá tener claridad sobre la utilidad, características, posibilidades y finalidades de este tipo de robots. Cualquier idea de construcción de un robot de tipo personal o doméstico, podrá ser fácilmente ubicable en él y clasificado en el lugar que le correspondiere.

8.1. ROBOT DOMESTICO

En esta categoría se ubica aquel robot que se restringe exclusivamente al ambiente doméstico y está dotado con capacidad para ejercer los quehaceres o tareas propias del hogar; en tareas relacionadas con el aseo, la seguridad o el mantenimiento de los diferentes elementos u objetos del hogar; en la realización de las cuales requiere de escasa o nula interacción con el ser humano, que se refleja en una interacción de tipo pasiva, ya que estos robots centran sus funciones a la asistencia de equipos u otros elementos de su entorno, lo que podría compararse con un Robot de Servicio pero en una menor escala: el ambiente doméstico.

En la Gráfica 8 se puede ilustrar de manera muy general como el Robot de servicio de tipo Doméstico, debido a las tareas para las cuales está concebido y en la medida en que sus características o componentes son más estructurados, es más autónomo en la toma de decisiones y por tanto más independiente en la ejecución de tareas y desempeño de funciones. Un robot autónomo a diferencia de uno que no lo sea, no requiere de una mayor intervención por parte de un usuario para hacer sus tareas. La escasa o nula interacción que tiene este con el usuario, también son determinantes en que tanto más o menos dinámico es el entorno, menos dinámico en la medida en que hay una menor interacción.



Gráfica 8. Tendencia evolutiva del Robot Doméstico construida desde los aspectos de autonomía, interacción y entorno. Desarrollado por la autora.

Se propone para esta categoría de Robot Doméstico, hacer énfasis en la realización de las tareas como la esencia misma de esta categoría. Allí pueden ser re-ubicadas las categorías de robots propuestas por la IFR como:

- Robots para tareas domésticas.
- Seguridad y vigilancia de la vivienda.

En esta categoría de Robot Doméstico, cabe citar la domótica como la rama de la robótica que engloba el conjunto de sistemas robóticos capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, que pueden estar integrados a través de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, las cuales le permiten al usuario tener control desde adentro o fuera de la casa. (Imagen 28).

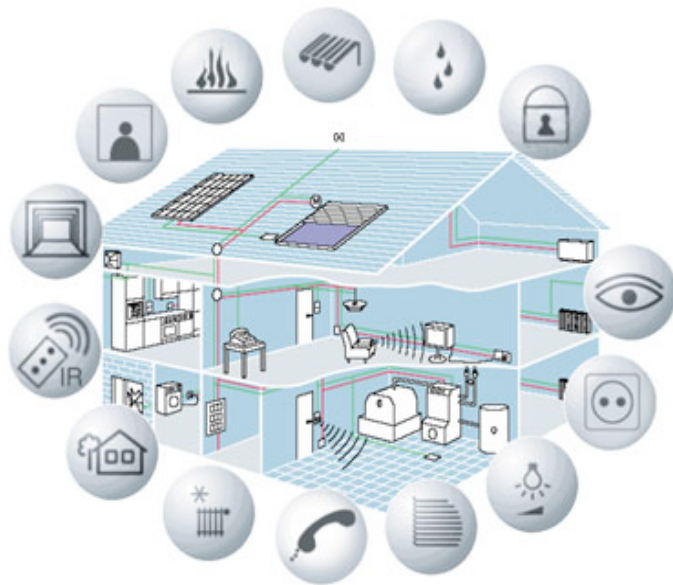
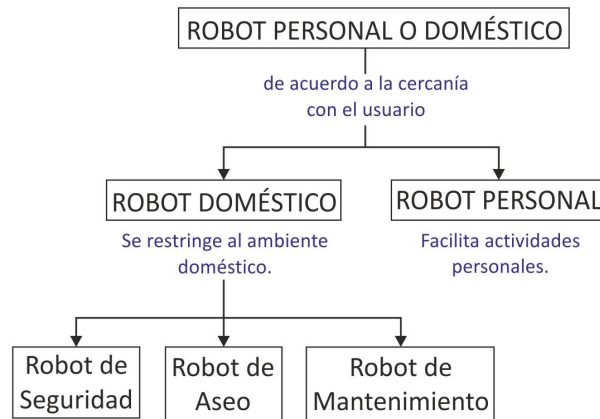


Imagen 28. Ilustración de los sistemas robóticos de una casa estándar, entre ellos intercomunicados.

Estos robots, de manera independiente se propone sean agrupados de acuerdo con la tarea principal que ejecutan en:

- Robots de Seguridad.
- Robots de Aseo.
- Robots de Mantenimiento.



Mapa 13. División del Robot Doméstico. Desarrollado por la autora.

8.1.1. Robots de Seguridad

Son aquellos robots de servicio, que en menor escala que los robots profesionales, diseñados para desactivar bombas, inspeccionar zonas, prevenir ataques y alertar sobre actividades sospechosas, son utilizados en el ambiente doméstico con fines de seguridad y vigilancia. Pueden ser dispositivos móviles o instalados en diferentes puntos estratégicos del hogar, están en capacidad de llevar un reporte, alertar o accionar ante una situación anormal que represente sospecha, o que implique peligro. Estos robots pueden ser implementados tanto en ambientes exteriores como interiores, inclusive con tareas tan delicadas como la seguridad de un niño.

A continuación se ilustran algunos de estos robots:

Sky-Cye, es uno de los más recientes desarrollos, resultado del trabajo conjunto entre las empresas Probotics Inc, especializada en robots de limpieza para ambientes exteriores, y Educational Robot Co, especializada en robots para la educación, ambas empresas ubicadas en Pittsburg, Estados Unidos. Sky-Cye ha sido catalogado por sus creadores como “*el robot espía*”, ya que su potente cámara le permite operar y supervisar las actividades dentro del ambiente del hogar y transmitirlos de manera inalámbrica en una plataforma en internet a la cual el usuario puede acceder. El robot puede aprender los recorridos que le enseñe el usuario en una primera instalación y ejecutarlos de forma repetitiva, o desplazarse siendo operado por un control remoto en caso que el usuario lo desee.



Imagen 29. Spy-Cye. Probotics.
Robot de Seguridad en el Hogar.

Entorno	•Controlado/Dinámico: El ambiente a través del cual el robot se desplaza sufre cambios, aunque algunos de los elementos que en él se ubican se mantienen de manera estática.
Autonomía	•Movilidad: Sí, sus dos ruedas le permiten desplazarse. •Percepción: Cuenta con una cámara de video que puede girar los 360 grados y un micrófono. •Nivel de Inteligencia: Puede ser teleoperado o de aprendizaje. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de Alimentación: Su carga tiene una duración de 2 horas en uso continuo y no está en capacidad de auto-cargarse.

Interacción	•Pasiva: Cuando su funcionamiento se da de forma secuencial y autónoma. •Activa: Cuando su funcionamiento es operado remotamente. La interacción es de tipo indirecta, ya que la persona lo controla a distancia.
--------------------	--

Spyball puede situarse dentro de la categoría de robots para el cuidado y vigilancia del hogar; el robot desarrollado por la empresa WowWee ejerce funciones de video-vigilancia las cuales pueden ser operadas remotamente, el robot cuenta con un puerto USB a través del cual se configura y restringe el acceso remoto por internet a computadores y dispositivos o celulares móviles a través del cual se puede hacer seguimiento de todos sus recorridos.



Imagen 30. Spyball. Wowee Technology.
Robot de Seguridad en el Hogar.

Entorno	•Controlado/Dinámico: El ambiente a través del cual el robot se desplaza sufre cambios, aunque algunos de los elementos que en él se ubican se mantienen de manera estática.
Autonomía	•Movilidad: Sí, tiene 2 diferentes formas de desplazarse: 1era. Cuando la cámara que lleva en medio está en posición de cerrada, Spyball rueda libremente 360 grados sobre su cuerpo, el movimiento es accionado por las dos ruedas domo. 2da. Cuando la cámara está abierta, rueda gracias al impulso que ejercen las dos ruedas domo, pero mantiene su balance en una misma posición con tercera rueda que se desprende de su parte trasera. •Percepción: Cámara de video, micrófono y sensores de balanceo. •Nivel de Inteligencia: Teleoperado (a través de internet) o Funcionamiento repetitivo. •Lenguaje de Programación: Su secuencia de movimientos repetitivos puede ser programados por el usuario a través de una plataforma modular. •Fuente de Alimentación: No está en capacidad de auto-cargarse. Duración de carga entre 3-10 horas de acuerdo con el uso.
Interacción	•Activa: Cuando el robot es operado remotamente. Esta interacción es de tipo indirecta, ya que la persona lo controla a distancia.

Rovio, también creación de la empresa WowWee es un robot más moderno y mejor equipado que Spyball cuenta con un sistema de GPS y una cámara fija que le permiten al usuario manipular sus desplazamientos y observar en video que está observando el robot. Este robot es confiable, su amplia cobertura permite que el dueño de casa pueda vigilar el hogar cuando está fuera o sale de vacaciones.



Imagen 31. Rovio. Wowee Technology.
Robot de Seguridad en el Hogar.

Entorno	•Controlado/Dinámico: El ambiente a través del cual el robot se desplaza sufre cambios, aunque algunos de los elementos que en él se ubican se mantienen de manera estática.
Autonomía	•Movilidad: Sí, Rovio cuenta con un sistema de tres ruedas que le dan estabilidad y le permiten desplazarse en cualquier dirección. •Percepción: Cámara de video fija, micrófono y sistema de GPS incorporado. •Nivel de Inteligencia: Teleoperado (a través de internet) o Funcionamiento repetitivo. •Lenguaje de Programación: Su secuencia de movimientos repetitivos puede ser programados por el usuario a través de una plataforma modular. •Fuente de Alimentación: No está en capacidad de auto-cargarse. Duración de carga entre 3-10 horas de acuerdo con el uso.
Interacción	•Activa: Cuando el robot es operado remotamente. Esta interacción es de tipo indirecta, ya que la persona lo controla a distancia.

8.1.2. Robot de Aseo

Son aquellos robots de servicio, que en menor escala que robots profesionales son utilizados para encargarse del aseo o limpieza en el hogar; estos son en su mayoría dispositivos móviles, se asemejan a las aspiradoras tradicionales pero más pequeñas, versátiles y con mayor autonomía para ejecutar sus funciones y moverse en ambientes diversos del hogar; en espacios interiores o exteriores, desempeñando tareas como limpiar la mugre y retirar el polvo de superficies como: ventanas, pisos, fondos de piscinas, tareas generales o más específicas.

A continuación se ilustran algunos de estos robots:

El robot aspiradora Roomba en su última y más reciente versión fue lanzado al mercado en marzo de 2012 por iRobot, compañía fundada en 1990 por los miembros del Instituto de Tecnología de Massachusetts Rod Brooks, Colin Angle y Helen Greiner; quienes junto con la NASA trabajaron en el desarrollo de exitosos robots espaciales, trabajo en el que comprendieron que compartían una visión sobre los robots que iba más allá de la universidad y de la industria, soñaban con aplicaciones prácticas que pudieran cambiar el mundo logrando una diferencia en la vida de las personas.



Imagen 32. Roomba 780. iRobot.
Robot de Aseo en el Hogar:

Entorno	•Controlado - Dinámico: El ambiente a través del cual el robot se desplaza sufre cambios, aunque algunos de los elementos que en él se ubican se mantienen de manera estática. Las actividades para las cuales está destinado lo hacen no tener mayor contacto con las personas, lo que hace que su entorno, debido a la escasa interacción con las personas podría considerarse menos dinámico y más controlado.
Autonomía	•Movilidad: Sí. •Percepción: Sensores de proximidad (láser) y sensores de contacto. •Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo, autónomo o inteligente. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de Alimentación: Versiones más recientes como la ilustrada están en capacidad de auto-cargarse dirigiéndose a un punto de carga.
Interacción	•Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario.

El robot limpia ventanas, Winbot introducido por la empresa Ecovacs fue presentado en La Feria Internacional de Electrónica de Consumo, CES 2010. El robot diseñado para limpiar ventanas, está compuesto por dos módulos que se colocan a lado y lado de la ventana y que atraídos por una fuerza magnética se sujetan a esta. Aunque no hay difundida mucha información sobre su funcionamiento, se conoce que sus dos módulos están provistos de unas cabezas que tienen paños de microfibra internos ideales para la limpieza de esta superficie y esté provisto de sensores externos que le evitan chocarse contra obstáculos. El motor que permite que se desplace, está ubicado en solo uno de sus módulos.



Imagen 33. Winbot W553. Ecovacs
Robot de Aseo en el Hogar.

Entorno	• Controlado - Dinámico: El ambiente a través del cual el robot se desplaza sufre cambios, aunque algunos de los elementos que en él se ubican se mantienen de manera estática. Las actividades para las cuales está destinado lo hacen no tener mayor contacto con las personas, lo que hace que su entorno, debido a la escasa interacción con las personas podría considerarse menos dinámico y más controlado.
Autonomía	• Movilidad: Sí. • Percepción: Sensores de contacto. • Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo. • Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. • Fuente de Alimentación: No está en capacidad de auto-cargarse. La batería se estima que tiene una duración de unas 5 horas consecutivas de uso.
Interacción	• Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario, pese a que depende de una persona para que lo coloque sobre la superficie a limpiar y le suministre batería.

El robot de lavado de suelos, Scooba es el segundo producto más exitoso de iRobot después de Roomba, disponible a la venta en más de 40 países. El robot realiza 4 etapas para el lavado del suelo: preparación (retira partículas de polvo y migajas), limpieza (pulveriza el agua y la solución), fregado (restriega la mugre con un cepillo de movimiento rotatorio) y recogida (succiona agua sucia y partículas, las cuales las almacena en un compartimiento).



Imagen 34. Scooba 390. iRobots.
Robot de Aseo en el Hogar.

Entorno	• Controlado - Dinámico: El ambiente a través del cual el robot se desplaza sufre cambios, aunque algunos de los elementos que en él se ubican se mantienen de manera estática. Las actividades para las cuales está destinado lo hacen no tener mayor contacto con las personas, lo que hace que su entorno, debido a la escasa interacción con las personas podría considerarse menos dinámico y más controlado.
Autonomía	• Movilidad: Sí. • Percepción: Sensores de proximidad (láser) y sensores de contacto. • Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo, autónomo o inteligente. • Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. • Fuente de Alimentación: Versiones más recientes como la ilustrada están en capacidad de auto-cargarse dirigiéndose a un punto de carga.
Interacción	• Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario, aunque este le puede programar en que áreas debe concentrarse.

8.1.3. Robot de Mantenimiento

Son robots que se ubican en la categoría de robots profesionales y que en una menor escala y potencia se les está comenzando a incorporar en el ambiente doméstico, destinados a tareas de reparación, rehabilitación y mantenimiento, tareas que resultan ser algo más puntuales y menos repetitivas que las de aseo y seguridad en el hogar. Estos robots son en su mayoría dispositivos móviles con aspectos diversos, que resultan de adaptaciones de los robots profesionales que modificados y trasladados al ambiente doméstico, no son hasta el momento muy comerciales debido a sus altos costos.

A continuación se ilustran algunos ejemplos de estos robots:

Robots que reparan daños en tuberías como el ilustrado en la Imagen 36, parten del mismo mecanismo de funcionamiento de robots profesionales (Imagen 35), escalados al hogar. Proyectos de investigación que buscan adaptar robots ya instalados en sectores industriales para incorporarlos en el hogar.



Imagen 35. Proceso de reparación de tuberías sin necesidad de obra. Ejemplo de un robot profesional de mantenimiento.

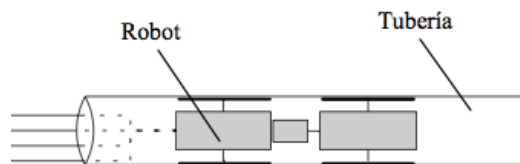


Imagen 36. Robot reparador de tuberías.
Robot de Mantenimiento en el Hogar.

Entorno	•Controlado: El robot se introduce en el interior de la tubería.
---------	--

Autonomía	• Movilidad: Sí, el robot tiene un sistema de ruedas que son impulsadas usando aire comprimido. • Percepción: Cámara de video. • Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo. • Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. • Fuente de energía: Aire comprimido.
Interacción	• Pasiva: El robot y usuario no entran en contacto, el robot da aviso al usuario en caso de encontrar daño, el cual repara.

Ambrogio L050 Evolution, fabricado por la compañía italiana Zucchetti, es un robot cortacésped pequeño, ligero e impermeable con capacidad de auto-carga. El robot es ideal para jardines de hasta 800m² y está dotado con un sistema de seguridad que detiene la cuchilla cuando se levanta del suelo o en caso de problemas. Su funcionamiento es aleatorio, desmenuza el césped en fragmentos tan pequeños que no hay necesidad de recogerlos. La hierba sirve de fertilizante mediante el proceso de mulching (desmenuzado orgánico) utilizado en los terrenos de golf.

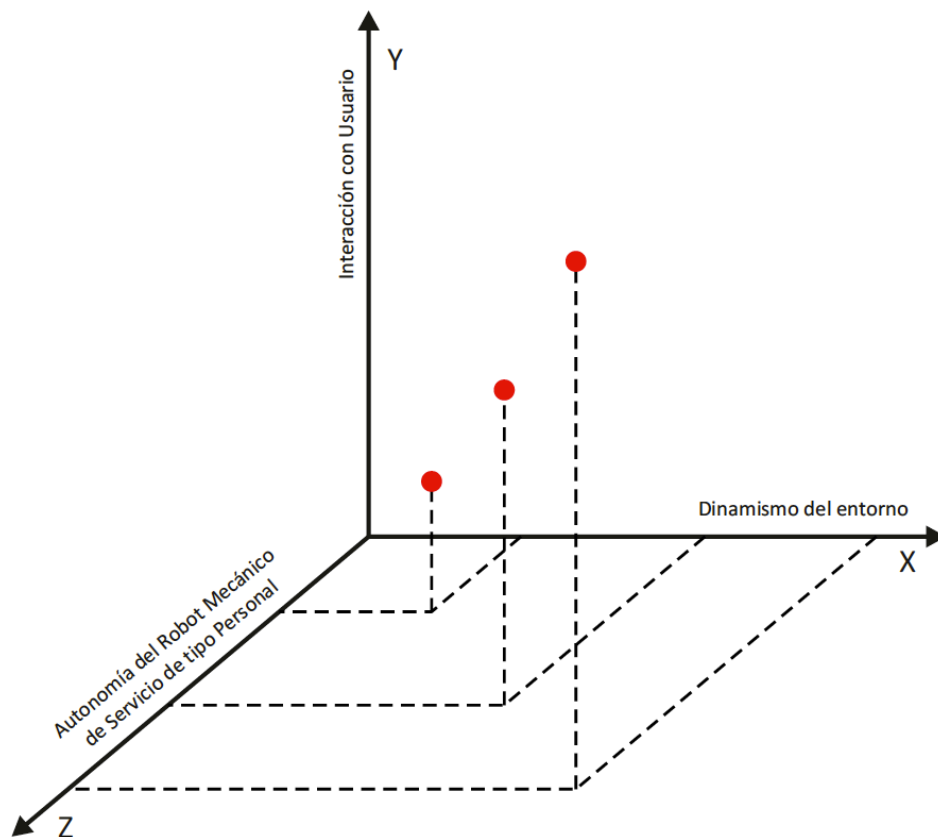


Imagen 37. Ambrogio L050 Evolucion. Zucchetti
Robot corta césped para el mantenimiento en el hogar.

Entorno	• Controlado: El robot se usa en ambientes exteriores del hogar, lo que hace que esté sometido a la intemperie, los cambios del climáticos, fenómenos que no impredecibles y que pueden afectar sus labores.
Autonomía	• Movilidad: Sí, tiene un sistema de tracción de 4x4. • Percepción: Sensor de inclinación, Sensor de levantamiento, Sensores de anti-caída. • Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo, el robot avanza hasta encontrarse con un obstáculo y redirecciona su marcha. • Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. • Fuente de Alimentación: Batería Ion-Litio que se recarga automáticamente.
Interacción	• Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario, aunque la posibilidad de regular la altura de corte del prado debe ejecutarse por la persona que manualmente está en capacidad de ajustarla en el robot.

8.2. ROBOT PERSONAL

En esta categoría se ubica aquel robot que facilita las actividades propias del individuo, sin restringirse a las que son parte del ambiente doméstico, el robot puede desplazarse a otros ambientes sirviéndole al ser humano como rehabilitador, potencializador y/o asistente, así como también generarle diversión y goce en actividades personales; actividades en las que el robot se centra en la asistencia a las personas, promoviendo a que se dé una interacción más cercana, una interacción de tipo activa con el usuario.



Gráfica 9. Tendencia evolutiva del Robot Personal construida desde los aspectos de autonomía, interacción y entorno. Desarrollado por la autora.

En la Gráfica 9 se puede visualizar como el Robot de servicio de tipo Personal, en la medida en que sus características o componentes son más estructuradas, lo hacen más autónomo y por tanto más capaz, versátil y eficaz en la forma como interactúa con las personas, estableciendo canales de comunicación más estrechos con este, lo que refleja que el entorno se haga más dinámico.

En esta categoría se propone sean re-ubicados aquellos robots clasificados por la IFR como:

- Robots de entretenimiento

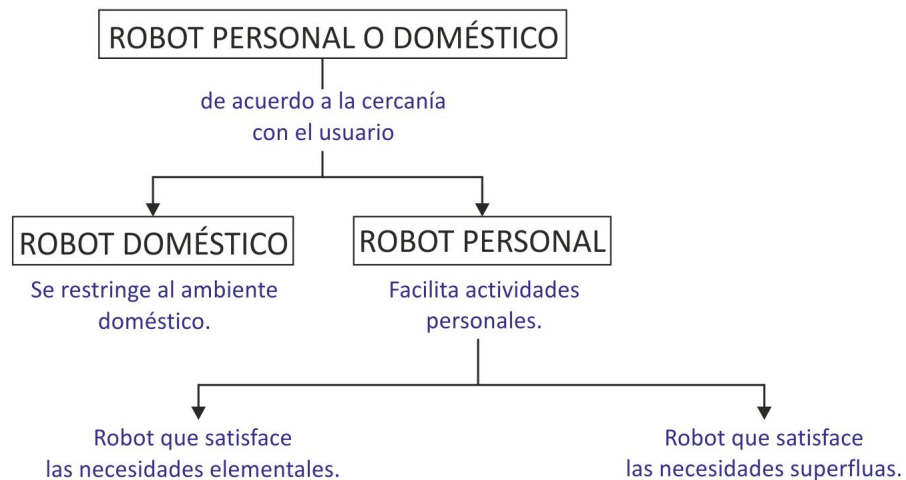
- Asistencia ayuda a discapacitados
- Transporte personal

Los que podrían ser considerados como robots de servicio de asistencia a humanos.

Igualmente dentro de esta categoría podremos identificar dos tipos de robots, los que satisfacen necesidades elementales del ser humano y los que satisfacen las necesidades superfluas, necesidades entre las que no existe una estricta distinción; las primeras garantizan el estar del hombre, mientras que las segundas su bienestar.

Estos robots, de manera independiente se propone sean agrupados de acuerdo con el tipo de necesidad que satisfacen en:

- Robot que satisface necesidades elementales.
- Robot que satisface necesidades superfluas.



Mapa 14. Tipos de Robot de la Categoría de Robot Personal. Desarrollado por pa autora.

8.2.1. Robot que Satisface Necesidades Elementales

En esta categoría de robots de servicio se ubicaron los que contribuyen al desarrollo de las actividades básicas o elementales del ser humano. Robots sustitutos o rehabilitadores de miembros superiores e inferiores y órganos implicados con la percepción que le permiten al ser humano contar con la independencia que necesita para el desarrollo de sus actividades diarias más básicas (higiene, movilidad, alimentación, etc.) contribuyendo en la mejora de su calidad de vida.

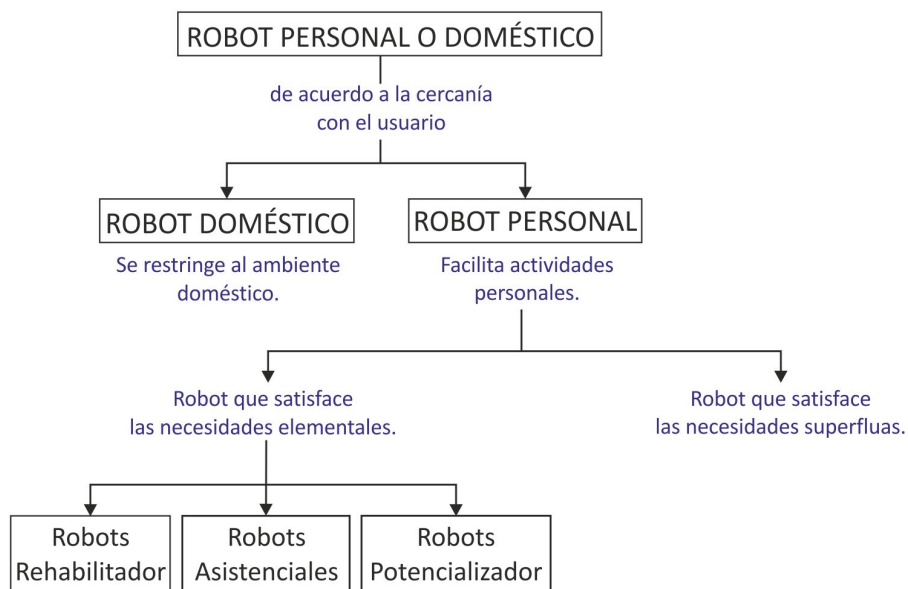
En esta categoría se pueden reubicar aquellos robots clasificados por la IFR como:

- Asistenciales ayuda a discapacitados
- Transporte personal

Los cuales según muestran los estudios estadísticos de la IFR en el año 2003 y sus proyecciones al 2007, no parecen tener una amplia difusión, con tan sólo 1.640 unidades instaladas a nivel mundial, por lo que podría pensarse que en gran medida se debe a los altos costos de implementación y al aún muy crudo panorama de desarrollo en el que se encuentran estos robots, muchos aún en fase de prototipo.

Dentro de esta categoría planteo se ubiquen las siguientes sub-categorías de acuerdo con el tipo de servicio que presten a los seres humanos:

- Robots Rehabilitadores.
- Robots Asistenciales.
- Robots Potencializadores.



Mapa 15. Robots Personales que satisfacen las necesidades elementales. Desarrollado por la autora.

8.2.1.1.Robots Rehabilitadores

En esta categoría se pueden ubicar aquellos robots que son implementados con el fin de restituir aquellas partes y habilidades físicas de una persona que por enfermedad o accidente las ha perdido y le representan ser obstáculo para desenvolverse en su entorno inmediato y realizar las actividades diarias de forma independiente.

En esta categoría de robots se incluyen ubicar aquellos dispositivos que cuentan con un enfoque desde la ingeniería biomédica en el que intervienen investigadores y desarrolladores vinculados con el sector de la salud y la robótica: médicos, terapeutas, ingenieros, diseñadores y colaboradores que desarrollan prótesis o exoesqueletos de partes del cuerpo para mejorar la eficiencia de los tratamientos y ayudar a rehabilitar a sus pacientes y re-incorporarlos a las actividades de la vida cotidiana.

Sustituir las partes del cuerpo afectadas es algo complejo y una decisión que no se toma a la ligera, en especial cuando se trata de extremidades como por ejemplo: la mano, un miembro que de acuerdo con su capacidad para realizar múltiples funciones lo hacen más difícil de ser remplazado, pero igual de importante que una pierna que debe garantizar el equilibrio y el desplazamiento de la persona.

A continuación se ilustran algunos ejemplos de estos dispositivos robóticos:

La compañía alemana Ossur anunció en febrero del año 2011, el lanzamiento de Power Knee, la rodilla motorizada para personas inválidas. De acuerdo a la compañía, el Power Knee fue para la fecha aprobado por el Sistema Nacional de Salud Alemana, cubierto por seguros privados en Francia y Reino Unido, y acogido por selectos centros de productos para discapacitados en Estados Unidos.

Power Knee ha sido reconocida como la única prótesis activa para la pierna en la parte bajo la rodilla que ha sido amputada, este dispositivo robótico combina inteligencia artificial, sensores de movimiento y comunicación inalámbrica con lo cual está en capacidad para aprender y ajustarse a los movimientos del usuario al caminar, remplazando verdaderamente la actividad muscular de la zona, permitiendo extender o recoger la pierna sin ningún tipo de problema en actividades de impacto moderado.

Otro dispositivo de la misma compañía, patrocinado en conjunto con la compañía Nike, es el Flex-Run, una prótesis para competidores que les permite realizar actividades extremas y de alto impacto como competencias de atletismo, la cual ya ha demostrado tener un muy alto impacto y acogida en el sector.



Imagen 38. Power Knee
Robot Rehabilitador:

Entorno	•Dinámico: El entorno en el que la persona se desplaza es variante, puede tener superficies lisas, ondulantes, empinadas, y combinar dichas características.
Autonomía	•Movilidad: Sí, por movimiento voluntario de la persona. •Percepción: Sensores de contacto y movimiento. •Nivel de Inteligencia: Robot de aprendizaje, aprende del movimiento del cuerpo y los replica en el tiempo. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario, el robot aprende del movimiento del cuerpo. •Fuente de energía: Baterías de alta duración y el movimiento de la persona para ponerlo en marcha.
Interacción	•Activa y directa: El funcionamiento del robot depende de los movimientos que requiera hacer la persona, así como también la persona depende de su adecuado funcionamiento.

El fabricante japonés de automóviles Toyota, en una feria tecnológica realizada en Tokio a finales del 2011 dio a conocer una de sus primeras prótesis robóticas dirigidas al sector de rehabilitación médica de pacientes lisiados.

Entre sus dispositivos se encuentra una prótesis artificial para ayudar a la movilidad de las piernas de los pacientes afectados por parálisis o amputación de miembro, la cual se estima que sea lanzada al mercado en el año 2013. En el caso específico de este dispositivo, el mecanismo incorpora servomotores y sensores que en conjunto detectan la postura y otros atributos intrínsecos a la reacción de los circuitos integrados del sistema.

Otro de los productos es el Independent Walk Assist, un dispositivo orientado a los pacientes de rehabilitación que tienen que aprender de nuevo a caminar. Este dispositivo está diseñado para guiar los movimientos que debe dar la pierna y, además, soportar el peso del paciente para que éste vaya recuperando el equilibrio. Conforme el paciente va avanzando, el dispositivo va soportando menos peso (y haciendo que lo cargue el paciente), avanzando poco a poco en su recuperación.



Imagen 39. Independent Walk Assist. Toyota.
Robot Rehabilitador.

Entorno	•Dinámico: El entorno en el que la persona se desplaza es variante, puede tener superficies lisas, ondulantes, empinadas, y combinar dichas características.
Autonomía	•Movilidad: Sí, por movimiento voluntario de la persona. •Percepción: Sensores de contacto y movimiento. •Nivel de Inteligencia: Robot de aprendizaje, aprende del movimiento del cuerpo y los replica en el tiempo. Este robot va calculando las cargas y las regula a través del proceso de rehabilitación de la persona. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario, el robot aprende del movimiento del cuerpo. •Fuente de energía: Baterías de alta duración y el movimiento de la persona para ponerlo en marcha.
Interacción	•Activa y directa: El funcionamiento del robot depende de los movimientos que requiera hacer la persona, así como también la persona depende de su adecuado funcionamiento.

Otra posibilidad es la de controlar órganos o miembros que han dejado de responder a las “órdenes” del cerebro. Distintos dispositivos ortésicos incluyen ya electroestimulación funcional. Recogen las órdenes en otro punto del sistema nervioso que no esté dañado y activan el miembro paralizado a voluntad, esto ocurre con Myomo, el exoesqueleto robótico para miembro superior ilustrado en la imagen a continuación.



Imagen 40. Myomo, brazo robótico desarrollado por el M.I.T.
Robot Potencializador

Entorno	•Dinámico: El entorno en el que la persona se incorpora es variable, son diferentes los elementos que debe manipular dentro de su entorno.
Autonomía	•Movilidad: Sí, por movimiento voluntario de la persona. •Percepción: Sensores de contacto y movimiento. •Nivel de Inteligencia: Robot de aprendizaje, aprende del movimiento del cuerpo y los replica en el tiempo. Este robot va calculando las cargas y las regula a través del proceso de rehabilitación de la persona. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario, el robot aprende del movimiento del cuerpo. •Fuente de energía: no requiere, es impulsado por los terminales nerviosos del cuerpo.
Interacción	•Activa y directa: El funcionamiento del robot depende de los movimientos que requiera hacer la persona, así como también la persona depende de su adecuado funcionamiento para desempeñar de manera exitosa las tareas del día a día.

Esko es un robot exoesqueleto que puede ser incorporado al cuerpo de personas que tienen debilidad o han sufrido de parálisis en extremidades inferiores. El robot, ayuda a incrementar la fuerza

de personas, sirviéndoles como soporte para mantenerse en pie, sin remplazar sus miembros, e inclusive ayudándoles a caminar:

El robot se coloca y se ajusta al igual que una prenda de vestir, su sistema de correas de velcro le permiten ajustarlo firmemente al torso y piernas, mientras que su combinación de sensores y motores le permiten al usuario adoptar una posición adecuada del cuerpo, manteniendo el equilibrio y permitiéndole caminar a ritmo. Un usuario con una ligera experiencia está en capacidad de colocarse o quitarse el equipo en 5 minutos de manera independiente o con una mínima asistencia.



Imagen 41. Esko. esko Bionics
Robot Rehabilitador

Entorno	•Dinámico: Participa en el andar de la persona, lo que lo lleva a enfrentarse a diversidad de terrenos.
Autonomía	•Movilidad: Sí, soportado en el movimiento natural del usuario. •Percepción: Sensores de contacto y movimiento. •Nivel de Inteligencia: De aprendizaje, operado a través del movimiento. •Lenguaje de Programación: Movimiento natural del cuerpo. •Fuente de Alimentación: Baterías de alta duración.
Interacción	•Directa: El robot y la persona tienen una estrecha relación, el movimiento de uno depende del soporte y potencia que le otorga el otro.

8.2.1.2. Robots Asistenciales

En esta categoría de robots se ubican aquellos que asisten a la persona (en su mayoría a personas de edad), que como parte del proceso de envejecimiento natural, o debido a traumas por enfermedad o accidente, manifiestan limitaciones senso-motoras que les representan ser un obstáculo para percibir su entorno a través de todos los sentidos y desplazarse, lo que les significa ser un impedimento para realizar sus actividades de manera independiente, por ejemplo muchas personas con discapacidad física tienen dificultades o no pueden caminar, coger cosas o hacer otras actividades básicas de la vida diaria como comer y asearse.

Debido a este tipo de dificultades o impedimentos, compañías como Toyota y Ossur, entre otras alrededor del mundo, han ideado sistemas de rehabilitación efectivos para mejorar la fuerza y la coordinación del movimiento de este tipo de personas. Se han desarrollado robots de tres modalidades: con una base fija instalada cerca del usuario, con base móvil o robots anclados a la silla de ruedas del usuario.

La diversidad de necesidades que presentan los usuarios y la imposibilidad de construir un robot que sustituya totalmente la mayoría de limitaciones físicas, ha llevado a desarrollar distintos tipos de sistemas robotizados diseñados de acuerdo con una finalidad concreta como por ejemplo dar de comer. En la imagen 42, se ilustra un brazo robótico que anclado a la mesa donde come la persona o en el baño puede asistirle dándole de comer, beber o ayudarlo en su aseo personal.

Para una persona que tiene alguna discapacidad, realizar las tareas de la vida cotidiana puede ser más difícil que para la mayoría de personas, actividades sencillas como ir al supermercado, levantarse de la cama por las mañanas, o sencillamente abrir una puerta puede resultar una tarea bastante complicada.

A continuación se ilustran algunos ejemplos de estos dispositivos robóticos:



Imagen 42. Care O-Bot Morpha proyecto de robótica de la Universidad Carlos III de Madrid.
Robot Asistencial.

Entorno	•Dinámico: Pese a que el robot no debe desplazarse de un punto fijo, su brazo debe moverse y localizar los elementos para suministrárselos a las personas.
Autonomía	•Movilidad: Parcial, brazo móvil sujeto a silla o a pared. •Percepción: Cámara de video, sensores de contacto y proximidad. •Nivel de Inteligencia: De aprendizaje, autónomo o inteligente. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de Alimentación: Corriente continua, se conecta a un toma cercano a la zona donde se le instala.
Interacción	•Directa: El robot está en comunicación constante con la persona, lo asiste en las tareas que este requiere ejecutar.

Como ejemplo también cabe citar las sillas de ruedas eléctricas, parcial o totalmente autónomas a las que se les incorporan sistemas de navegación y control que permiten a la persona desplazarse en espacios interiores y exteriores no estructurados, con destinos guiados o finales definidos de acuerdo con las limitaciones de su usuario. A estas sillas regularmente se les pueden acoplar brazos robóticos que permitan asistir a la persona en sus actividades del día a día.

JACO es un ligero y discreto brazo robótico resistente al agua, capaz de acoplarse a cualquier tipo de silla de ruedas eléctrica. Cuenta con una mano multifuncional de tres dedos (para un mayor agarre) que le permite aumentar el alcance en alrededor de un metro, de esta manera permite recoger objetos que estén en el suelo, en el congelador e inclusive permite la posibilidad de abrir una puerta.



Imagen 43 JACO, Brazo robótico para silla de ruedas eléctrica.
Robot Asistencial.

Entorno	•Dinámico: Pese a que el robot no debe desplazarse de un punto fijo, su brazo debe moverse y localizar los elementos para suministrárselos a las personas.
Autonomía	•Movilidad: Parcial, brazo móvil sujeto a silla o a pared. •Percepción: Cámara de video, sensores de contacto y proximidad. •Nivel de Inteligencia: De aprendizaje, autónomo o inteligente. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de Alimentación: Se conecta a la batería de la silla eléctrica a la que se incorpore, o también si se desea instalar en una superficie fija, este puede conectarse directamente al toma corriente. Su consumo es muy bajo.
Interacción	•Directa: El robot está en comunicación constante con la persona, lo asiste en las tareas que este requiere ejecutar.

La compañía de origen turco de diseño e investigación AMS Mekatronic, ha diseñado un innovador dispositivo robótico que modifica por completo el concepto de la silla de ruedas convencional. Tek RMD o Instrumento de Movilización Robótica permite a una persona parapléjica ponerse de pie y desplazarse en ambientes interiores.

Un video de demostración de este dispositivo, publicado por la empresa, muestra a Yusuf Akturkoglu, víctima de una lesión en la médula espinal, sentado en una cama con un control remoto para mover el Tek RMD Tek delante de él. Yusuf se puede subir al dispositivo por la parte posterior; atarse el cinturón de seguridad y subir. Gracias al uso de un sistema de suspensión con resortes a gas, el usuario sólo tiene que tirar suavemente de las manijas del dispositivo, para levantarse hacia una posición de pie.

Cuando la CNN le preguntó acerca del Tek RMD, Akturkoglu dijo que le da una mayor movilidad que la que tenía antes. “Puedo vivir mi vida más parecida a la que tenía antes del accidente”, dice y agrega que “ahora puedo encajar en lugares en los que antes no podía” además, el impacto psicológico de la comunicación a nivel de los ojos, en lugar de tener que mirar todo el tiempo hacia arriba, lo ha hecho más sociable.



Imagen 44. TekRMD (Tek Robotic Mobilization Device), desarrollado por AMS Mekatronik. Robot Asistencial.

Entorno	•Dinámico: El dispositivo le permite a la persona desplazarse cómodamente dentro del ambiente doméstico y realiza otras actividades.
Autonomía	•Movilidad: Sí, su sistema de ruedas le permite ponerse en marcha. •Percepción: Carece de ellos, la persona tiene sus sentidos y está en la capacidad para detectar que elementos se le imponen en su camino. •Nivel de Inteligencia: Teleoperado. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de Alimentación: Batería eléctrica recargable.
Interacción	•Directa: El robot es operado por la persona que en él se incorpora.

8.2.1.3. Robots Potencializadores

En esta categoría se ubican aquellos robots que por sus características están en capacidad de potencializar las capacidades o habilidades físicas o sensoriales naturales de las personas, incrementándolas. Estos desarrollos aunque en apariencia difieren de la imagen que se tiene de robot, forman parte de investigaciones de diversas empresas y laboratorios de instituciones que los someten a pruebas constantes, con el ánimo de mejorarlos haciéndolos más eficientes y cómodos de usar.

Este tipo de robots funcionan a través de una red de sensores ubicados en diferentes terminales que están en capacidad para detectar los movimientos del usuario e incrementan su fuerza, haciéndolos más capaces para desempeñar ciertas actividades como desplazarse en distancias cortas y levantar objetos, actividades que debido a las condiciones físicas o alcances limitados que tienen se le dificulta realizar con cierta naturalidad.

HAL, el robot exoesqueleto ilustrado en la imagen 27, aún en estado de desarrollo, ha resultado tener una amplia acogida en la industria japonesa, ya que está desarrollado con la capacidad para duplicar y hasta triplicar la fuerza del trabajador; facilitándole ciertas labores: haciendo más natural y menos forzado el desplazamiento y manipulación de material pesado. Se tiene la expectativa que este tipo de trajes o partes de ellos puedan ser usados como soporte para el entrenamiento de personas con limitaciones o en situación de discapacidad motora y que con el uso constante de estos dispositivos pueden recobrar parcial o totalmente la movilidad de dichos miembros involucrados.

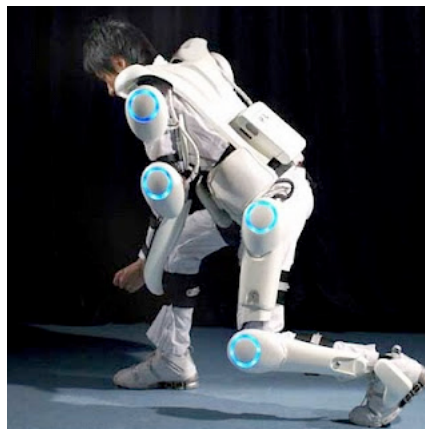


Imagen 45. Robot Suit HAL, desarrollado por Cyberdyne Inc.

A continuación se ilustran algunos ejemplos de estos robots:

En esta categoría también se ubican aquellos robots que potencializan las capacidades de desplazamiento de las personas, sirviéndoles para movilizarse con mayor facilidad de un lugar a otro. Desarrollos como los de la empresa Toyota están orientados hacia el desarrollo de robots capaces de

ofrecer una alternativa de movilidad más cercana, versátil y fácil de implementar que ayude a la gente en su vida cotidiana.

La línea de alternativas para la movilidad en la que está trabajado el laboratorio de robótica de Toyota, inspirado en el concepto *un paso avanzado hacia la movilidad innovadora*, ha orientado el trabajo en alternativas de movilidad como Winglet, i-Unit, i-Real, U-3x (Imagen 28), i-Foot, entre otros desarrollos que resultan ser un buen ejemplo que ilustra el tipo de robots que caben dentro de esta categoría y que han sido impulso a incorporar partes de estos en grandes vehículos asíéndolos más autónomos, inteligentes y por tanto más eficientes en su desplazamiento.

El Segway PT (Transportador Personal) es el primer dispositivo de transporte con autobalanceo, controlado por ordenador. El dispositivo fue inventado por Dean Kamen, producido por la compañía Segway Inc. y presentado en diciembre de 2001. A principios del año 2010 la empresa fue comprada por un grupo dirigido por el millonario británico Jimi Heselden, presidente de Hesco Bastion, quien nueve meses más tarde falleció usando uno de estos dispositivos. El ordenador y los motores situados en la base mantienen la base del Segway horizontal todo el tiempo. El usuario se debe inclinar su cuerpo hacia la dirección que quiera tomar (delante, atrás, derecha o izquierda).



Imagen 46. Segway, desarrollado por la compañía Segway Inc.
Robot Potencializador

Entorno	•Dinámico: Especialmente usado en espacios exteriores.
Autonomía	•Movilidad: Sí, tiene dos ruedas. •Percepción: Sensores de movimiento y giroscopios que detectan la inclinación del cuerpo. •Nivel de Inteligencia: Operado a través del movimiento, el peso y contrapeso. •Lenguaje de Programación: Movimiento natural del cuerpo. •Fuente de Alimentación: Motor eléctrico silencioso.
Interacción	•Activa y directa: El movimiento del cuerpo acciona el movimiento del dispositivo.

Honda presentó en el año 2009 un curioso dispositivo de una sola rueda, el cual fue catalogado por la revista TIME publicada en Nueva York, como uno de los mejores 50 inventos de ese año. Este dispositivo cuenta con una serie de sensores de movimiento que le permiten desplazar a su ocupante en todas las direcciones, simulando el movimiento humano. El U3X, con forma de ocho, se coloca entre las piernas y se dirige a través de las inclinaciones del cuerpo de su ocupante, una técnica parecida a la que usa el “Segway” que tanto éxito ha alcanzado. El compacto aparato permite al usuario ajustar la velocidad, girar y moverse en todas las direcciones, al igual que detenerse y mantener el equilibrio.

Honda, que aún está experimentando y trabajando en el desarrollo de esta silla ultra compacta, quiere aplicar esta tecnología a entornos cotidianos para ver sus posibilidades de aplicación. El U3X ha sido diseñado para mejorar la movilidad de las personas, por ejemplo en el lugar de trabajo, y mantiene al usuario a una distancia en la que el suelo es fácil de alcanzar y a la misma altura visual que los viandantes.



Imagen 47. U-3x de Honda puede desplazarse en cualquier dirección a una velocidad de hasta 6km/h.

• Entorno	•Dinámico: Especialmente usado en espacios interiores.
• Autonomía	•Movilidad: Sí, dispone de una rueda. •Percepción: Sensores de contacto y movimiento. •Nivel de Inteligencia: De aprendizaje, operado a través del movimiento. •Lenguaje de Programación: Movimiento natural del cuerpo. •Fuente de energía: Batería eléctrica de alta duración y recargable.
• Interacción	•Activa y directa: El movimiento del cuerpo acciona el movimiento del dispositivo.

8.2.2. Robot que Satisface Necesidades Superfluas

En esta categoría de robots de servicio se agrupan los diferentes modelos en los que los robots contribuyen al desarrollo de las actividades superfluas del ser humano. Robots que le permiten realizar actividades que involucran aspectos más allá de su supervivencia en el mundo y le producen placer o relajación al individuo contribuyendo en sus actividades de ocio.

Se ubican dentro de esta categoría desde robots mascotas y juguetes para los niños, pasando por robots programables con distintas capacidades e inteligencia, hasta kits de robots móviles o humanoides para montar y programar, piezas comercialmente ofertadas o creaciones de aficionados conocedores del campo de la robótica, robots utilizados en concursos y competencias como las de sumo o fútbol, robots que recrean ambientes en parques temáticos, robots como promotores de marcas, o robots implementados en entornos educativos para la enseñanza como material de apoyo en centros e instituciones educativas.

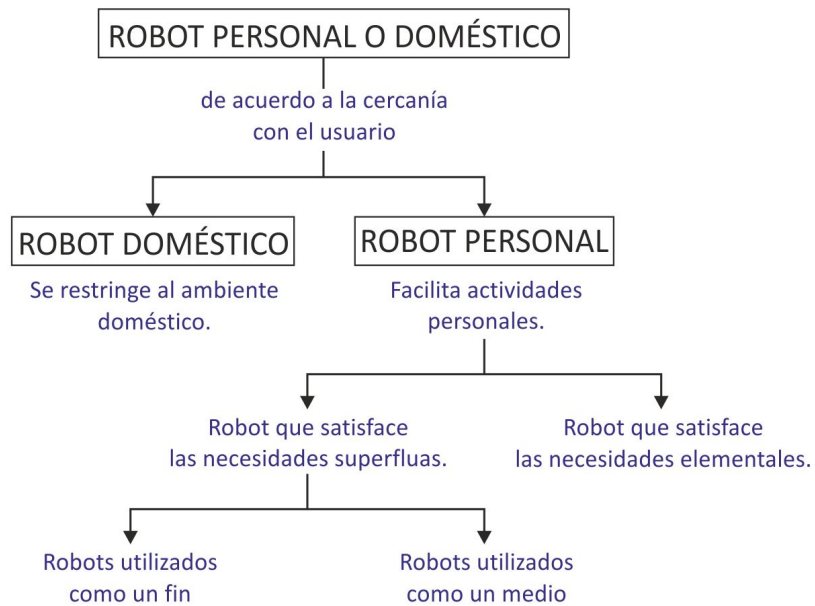
Todos estos robots clasificados por la IFR como *Robots para el Entretenimiento*, han sido sub-clasificados en cinco categorías diferentes, que son:

- Juguetes robotizados
- Entretenimiento
- Ocio
- Educación
- Entretenimiento
- Otros

pero no han sido establecidos límites claros para su distinción y ubicación en uno u otro.

Para acercarse al estudio de los mismos, se propone dividirlos en dos grupos de acuerdo con el criterio de si estos son utilizados como un FIN o como un MEDIO, lo cual varía de acuerdo con la intención con la cual se desarrollen o se haga uso de los mismos:

- Robots utilizados como un Fin.
- Robots utilizados como Medio.



Mapa 16. Robots que satisfacen las necesidades superfluas y son utilizados como un fin o como un medio.
Desarrollado por la autora.

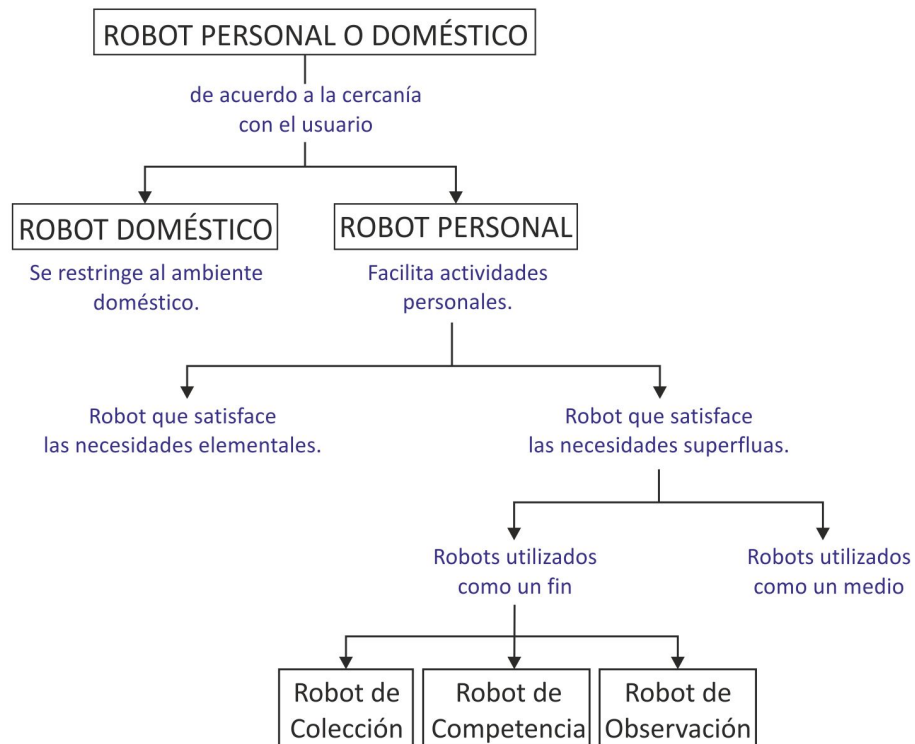
La tecnología, definida por la forma como el usuario se relaciona con los objetos y no por el tipo de objeto, ayuda a ilustrar como la incorporación de un robot como fin permite resolver un problema, mientras que su incorporación como medio permite que ese problema sea resuelto de manera óptima. Para este caso el procedimiento no es de tipo técnico sino tecnológico, el usuario tiene una relación directa con el objeto basada en el conocimiento de la teoría que respalda la tecnología.

8.2.2.1. Robots como un Fin

En esta categoría se agrupan aquellos robots que responden al interés del individuo, comprenden un objetivo o propósito último y suplen motivaciones particulares que determinan el tipo de acercamiento técnico del individuo hacia el mismo. Estos robots de acuerdo con sus características hacen parte o son el resultado de un pasatiempo o hobby motivado por interés personal y entre los que se distinguen:

- Robots de Colección.
- Robots de Competencia.
- Robots de Observación.

Estas categorías de robot que permiten que el campo se mantenga en constante evolución favoreciendo la investigación, estimulando nuevos desarrollos y despertando la motivación de futuros desarrolladores en el campo.



Mapa 17. División del Robots Personal que satisface necesidades superfluas y son utilizados como un fin.
Desarrollado por la autora.

8.2.2.1.1. Robots de Colección

Esta categoría abarca aquellos robots que de acuerdo con sus características resultan ser atractivos para una persona o grupo de personas que como iniciativa personal o motivada por otros factores sienten el deseo de coleccionarlos. Se incluyen en esta categoría robots réplicas en diferentes escalas de robots famosos del cine, la televisión, las historietas y robots juguetes.

Los juguetes son aquellos objetos que marcan la infancia de una persona, y a algunos más allá de ella. Dentro de los juguetes más populares que un niño puede llegar a tener, sobresalen los robots, tanto los modernos como los antiguos se distinguen por ser máquinas que con una baja carga de energía o sistema de cuerda, emiten sonidos, disparan cohetes y cuando este es de “última tecnología”, lanza humo, algo impresionante para los amigos y muy gratificante para la autoestima del dueño de tal máquina.

El museo Robot Hut ubicado en la ciudad de Elk (Washington, Estados Unidos) fue creado por el ingeniero Jhon Rigg, quien desde los 5 años colecciona robots juguetes y réplicas exactas de robots famosos (Imagen 29), otros museos virtuales como The Old Robots Web Site (<http://www.theoldrobots.com/>) ilustra la primera ola de desarrollos en robótica, creaciones entre 1980's y 1990's, todos estos ampliamente ilustrados hacen parte de la colección privada del creador de la página.



Imagen 48. Sección de la vitrina del Museo Robot Hut, Estados Unidos.

A continuación se ilustran algunos ejemplos de estos robots:

Son numerosas las versiones que se han sacado, réplicas a escala del famoso Robbie, el robot de la película Forbidden Planet ilustrado a continuación y anteriormente citado en el documento.

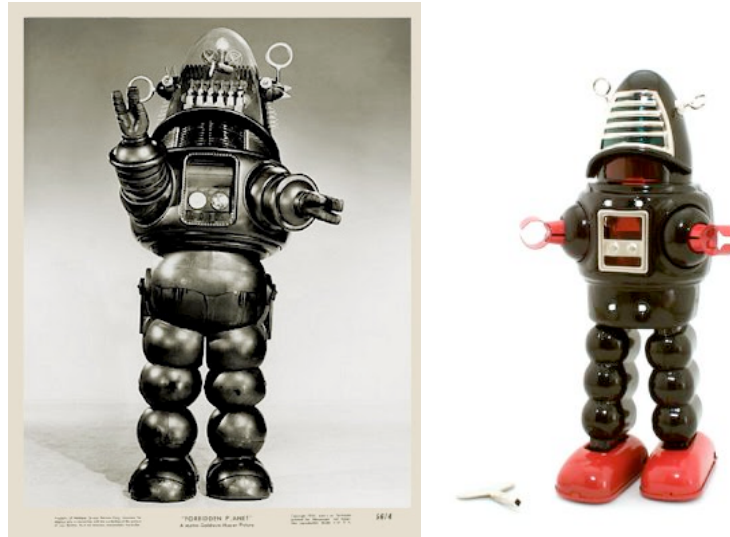


Imagen 49. Réplica a escala de Robbie el Robot de la Película Forbidden Planet.

Entorno	•Controlado: El robot permanece en una estantería en la cual hace parte de un grupo de robots de colección.
Autonomía	•Movilidad: No está en capacidad para desplazarse. •Percepción: Nula, el robot carece de dispositivos que le brinden información sobre las características del espacio en el cual se sitúa. •Nivel de Inteligencia: Carece de nivel de inteligencia. •Lenguaje de Programación: No requiere programación. •Fuente de Alimentación: No requiere.
Interacción	•Pasiva: El usuario por lo regular lo ubica en un lugar en el cual lo pueda lucir; pero no interactúa activamente con él, a menos que lo use como un juguete y no como una pieza de colección o exhibición.

Omnibot, ilustrado en el Imagen 50, fue lanzado al mercado por la compañía Tomy Robot en la década de 1980, donde se convirtió en un ícono de los desarrollos en robótica de la fecha, su curioso aspecto interestelar, los sonidos que emitía, en conjunto con las luces que prendían y apagaban mientras lo hacía fueron apreciados por niños y adultos del momento, los cuales actualmente lo conservan dentro de colecciones privadas.



Imagen 50. Omnitron 5402, desarrollado por Tomy Robots
Robots de Colección.

Entorno	•Controlado: El robot permanece en una estantería en la cual hace parte de un grupo de robots de colección.
Autonomía	•Movilidad: Sí, sus 7 ruedas le permiten desplazarse y girar sobre su propio eje. •Percepción: Nula, el robot carece de dispositivos que le brinden información sobre las características del espacio en el cual se sitúa. •Nivel de Inteligencia: Realiza acciones de manera repetitiva, controlado a través de un dispositivo remoto. •Lenguaje de Programación: no puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de Alimentación: Baterías recargables de muy baja duración.
Interacción	•Pasiva: El usuario por lo regular lo ubica en un lugar en el cual lo pueda lucir; pero no interactúa activamente con el, a menos que lo use como un juguete y no como un artículo de colección. •Activa: Cuando el robot es operado a control remoto por el usuario.

Colecciones privadas como la especializada en robots y juguetes del espacio del Ingeniero Paul Lips de Países Bajos, realizan subastas en las que ofertan espectaculares reliquias y piezas de colección como el Television Robot ilustrado en la Imagen 49 en la suma de 8.000 libras esterlinas.



Imagen 51. Sankei Clockwork Television Robot, Robots de Colección.

Entorno	•Controlado: El robot permanece en una estantería en la cual hace parte de un grupo de robots de colección.
Autonomía	•Movilidad: Sí, está en capacidad para desplazarse lentamente. •Percepción: Sensor de contacto. •Nivel de Inteligencia: Carece de nivel de inteligencia, se desplaza de manera aleatoria y cuando choca con un obstáculo prefiere redirecciona su marcha en un nuevo rumbo. •Lenguaje de Programación: No requiere programación. •Fuente de Alimentación: Suministrada mecánicamente, se le debe dar cuerda.
Interacción	•Pasiva: El usuario por lo regular lo ubica en un lugar en el cual lo pueda lucir; pero no interactúa activamente con el, a menos que lo use como un juguete y no como un artículo de colección.

8.2.2.1.2. Robots de Competencia

Cada año, en diferentes ciudades de Estados Unidos, Canadá y Europa, se llevan a cabo competencias muy particulares de robots de distintas categorías, a la que concurren competidores de todas partes del mundo. Ingenieros, técnicos, estudiantes y aficionados de todas las edades y diversas nacionalidades compiten con sus mejores desarrollos y aspiran al oro. Competencias como RobotGames® (Imagen x), Robot Wars®, RoboCup® y BattleBots® son sólo algunas de las más populares, cientos de participantes asisten a ellas.

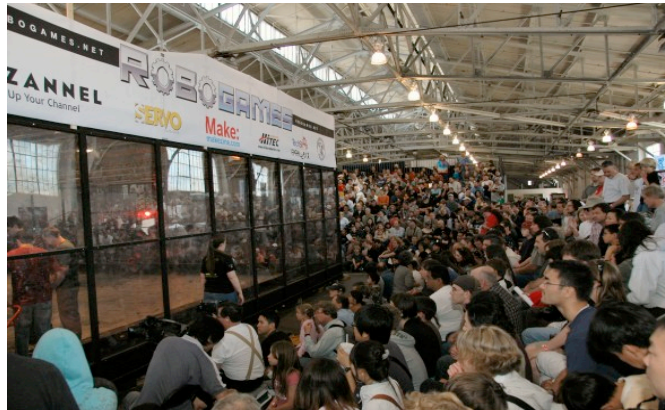


Imagen 52. Espectadores en la Competencia de RoboGames®
San Francisco, Estados Unidos. 2009

En esta categoría propuesta de Robots de Competencia, se ubican aquellos robots que son equipados con dispositivos y mecanismos de ataque que les permitan derrotar, destruir o superar a sus oponentes en habilidades como: fuerza, velocidad, precisión y estrategia dentro ambientes de competencia artificialmente contruidos para las diferentes modalidades de competencia que se presentan:

- **Seguidores de Línea:** Los robots que participan en este tipo de competencias son muy sencillos ya que tienen la única misión de seguir una línea, normalmente una línea negra sobre un fondo blanco.



Imagen 53. Seguidores de Línea.

- **Circuitos de Carreras:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por ser sencillos y muy veloces ya que tienen como misión completar un circuito en un menor tiempo que su oponente.



Imagen 54. Circuitos de carreras.

- **Laberintos:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por ser sencillos, pero con un más alto nivel de inteligencia, ya que tienen como misión ingresar a un laberinto y en el menor tiempo encontrar una salida. Algunos laberintos ocasionalmente incorporan en el recorrido retos adicionales.



Imagen 55. Laberintos.

- **Peleas de Sumo:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por sus condiciones de peso, fuerza y agilidad. Dos robot oponentes entran en contacto y en un área circular demarcada buscan derrotar a su oponente sacándolo del área.

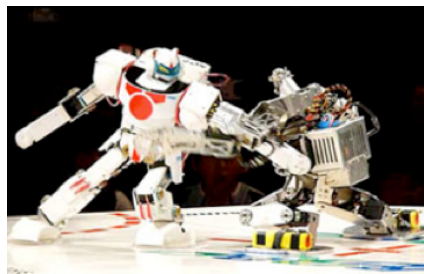


Imagen 56. Peleas de Sumo.

- **Campeonatos de Fútbol:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por sus excelentes capacidades motrices, de percepción y especialmente sus habilidades para trabajar en equipo, poseen buenos sistemas de comunicación a través de los cuales se delegan funciones buscando la victoria.

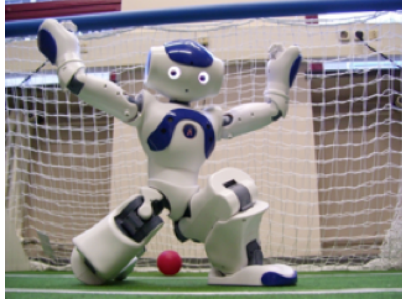


Imagen 57. Campeonatos de Fútbol.

- **Rescate:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por sus excelentes habilidades motrices para llevar a cabo tareas de rescate peligrosas, se distinguen por sus capacidades para mapear la zona y moverse en entornos complejos.

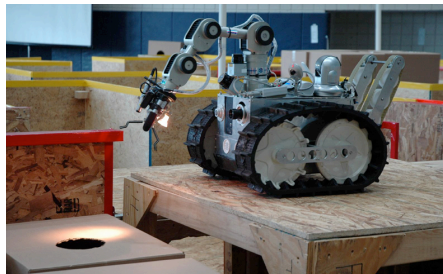


Imagen 58. Rescate.

- **Asistencia en el Hogar:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por capacidad para ayudar a las personas en su día a día, robots asistenciales que interactúan naturalmente.



Imagen 59. Asistencia en el Hogar.

- **Destrucción:** Los robots que participan en este tipo de competencias se caracterizan por sus excelentes hazañas evasivas y de ataque, poseen elementos corto-punzantes con los cuales buscan derrotar al enemigo. El robot victorioso es aquel que derrote a su contrincante.



Imagen 60. Destrucción.

Las personas que participan como competidores de este tipo de torneos tienen la opción de participar en diferentes modalidades de competencia individuales o grupales compitiendo con robots que pueden ser: robots de su propia inventiva, desarrollados con materiales y elementos varios; robots contruidos a partir de piezas de plataformas de robots (Ver en Página 119); o robots con códigos abiertos los cuales han programado. Todos estas modalidades fomentan el intercambio de aprendizajes entre competidores y estimula a nuevos competidores, adultos y niños, a participar en próximas competencias.

A continuación se ilustran algunos ejemplos de estos robots:

Tentomushi, que quiere decir mariquita en japonés, es un robot americano de peso medio construido por Lisa y Mike Winter, quienes participaron en modalidad de grupo en 3 competencias de la RobotWars en el año 1995. Las armas secretas de este robot que ya pasó a la historia, eran su caparazón asfixiante y el disco cortable que tenía en el interior; armas que lo llevaron a la victoria en 2 de las competencias en las que participó.



Imagen 61. Tentomushi
Robot de competencia.

Entorno	•Dinámico - Simulado - Extremo: El ambiente de competencia en el que se le incorpora es creado artificialmente, sufre variedad de cambios y alteraciones, muchas de ellas de carácter extremo, en las que su vida útil está en juego.
Autonomía	•Movilidad: Sí, Tiene 5 ruedas que le dan estabilidad y la posibilidad de movilizarse. •Percepción: Nula. •Nivel de Inteligencia: Teleoperado. •Lenguaje de Programación: Intervenido y programado por el usuario, quien es su mismo creador. •Fuente de energía: Batería de alta potencia.
Interacción	•Activa: El usuario participa en el proceso de creación y ensamble del robot. •Activa e indirecta: El funcionamiento del robot depende de que el usuario lo accione remotamente.

Una de las ligas más destacadas dentro de la federación Mundial de Fútbol Robótico (RoboCup) es la de robots cuadrúpedos Sony AIBO, en la cual equipos de cuatro robots cuadrúpedos se enfrentan buscando golpear efectivamente la pelota con potencia, rapidez de reacción y precisión para meter el gol.



Imagen 62. AIBO (Robot con código abierto)
Robot de competencia, RobotCup-Soccer

Entorno	•Dinámico - Simulado: El ambiente de competencia en el que se le incorpora es creado artificialmente, sufre variedad de cambios y alteraciones.
Autonomía	•Movilidad: Sí, Tiene 4 ruedas que le dan estabilidad y la posibilidad de movilizarse. •Percepción: Visual, sonido y contacto. •Nivel de Inteligencia: Inteligente o Autónomo. •Lenguaje de Programación: Intervenido y programado por el usuario, quien ha modificado su código de programación. •Fuente de energía: Batería de alta potencia recargable.
Interacción	•Pasiva: El usuario es un observador; no participa en las acciones del robot. •Activa: El usuario participa interviniendo el código de programación de este robots de código abierto.

La plataforma para ensamblar robots Lego MindStorm también puede ser usada para ensamblar robots tipo sumo. Este robot, ilustrado en la Imagen 63 compite con otro robot buscando sacarlo del anillo negro, el primero que saque al otro es el vencedor del torneo.

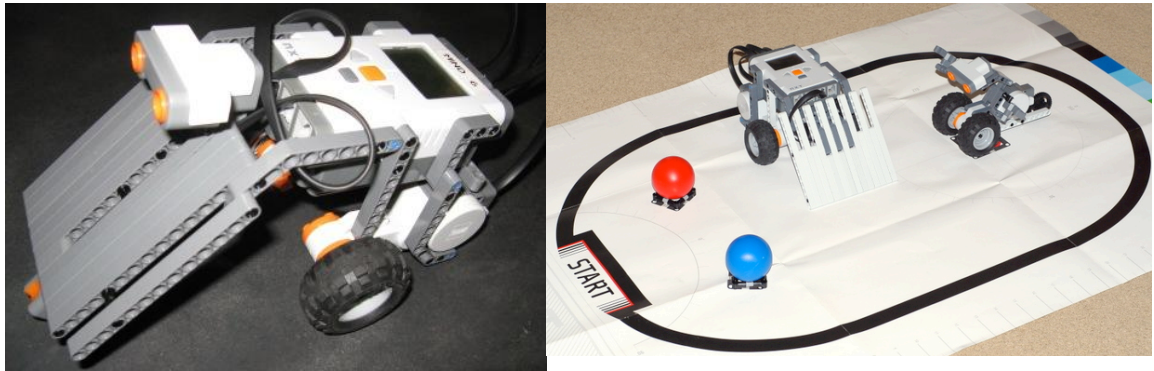


Imagen 63. Lego MindStorm
Robot de competencia, Competencia de Sumo.

Entorno	•Dinámico - Simulado: El ambiente de competencia en el que se le incorpora es creado artificialmente, sufre variedad de cambios y alteraciones.
Autonomía	•Movilidad: Sí, Tiene 3 ruedas que le dan estabilidad y la posibilidad de movilizarse. •Percepción: Visual y contacto. •Nivel de Inteligencia: Repetitivo. •Lenguaje de Programación: Intervenido y programado por el usuario. •Fuente de energía: Baterías recargable de no muy larga duración.
Interacción	•Pasiva: El usuario es un observador, no participa en las acciones del robot. •Activa: El usuarios participa ensamblado sus partes y programando sus acciones basado en una plataforma Lego para la creación de robots.

8.2.2.1.3. Robots de Observación

En esta categoría se ubican aquellos robots que captan la admiración de un público por su realismo y fluidez en los movimientos, los elementos que son capaces de manipular y los trucos que con estos realizan. Robots que instalados en parques temáticos, museos, puntos turísticos, ferias, entre otros espacios en los cuales son reconocidos, tienen una escasa o nula interacción directa con las personas, aunque reaccionan ante algunas de sus acciones.

En la Imagen 31 se puede apreciar un ejemplo de los robots que se incluyen en esta categoría, un grupo de 20 robots humanoides Nao desarrollados por la empresa Aldebaran Robotics (Francia) que mostró en el pabellón de la Shanghai World Expo 2010 una coreografía de baile en la que se incluyen movimientos de brazos, piernas y cadera sincronizados entre todos los robots.



Imagen 64. Robot Nao en la Expo 2010, Shanghai.

Entorno	•Controlado: El ambiente en el que se incorpora el robot no presenta mayores cambios, el hecho de no tener que interactuar con personas hace que el ambiente sea más controlado.
Autonomía	•Movilidad: Sí, las piernas le permiten desplazarse en diversas direcciones. •Percepción: Sensor de proximidad, movimiento, sonido y comandos de voz. •Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo y de aprendizaje. •Lenguaje de Programación: Su código abierto permite que sea intervenido y re-programado por el usuario para hacer otras actividades. •Fuente de energía: Batería de alta duración recargable.
Interacción	•Pasiva: El usuario y sus acciones no determinan los movimientos del robot, el usuario es únicamente un espectador y no interactúa con el.

El fabricante de automóviles Toyota pretende poner en el mercado para el año 2010 varios robots capaces de realizar todo tipo de tareas prácticas. Sus últimos desarrollos son dos autómatas: uno puede tocar el violín y el otro está destinado a ayudar a personas con problemas de movilidad.

En la exposición celebrada en Aichi, Japón en el año 2005, la compañía Toyota presentó una de sus creaciones con la que asombró al público de la feria con su habilidad para tocar la trompeta, instrumento con el cual interpretó la canción "You wish Upon a Star". Más adelante en el año 2010, Toyota presentó un nuevo músico, un robot violinista al que ha dado el nombre de Toyota Partner Robot, un desarrollo aún más sobresaliente en habilidades que el anterior:



Imagen 65. Toyota Partner Robot.
Robots de Observación.

Entorno	•Controlado: El ambiente en el que se incorpora el robot no presenta mayores cambios, el hecho de no tener que interactuar con personas hace que el ambiente sea más controlado.
Autonomía	•Movilidad: Si, las piernas le permiten desplazarse, aunque lo que más asombra de este robot es la agilidad y precisión de las manos para tocar el violín. •Percepción: Sensor de proximidad, movimiento y sonido. •Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo y de aprendizaje. •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por el usuario. •Fuente de energía: Batería de alta duración.
Interacción	•Pasiva: El usuario y sus acciones no determinan los movimientos del robot, el usuario es únicamente un espectador.

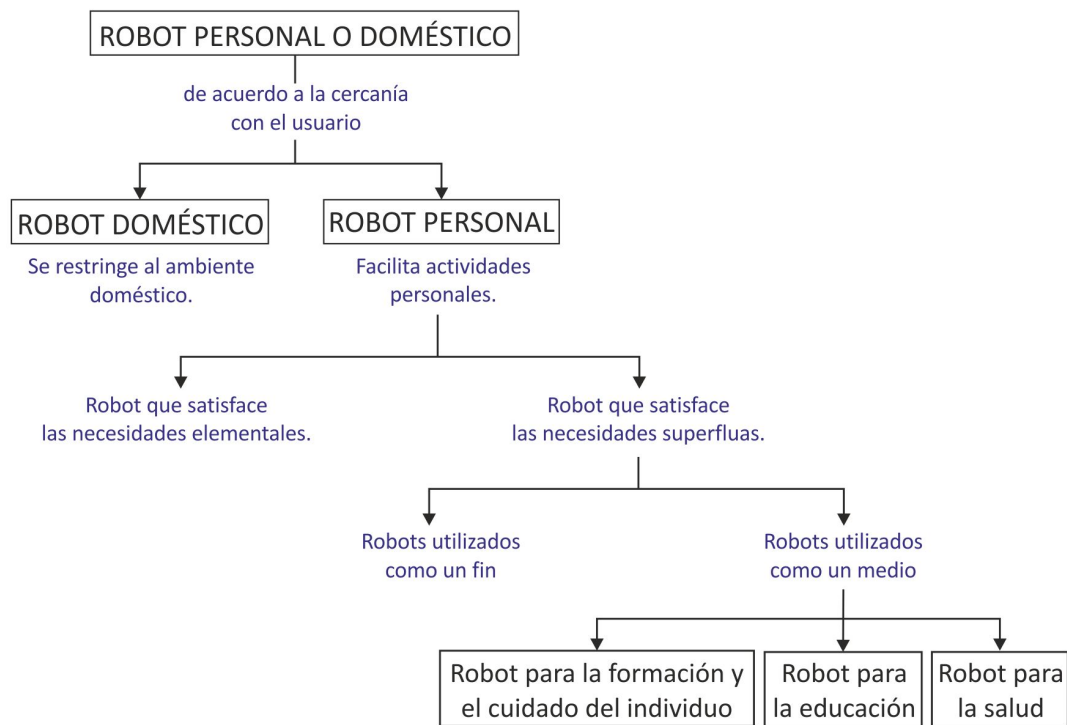
En Colombia hay algunos desarrollos de este tipo, entre los que sobresalen: la presentación de *Las Orquídeas Robotizadas* que toman vida en medio de la vegetación e interpretan una historia al ritmo tradicional de pasillos y bambucos. Este show, desarrollado con la más alta tecnología en robótica, luces y sonido logra la perfecta sincronización de 110 figuras robotizadas que cantan y bailan en el Parque del Café en Montenegro, Quindio. También en Colombia, se dispone del *Insectario interactivo* del Jardín Botánico del Quindio en Calarca, es un espacio en el que se representa a gran escala una parte de un bosque y se ilustran los más representativos insectos: grillo, escarabajo, libélula, mariposa, hormiga y araña.

8.2.2.2. Robots como un Medio

Comprenden procesos para alcanzar un objetivo de entretenimiento que va más allá del ocio, y cuyo acercamiento hacia los mismos es de carácter tecnológico, respondiendo a criterios de entretenimiento y facilitando la ejecución de otras actividades, entre las que se distingue su trascendencia en:

- La formación y cuidado del individuo.
- La educación.
- La salud.

por lo que se propone, plantear las siguientes sub-categorías.



Mapa 18. Robots utilizados como un medio. Desarrollado por la autora.

8.2.2.2.1. Robots para la formación y el cuidado del Individuo

En esta categoría se ubican aquellos robots que captan sirven como estímulo para la formación y el cuidado del individuo, ya que despiertan el interés del usuario al mismo tiempo que ejercitan y desarrollan habilidades, conocimientos y destrezas características del individuo, entre ellas el compartir el juego con otros niños de su misma edad.

En esta categoría se incluyen todos aquellos robots mascota que en el mercado son identificados como juguetes, entre los que se pueden citar las primeras creaciones como AIBO (Imagen 32), mascota inspirada en un perro que salió a la venta en el año 1999 y de la cual se han desarrollado nuevas versiones, la última discontinuada en el 2006 por SONY que desde la fecha trabaja en el desarrollo de una versión más evolucionada que las anteriores capaz de brindar atención en el cuidado de niños y adultos mayores, manteniendo intercambio constante de información con padres u hospitales en caso de alguna emergencia.



Imagen 66. AIBO.

Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.

Entorno	•Dinámico
Autonomía	•Movilidad: Sí, sus 4 patas le permiten desplazarse en diferentes sentidos. •Percepción: Sensor de contacto, proximidad, voz, iluminación. •Nivel de Inteligencia: Aprendizaje y funcionamiento repetitivo. •Lenguaje de Programación: No es intervenido por el usuario, aunque su código abierto le permite a personas con conocimiento en programación, llegar a reprogramarlo para ejecutar una secuencia de movimientos diferentes. •Fuente de energía: Batería de alta duración.
Interacción	•Activa y directa: Cuando el robot interactúa directamente con el usuario. •Pasiva: Cuando el robot interactúa con otros AIBOS y el usuario se convierte en un espectador.

PLEO (Imagen 33), bebé dinosaurio desarrollado por la compañía Ugobe y lanzado al mercado en el año 2006, cuenta con 38 chips sensores de tacto, sonido e imagen que le permiten escuchar y

responder a diferentes órdenes. Este tierno robot es una mascota de compañía acogida en un público diverso, también usada como estímulo de niños con enfermedades o dificultades para socializar.



Imagen 67. Pleo, Ugobe.
Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.

Entorno	•Dinámico: El entorno en el que se desenvuelve, instituciones educativas, centro de salud y el hogar hacen que tenga un amplio contacto con las personas, lo que hacen que su entorno se torne dinámico.
Autonomía	•Movilidad: Sí, tiene 4 patas y una larga cola que le permiten desplazarse lentamente y conservar el equilibrio. •Percepción: Sensor de contacto, proximidad, voz, iluminación. •Nivel de Inteligencia: Aprendizaje, Funcionamiento repetitivo. •Lenguaje de Programación: Si sistema de código abierto permite que pueda ser fácilmente reprogramado por un usuario con conocimiento en programación. •Fuente de energía: Baterías.
Interacción	•Activa: Cuando el usuario interactúa directamente con él. •Pasiva: Cuando el robot interactúa con otros PLEOs y el usuario hace el papel de espectador.

Otros robots de menor complejidad son los Hex bugs (Imagen 68) desarrollados por la empresa Hex Bug (Micro Robotic Creatures), pequeños insectos robots inspirados en animales reales como la pulga, la cucaracha, la hormiga, el bicho, el cangrejo, la araña y una nueva versión nano, más sensible al contacto que los anteriores, invención de sus creadores.

Todos estos insectos están provistos de mecanismos de movimiento, actuadores, que son activados por los cambios encontrados en lo sentido a través de sensores básicos que reaccionan al sonido, el contacto y los cambios en la intensidad de la luz.



Imagen 68. Hex Bugs.

Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo.

Entorno	•Dinámico: El ambiente en el que el robot se desplaza es cambiante su constante interacción con las personas hace que se torne dinámico. •Simulado: Cuando el robot se sitúa dentro de una de esas plataformas desarrolladas para el.
Autonomía	•Movilidad: Sí, su sistema de patas articuladas le permite desplazarse. •Percepción: Sensor de contacto, Sensor de luz o Sensor de movimiento, dependiendo del modelo. •Nivel de Inteligencia: Funcionamiento repetitivo (acción-reacción). •Lenguaje de Programación: No puede ser intervenido por un usuario. •Fuente de energía: baterías y luz solar en algunos modelos.
Interacción	•Directa - Indirecta (cuando interactúa con otros Hex Bugs)

PaPeRo (**Partner-type-Personal Robot**) ha sido investigado y desarrollado con la intención de asociarse con los seres humanos y convivir con ellos, especialmente en lo que se refiere al cuidado de niños. Papero, desarrollado por NEC Corporation y el apoyo de NEDO⁴² es ya una realidad cuyas primeras unidades se han introducido este año en guarderías, colegios y centros de recreo infantiles, como paso previo a su comercialización en serie. El robot, disponible en variedad de colores, está en capacidad para escuchar, responder, hacer llamadas, reproducir mensajes, cantar y bailar desplazándose en círculos y haciendo movimientos de cabeza y ojos.

Este robot tiene un sistema de código abierto que puede ser reprogramado para hacer nuevas actividades por los usuarios con menos o con más conocimiento en programación, su interface de programación puede ser a través de módulos, lo que la hace bastante sencilla, o a través de códigos de programación que la hace más compleja.

⁴² **NEDO**, New Energy Industrial Technology development Organization, que en español es: Organización estatal japonesa que promueve el desarrollo y la investigación de robots.



Imagen 69. PaPeRo
Robot para la Formación y el Cuidado del Individuo

Entorno	•Dinámico: El ambiente en el que el robot se desplaza es cambiante su constante interacción con las personas hace que se torne dinámico.
Autonomía	•Movilidad: Sí, su sistema de 3 le permite desplazarse y girar en cualquier dirección con facilidad. •Percepción: Sensor de contacto y movimiento,, Tiene dos cámaras en sus ojos y un micrófono. •Nivel de Inteligencia: Robot autónomo o inteligente. •Lenguaje de Programación: Su sistema de código abierto permite que pueda ser reprogramado por un usuario con conocimiento en código de programación. •Fuente de energía: baterías recargables.
Interacción	•Directa y activa: El robot permite generar un vínculo de comunicación a distancia con otra persona.

8.2.2.2.2. Robots para la Educación

En esta categoría se ubican aquellos robots que sirven como herramienta para la docencia, utilizados en prácticas de laboratorio tanto a nivel de primaria y secundaria, así como también a nivel universitario permitiendo a los estudiantes reforzar o adquirir nuevos conocimientos en el campo de las ciencias, en especial en las áreas de matemática, física y robótica, ya que posee elementos básicos de las teorías robóticas: la unión de piezas mecánicas y la programación de acciones, las cuales una vez son programadas, pueden ser probadas de manera práctica a bajos costos.

En esta categoría se destacan las plataformas para construir robots o los robots con código abierto para programar entre los que cabe mencionar el IPRE Scribbler desarrollado por la compañía Parallax Inc.; Vex Robotics desarrollado Vex robotics Inc. y Lego Mindstorm NXT 2.0. Este último es el resultado de un proyecto en conjunto entre la empresa de juguetes Lego y el laboratorio de investigación en robótica del MIT en su segunda versión, más completa que la anterior.

A continuación se ilustran algunos de estos robots:

La plataforma IPRE Scribbler es completamente programable y cuenta con múltiples sensores que le permiten evadir obstáculos y alcanzar metas. En su desplazamiento, el explora su ambiente y es capaz de reportar los elementos sensados. En la Imagen 70 se puede apreciar como un salón de clase programa las funciones que el robot va a ejecutar a través de un computador del cual son transferidos al robot a través de un cable.

Físicamente el robot no puede ser intervenido, ya que el kit no está provisto de piezas para hacerlo, pero a nivel escolar han resultado propuestas muy tentativas de decoración del mismo, las cuales piensan ser tenidas en cuenta por sus desarrolladores en versiones posteriores.



Imagen 70. IPRE Scribbler
Robot para la Educación.

Entorno	•Controlado- Simulado: El ambiente en el cual es probada la programación de estos robots, consta de circuitos creados artificialmente en los que hay un punto de partida, un trayecto con ciertos obstáculos y un punto de llegada.
Autonomía	•Movilidad: Sí, sus 3 ruedas le permiten desplazarse a lo largo del ambiente. •Percepción: Dispone de sensores infrarrojos y cámara que le evitan chocar y le permiten guardar registro. •Nivel de Inteligencia: El robot ha sido programado para realizar acciones de forma repetitiva y accionar de manera autónoma y tomando decisiones ante obstáculos que puedan presentársele en la marcha. •Lenguaje de Programación: Puede ser intervenido por un usuario con conocimiento en códigos de programación. •Fuente de Alimentación: Baterías, avisa cuando dispone de baja carga, más no está en capacidad de auto-cargarse.
Interacción	•Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario, posterior a haber sido programado por este.

Lego Mindstorms NXT 2.0 es un Juego de robótica para niños entre los 10 y 14 años fabricado por la empresa Lego, creación de la sociedad con el MIT, también conocido en el mercado como el "ladrillo programable." Posee elementos básicos de las teorías robóticas, como la unión de piezas y la programación de acciones, aunque también puede ser utilizado como herramienta educativa.

Esta plataforma es regularmente utilizada en el campo educativo, dirigido a niños entre los 5 y 18 años y estudiantes universitarios como herramienta para el refuerzo y adquisición de nuevos conocimientos en áreas de la ciencia: matemáticas y física o como herramientas para el desarrollo de prácticas de laboratorio, ya que permite a través de las diferentes piezas, participar en la construcción y programación de robots.



Imagen 71. LEGO Mindstorms NXT 2.0
Robot para la Educación.

Entorno	•Controlado- Simulado: El ambiente en el cual es probada la programación de estos robots, consta de circuitos creados artificialmente en los que hay un punto de partida, un trayecto con ciertos obstáculos y un punto de llegada.
Autonomía	•Movilidad: Sí, varia la forma de desplazamiento y la velocidad de acuerdo como sea ensamblado. puede llevar ruedas, sistema de oruga o piernas (bípedo). •Percepción: Dispone de unos u otros sensores de acuerdo a como haya sido ensamblado. •Nivel de Inteligencia: El robot ha sido programado para realizar acciones de forma repetitiva y accionar de manera autónoma y tomando decisiones ante obstáculos que puedan presentársele en la marcha. •Lenguaje de Programación: Puede ser intervenido por un usuario con conocimiento en códigos de programación o por una persona que vea interés en el tema y aprenda a programarlo a través de su plataforma modular. •Fuente de Alimentación: Baterías, avisa cuando dispone de baja carga, más no está en capacidad de auto-cargarse.
Interacción	•Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario, posterior a haber sido programado por este. •Activa: La estructura del robot puede ser construida a partir de piezas, jugando con las formas, tamaños y funciones del robot.

VEX Robotics Design System es la plataforma más completa disponible en la actualidad para ampliar el conocimiento en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Promueve el trabajo en equipo y el liderazgo para la solución de problemas a nivel de bachillerato y universitario.

Esta plataforma, muy cercana a lo que es la plataforma de Lego, también estimula la participación de los jóvenes creadores en concursos, en los que reta a los competidores para alcanzar logros y superar obstáculos superando a otros competidores de otras instituciones educativas.



Imagen 72. VEX Robotics Design System.
Robot para la Educación.

Entorno	•Controlado- Simulado: El ambiente en el cual es probada la programación de estos robots, consta de circuitos creados artificialmente en los que hay un punto de partida, un trayecto con ciertos obstáculos y un punto de llegada.
Autonomía	•Movilidad: Sí, se pueden seleccionar entre dos modelos diferentes de ruedas, de acuerdo con las características del terreno. •Percepción: Dispone de unos u otros sensores de acuerdo a como haya sido ensamblado. •Nivel de Inteligencia: El robot ha sido programado para realizar acciones de forma repetitiva y accionar de manera autónoma y tomando decisiones ante obstáculos que puedan presentársele en la marcha. •Lenguaje de Programación: Puede ser intervenido por un usuario con conocimiento en códigos de programación. •Fuente de Alimentación: Baterías, avisa cuando dispone de baja carga, más no está en capacidad de auto-cargarse.
Interacción	•Pasiva: El robot está en capacidad de funcionar sin la intervención del usuario, posterior a haber sido programado por este. •Activa: La estructura del robot puede ser modificada intercambiando unas partes por otras.

8.2.2.2.3. Robots para la Salud

En esta categoría se agrupan aquellos robots que según estudios se han demostrado ser estímulo para el proceso de recuperación de niños que por enfermedad han sido hospitalizados y adultos mayores que por enfermedad, lesión o pérdida de una persona cercana han sido internados en asilos.

Robots como Paro, Teddy Bear, Probo e incluso Pleo son desarrollos de diferentes grupos de investigación de universidades y compañías que llegan a propuestas de robots semejantes en su apariencia y que adoptan la forma de animales que por aspecto inspiran ternura y afecto. Robots cuyos cuerpos están provistos de un alto número de sensores y actuadores que los hacen sensibles al tacto y reaccionan con movimientos autónomos suaves, delicados y amigables para con quien interactúan, ayudan en la rehabilitación y terapia de niños y adultos permitiéndoles una recuperación más rápida y entretenida.

Las características tan particulares de estos robots se apoyan en estudios como el del científico Braun M. expuesto en su libro *Physiological Effects of Human/Companion Animal Bonding*, que trata acerca de las personas y su interacción con los animales. Los estudios de su investigación demuestran que los animales resultan ser beneficiosos desde el punto de vista emocional, disminuyen inclusive la presión arterial de las personas que con ellos interactúan. De allí la idea de pensar que los robots con forma de animales pudieran reemplazar a verdaderos animales en prácticas como la Animal Terapia.

La terapia asistida con animales o las actividades asistidas con ellos empiezan a utilizarse de forma frecuente en los hospitales, especialmente en EEUU. De ambos procedimientos se esperan efectos fisiológicos, psicológicos y sociales beneficiosos. Pero los animales son difíciles de controlar, por eso cambiarlos por robots tiene más ventajas y posibilidades dentro de un hospital.

Paro, el robot más terapéutico del mundo, está certificado por Guinness World Records. Esta foca bebé de color blanco y suave textura cuenta con sensores en todo su cuerpo. Los psicólogos aseguran que este robot puede ayudar a aquellos que sufren de estrés mental o lesiones físicas a recuperarse más rápido gracias a la benéfica interacción que existe entre humanos y mascotas. Paro está únicamente disponible para compradores institucionales que operan hospitales de niños y casa de retiro.



Imagen 73. Paro.

Robot que satisface necesidades superfluas, utilizado como un medio para la salud.

Entorno	•Dinámico: La constante interacción con personas lo hacen dinámico.
Autonomía	•Movilidad: No está en capacidad para desplazarse. •Percepción: Su cuerpo tiene una gran cantidad de sensores de contacto, movimiento y presión que asimilan las acciones del usuario. •Nivel de Inteligencia: El robot realiza movimientos repetitivos y está en capacidad para aprender secuencias de movimientos. •Lenguaje de Programación: No son intervenidos por el usuario. •Fuente de energía: Baterías recargables de larga duración.
Interacción	•Directa y activa: El robot interactúa constantemente con los usuarios, respondiendo ante sus movimientos y caricias.

El robot osito de peluche, Teddy Bear, es un robot terapéutico, desarrollado en el laboratorio del instituto de investigación de la compañía Fujitsu, dedicada al desarrollo de elementos relacionados con el bienestar y salud de las personas. Es capaz de reconocer y responder a las expresiones faciales, dispone de una cámara en su nariz que le permite distinguir que personas tiene enfrente, además de sensores de contacto en cabeza y cuerpo que le permiten detectar determinados comportamientos humanos, ante los que tiene más de 300 acciones ya asignadas. Se cree que puede formar parte de la familia y ofrecer algo útil a las personas en los hogares y escuelas, incluso como compañía. Además que se cree que con él se puede ayudar a fomentar la curación de adultos mayores.



Imagen 74. Teddy Bear:

Robot que satisface necesidades superfluas, utilizado como un medio para la salud.

Entorno	•Dinámico: La constante interacción con personas lo hacen dinámico.
Autonomía	•Movilidad: No está en capacidad para desplazarse. •Percepción: Su cuerpo tiene una gran cantidad de sensores de contacto, movimiento y presión que asimilan las acciones del usuario. •Nivel de Inteligencia: El robot realiza movimientos repetitivos y está en capacidad para aprender secuencias de movimientos. •Lenguaje de Programación: No son intervenidos por el usuario. •Fuente de energía: Baterías de larga duración, recargables.
Interacción	•Directa y activa: El robot interactúa constantemente con los usuarios, respondiendo ante sus movimientos y caricias.

Probo, presentado en la edición 2010 del Campus Party de Valencia, es un robot belga "*con forma de animal imaginario*" según afirma su creador Bram Vanderborght, el ganador del premio a la innovación en ciencia en la edición europea de este encuentro.

Bram Vanderborght miembro del grupo de Investigación en Robótica y Mecanismos Multicorporales de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Vrije de Bruselas en conjunto con la Fundación Anty dieron vida a Probo, producto de la investigación interdisciplinar entre los campos médicos, técnicos, sociales y psicológicos, ideado para hacer compañía a los niños enfermos durante su estancia en el hospital.

"La hospitalización tiene consecuencias físicas y mentales serias, especialmente en los niños que se enfrentan a una situación totalmente diferente a la que viven en sus casas. En un hospital, sus experiencias están limitadas debido al ambiente cerrado y protector; lo que conlleva muchas

dificultades", afirma Jelle Saldien, de la Universidad Libre de Bruselas y miembro del equipo que, junto con la Fundación, ha diseñado el prototipo de Probo (Imagen 63)

Este robot "abrazable" está protegido por una carcasa recubierta de un material agradable al tacto, consta de reconocimiento facial que le permite identificar a las personas que interactúan con él y además, su pantalla táctil muestra a su gemelo Probogotchi, cuyos estados de ánimo y necesidades se ven reflejados en el mundo virtual. Dotado de veinte motores, una cámara y un potente ordenador, es capaz de desplazarse, hablar, reconocer las expresiones del rostro de sus interlocutores, interpretar las emociones y reaccionar en consonancia.

Posee, también, una pantalla táctil en la barriga que pretende explicar con dibujos, vídeos y sonidos los procedimientos médicos a los que se van a someter los pequeños e incluso muestra distintas expresiones faciales y gestos para que los menores vean qué sentirán en cada uno de ellos. *"Una buena preparación antes de una prueba reduce la ansiedad y el miedo de los niños, ayudando así a los médicos que le asisten a obtener mejores resultados en la evaluación del dolor del pequeño"*, observan los investigadores.



Imagen 75. Probo.

Robot que satisface necesidades superfluas, utilizado como un medio para la salud.

Entorno	•Dinámico: La constante interacción con personas lo hacen dinámico.
Autonomía	•Movilidad: Sí está en capacidad para desplazarse. •Percepción: Su cuerpo tiene una gran cantidad de sensores de contacto y una potente cámara que le permite reconocer las personas con las que interactúa. •Nivel de Inteligencia: Robot de Aprendizaje. •Lenguaje de Programación: No son intervenidos por el usuario. •Fuente de energía: Baterías recargables.
Interacción	•Directa y activa: El robot interactúa constantemente con los usuarios, respondiendo ante sus movimientos y caricias.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El creciente desarrollo e incorporación de robots en el entorno en que habita el ser humano, no hace parte de una novela de ficción de autores famosos como Isaac Asimov, sino parte de una realidad que se vive a nivel mundial, algunos países con desarrollos más innovadores y exitosos que otros. Los robots mecánicos, catalogados como tecnología del siglo XXI, tienen sus orígenes en las civilizaciones antiguas, desarrollos que más adelante serían conocidos como autómatas y que hoy día se les conoce como robots.

Las primeras aplicaciones de robots mecánicos reales se dieron en el creciente sector de la industria con los robots industriales, fueron desarrollos inicialmente no aceptados, pero que una vez inscritos y en la medida en que evolucionaron y favorecieron la producción, ganaron credibilidad, aspecto que fue y sigue siendo positivo, ya que reduce la participación del ser humano en actividades industriales riesgosas que pueden ser nocivas para la salud y/o la vida de las personas.

La evolución de la tecnología es muy diferente a la evolución natural de los animales. En el caso de los sistemas mecánicos, la evolución depende por completo del diseñador que analiza los sistemas existentes y los modifica. Las máquinas han evolucionado a lo largo de los siglos, en parte por nuestra comprensión y porque nuestra capacidad para inventar y desarrollar tecnologías ha mejorado sin cesar, en parte porque se han desarrollado las ciencias de lo artificial, y en parte porque han cambiado las necesidades humanas y el entorno mismo. El desarrollo de la robótica, debería ser mirado desde el enfoque del ser humano, los robots deberían ser pensados como facilitadores de las tareas del hombre, desarrollados a partir de una necesidad y dotados con los atributos necesarios para cumplirla y no pensados como sus iguales, sustitutos o superiores. La autonomía que se le dé al robot debería responder a las necesidades del individuo que va a satisfacer y a las condiciones del ambiente en el que se va a situar. Pero la realidad es otra, la mayoría de los actuales desarrollos en el campo resultan de procesos de investigación y estructuración constantes, los cuales en su mayoría, motivados por intereses particulares no tienen en cuenta, previo a desarrollarlos, las características particulares de quien será su usuario final. Por otro lado, de acuerdo con las estadísticas presentadas en los reportes de la World Robotics una inmensa mayoría de robots son ideados y creados con fines militares (defensa, rescate y seguridad), siendo en este sector en donde se realizan las mayores inversiones para la investigación e innovación y siendo sus creadores principalmente ingenieros eléctricos, electrónicos, mecánicos y de otras áreas similares. En consecuencia, desde las primeras creaciones y hasta la actualidad no existen criterios claros y establecidos que determinen la forma en la que robots y usuarios deben interactuar. Desde la ficción se crearon leyes que buscan cubrir las distintas posibilidades que pudieran darse, con el fin de garantizar que los robots no llegaran a reemplazar o a

acabar con la raza humana. Estas leyes, curiosamente son las únicas existentes actualmente y de alguna manera parece ser que “rigen” sus criterios de desarrollo.

El campo de la robótica se ha caracterizado por el desarrollo de sistemas cada vez más flexibles, versátiles y polivalentes, mediante la utilización de nuevas estructuras mecánicas, nuevos métodos de control y percepción y el aporte desde nuevas ciencias y áreas del conocimiento. Con el descubrimiento y el perfeccionamiento de nuevos materiales y los procesos para su transformación, el desarrollo del computador personal, el incremento de la capacidad de memoria y el procesamiento, han dado paso a que se haga más fácil y al mismo tiempo menos costoso desarrollar, adquirir robots o incorporar robots en diversidad de entornos, incluyendo el doméstico. El incremento del número de robots en las diferentes categorías propuestas y disponibles actualmente en el mercado para una diversidad de aplicaciones deja claro que la robótica ha logrado trascender del sector industrial y está demostrando excelentes resultados en otros sectores.

Los robots se han mantenido en un proceso evolutivo constante, ahora son más autónomos y por consiguiente más flexibles para la ejecución de las tareas que se les destine. Darles a los robots nuevos atributos como por ejemplo movilidad, ha permitido que sean más versátiles y los han podido trasladar a otros campos y asistir en ambientes no industriales, ambientes por cierto más inciertos en sus roles e inclusive tan cercanos al ser humano, como el hogar. Estos últimos desarrollos son los que caben en la categoría de robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico.

Se recomienda mirar el desarrollo de la robótica desde el mismo desarrollo del ser humano como tal, en un contexto que incluya aspectos sociales, culturales, educacionales, entre otros que tienen que ver con el nivel reflexivo del procesamiento del cerebro humano y que determinan las relaciones a largo plazo del usuario con el producto. En la búsqueda por enfocarse en el aspecto de la interacción del robot con el usuario, se identificó a través de la revisión de la línea evolutiva del robot, desde el autómatas hasta el robot personal o doméstico, que la interacción del robot con el usuario, depende de las características particulares del entorno en el que se incorpora, así como también de la autonomía con la que se le dote, para lo cual concluyo que la fórmula consiste en lograr equilibrio entre los aspectos de autonomía, características del entorno y tipo de interacción con el usuario.

El desarrollo de robots, que se creían era exclusivo de entornos de laboratorios y talleres de ingeniería de reconocidas universidades, empresas e industrias (la industria militar ha sido una de las que ha recibido apalancamiento económico), interesadas en el área de la robótica, es hoy en día, gracias a la exitosa comercialización de plataformas para armar y programar robots como Lego MindStorm y Vex Robotics, y las competencias que estas marcas y otras promueven a nivel escolar y universitario, el espacio para que personas de todas las edades, niños, jóvenes y adultos, sin mayores

conocimientos en el campo de la ingeniería participen de manera individual creando sus propios robots. Son creaciones que en su mayoría, son el resultado de marcados intereses individuales que cautivan la curiosidad y sirven como estímulo a nuevos desarrolladores, algunos con propuestas sorprendentes que llegan a representar avances y descubrimientos significativos y aportes al campo de la robótica.

Cuando se trata de robots que se pretenden incorporar en el ambiente doméstico y se busca que en este sea acogido por el ser humano e interactúe con él, se requiere la participación de un equipo de trabajo interdisciplinario, en el cual el diseñador representa un aporte significativo en la determinación de características de apariencia, uso y función del robot que serán determinantes en la comprensión y satisfacción del usuario final de este producto, así como también determinantes del éxito del producto a lo largo de su ciclo de vida.

Se encontró como parte del trabajo de investigación que no existe evidencia de una clasificación para los robots mecánicos de tipo personal o doméstico que estuviera desarrollada desde el aspecto de interacción con el usuario, las clasificaciones existentes enfatizan en la estructura interna del robot, principalmente en el robot de tipo industrial que es el más evolucionado, debido a que el entorno en el que se le incorpora es menos dinámico y por consiguiente no le exige al robot tener un mayor conocimiento de su entorno para funcionar adecuadamente. La hipótesis nula propuesta: “No existen categorías de análisis para el desarrollo de los robots mecánicos de servicio de tipo personal o doméstico, construidas desde la perspectiva de la interacción del robot con el usuario”, queda evidenciada que se cumple. El robot de servicio, ha demostrado que puede ser incorporado en diversos medios, de allí la importancia de categorizarlos de acuerdo con características comunes y diferenciales, de tal modo que además de facilitar su ubicación dentro de los desarrollos en robótica, permita también visualizar la utilidad final de futuros desarrollos.

Antes de pensar en el desarrollo o en la adquisición de un robot mecánico de tipo personal o doméstico, el desarrollador o el usuario deberían ubicarlo en esta categorización teniendo en cuenta las necesidades que el robot va a satisfacer. Los próximos desarrollos en robótica también deben buscar que factores ambientales y de mercado se articulen con los factores humanos y tecnológicos en la búsqueda por proponer nuevos y/o mejores robots que se adapten a las necesidades del ser humano y las condiciones del medio ambiente. La existencia de proyectos e investigaciones con diversas orientaciones evidencia que la robótica no ha llegado a su tope máximo, sino que seguirá evolucionando hasta el punto de ofrecer soluciones mucho más eficientes y abarcar sectores industriales, personales o domésticos que aún no se han contemplado.

Los desarrollos en robótica citados e ilustrados con fotografías de la época dentro del capítulo: Marco Teórico, son una muestra representativa que evidencia el proceso de evolución del robot desde los primeros generados hasta las tendencias actuales con el desarrollo del robot personal o doméstico. Adicional a ello, los robots ilustrados dentro del capítulo octavo representan una muestra de cada una de las categorías propuestas a partir del análisis, lo que deja claro que la robótica ha logrado trascender del sector industrial y está demostrando tener excelentes resultados en otros sectores más cercanos al ser humano ambiente doméstico en la ejecución de tareas de seguridad, mantenimiento y limpieza, así como también en otros ambientes donde el ser humano se desenvuelve en su día a día, en los cuales el robot sirve como facilitador para la ejecución de las actividades diarias personales, elementales y en las superfluas.

Con el objetivo de profundizar en la forma como los robots personales y los robots domésticos interactúan con las personas, se recomienda hacer estudios etnográficos que profundicen en observar la forma como los usuarios hacen uso de cada una de las distintas categorías propuestas para la ejecución de sus actividades diarias, con el interés de hacer más estrechos, comprensivos y eficientes los canales de comunicación usuario-robot (apariciencia, uso y función de los robots). Observación en la que se debe tener presente que la función técnica del robot no será la de remplazar al ser humano, sino facilitar o aliviarlo en la ejecución de tareas consideradas repetitivas, rutinarias, monótonas, aburridas, arduas, tediosas, fatigosas, insalubres, peligrosas, desagradables, complementarias, colaboradoras, auxiliadoras, desarrolladoras, buscando que la interacción del robot con el usuario le transmita placer, resultados y bienestar en la realización de sus actividades obligatorias y/o cotidianas, logrando así satisfacer de forma óptima sus necesidades

Las categorías propuestas de los robots personales o domésticos y el recuento histórico de la evolución del robot desde el autómatas hasta el robot de servicio, servirán como herramienta de consulta y soporte a los diseñadores e interesados en el desarrollo o adquisición de un robot de tipo personal o doméstico, ya que les dará una perspectiva amplia y ejemplificada que les facilitará el proceso de diseño, la incorporación del robot en un entorno y la interacción de este con el usuario. El diseñador tendrá en sus manos un documento que al leerlo le abrirá el panorama hacia nuevas propuestas y mejora de propuestas actuales al mismo tiempo que permitirá a quienes deseen incorporar uno de estos dispositivos tener claridad de los beneficios, oportunidades y/o limitaciones que ofrece.

Con el paso del tiempo y en la medida en que surjan nuevas líneas y enfoques de desarrollo en el campo de la robótica y en el de las ciencias humanas, se recomienda revisar la posibilidad de anexar nuevas categorías a las propuestas para los Robots de Servicio de tipo Doméstico y los Robots de Servicio de tipo Personal.

10. BIBLIOGRAFIA

11.1. BIBLIOGRAFIA

1. **BARRIETOS, Antonio; PEÑIN, Luis Felipe; BALANGUER, Carlos; ARACIL, Rafael.** 2007. Fundamentos de Robótica, Segunda Edición. Madrid, España. McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U. 624 p.
2. **BING, Alison; CONLEY, Erin.** 2001. Robot Riots, The good guide to bad bots. Nueva York, Estados Unidos. Books New York. Barnes & Noble. 208 p.
3. **BONSIEPE, Gui.** 1999. Del Objeto a la Interfase. "Industrialización sin Proyecto", Mutaciones del Diseño. Buenos Aires. Editorial Infinito.
4. **BAUN, M.; BERGSTROM, N.; LANGSTON, N. y THOMA, L.** 1984. Physiological Effects of Human/Companion Animal Bonding. Nurs Res.
5. **DONATI, Leonbattista.** 1997. How Science Works ROBOTS, The story of tools, machines and artificial intelligence, Primera edición americana. Nueva York, Estados Unidos. Barnes & Noble. 48 p.
6. **CERON CORREA, ALEXANDER.** 2005. Sistemas Robóticos Teleoperados. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Tesis de Grado. Bogotá D.C. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. 72 p.
7. **CRONEY, John.** 1978. Antropometría para diseñadores. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili S.A.
8. **EVEREST, H. R.** 1995. Sensor for Mobile Robots: Theory and Application. Wellesley, Massachusetts. A. K. Peters Ltd. 528 p.
9. **GATES, Bill.** 2007. Dawn of the Age of Robots: A Robot in Every Home (en línea). En Scientific American Inc. Enero; página 62. Disponible en: http://www.cs.virginia.edu/~robins/A_Robot_in_Every_Home.pdf Consultado en: Noviembre de 2010.
10. **GONZALES, Jose Francisco.** 1995. Al día en una hora Robótica. Anaya Multimedia.

11. **GRUPO DE ROBOTICA (GTRob).** 2009. Libro Blanco de la Robótica, de la Investigación al Desarrollo Tecnológico y Futuras Aplicaciones. Situación Actual y Tendencias para el Futuro. España. Comité Español de Automática (CEA). Introducción y tabla de contenido. (en línea). Disponible en: <http://www.ceautomatica.es/og/robotica>. Consultado en: Noviembre 10 de 2010.
12. **GRUPO DE PERCEPCION Y SISTEMAS INTELIGENTES (PSI).** Agosto 2010. Presentaciones para el curso de Robótica Móvil a cargo del Profesor Breyner Posso. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad del Valle. Cali, Colombia.
13. **HESKETT, Jhon.** 2002. El Diseño en la Vida Cotidiana, Versión Castellana. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili S.A. 212 p.
14. **IOVINE, Jhon.** 1998. Robots, Androids and Animatrons, 12 Incredible Projects You Can Build!. Nueva York, Estados Unidos. Mc Graw Hill. 270 p.
15. **NORMAN, Donald A.** 2005. Diseño Emocional, Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. 278 p.
16. **NORMAN, Donald A.** 2010. El Diseño de los Objetos del Futuro, La Interacción entre el Hombre y la Máquina, Traducción del original. Barcelona, España. Paidós Ibérica S.A. 202 p.
17. **MALDONADO, Tomas.** 1993. El Diseño Industrial Reconsiderado". Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili S.A. 100 p.
18. **Mc CORMICK, J. Ernest.** 1980. Ergonomía, Factores Humanos en Ingeniería y Diseño. Barcelona España. Editorial Gustavo Gili.
19. **ORTEGA Y GASET, José.** 1883-1955. Meditación de la Técnica. Vicitudes de las Ciencias, Bronca en la Física, Prólogo a la "Biblioteca de ideas del Siglo XX" Cuarta Edición en Castellano. Madrid, España. Revista de Occidente. Capítulos 1-3.
20. **OLLERO B, Anibal.** 2001. Robótica, Manipuladores y Robots Móviles. Maracombo, España. Ediciones Alfa Omega. 1-13p.
21. **STRICKLAND, Eliza.** 2012. Good-Bye, Wheelchair: IEEE SPECTRUM : Walking Again. Vol. 49, No. 1. 30-32 p.
22. **TIMMERS, Jop; VAN DER WAALS, Mirjam.** 2009. Diseño en la Práctica. Holanda. Editorial Pearson Education Benelux B.V. 184 p.

23. **WADA, K; SHIBATA, T; SAKAMOTO, K; SATIO, T; TANIE, K.** 2005. Analysis of utterance in long-term robot assisted activity for elderly people. Proceedings of the International Conference on Advanced Intelligence Mechatronics. 31-36 p.

10.2. WEBGRAFIA

24. **AMS MEKATRONIK.** 2012. Robotic Mobilization Device (en línea). Disponible en: <http://tekrm.com/what-is-tek-rmd/> . Consultado en: Febrero de 2012.
25. **AIKO INNOVATION Inc.** Enero de 2011. Proyecto Aiko (en línea). Disponible en <http://www.projectaiko.com>. Consultado Febrero 6 de 2011.
26. **BARRIETOS, Antonio.** 2007. Nuevas Aplicaciones de la Robótica. Robots de Servicio. (en línea) Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Automática, Ingeniería electrónica e Informática Industrial. Disponible en: http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/17219/Robots_Servicios-Barrientos.pdf. Consultado en: Diciembre de 2010.
27. **BARTNECK, C. y OKADA, M.** 2001. Robotic User Interfaces, Proceedings of the Human and Computer Conference. (en línea) <http://bartneck.de/publications/2001/roboticUserInterfaces/bartneckHC2001.pdf>. Consultado en: Mayo de 2011.
28. **CARNEGIE MELLON UNIVERSITY.** 1979-2011. Robotics Institute, School of Computer Science (en línea). Pittsburg, Estados Unidos. Disponible en <http://www.cmu.edu/index.shtml>. Consultado en: Diciembre de 2010.
29. **CARNEGIE MELLON UNIVERSITY.** 2003-2011. The Robot Hall of Fame (en línea) Pittsburg, Estados Unidos. Disponible en <http://www.robotohalloffame.org/>. Consultado en: Diciembre de 2010.
30. **CASSALS, Alicia.** 2008. Robots de servicio y personales. Aspectos tecnológicos que dificultan su progreso (en línea). AER -ATP, Asociación Española de Robótica y Automatización Tecnológicas de la Producción. Diponible en: <http://www.aeratp.com>. Consultado en: Febrero de 2011.
31. **EL PAIS.** 2007. Japón y Corea del Sur Preparan Leyes para Regular la Conducta de los Robots. (en línea). Disponible en: http://elpais.com/diario/2007/04/19/ciberpais/1176950126_850215.html. Consultado en: Abril de 2011.

32. **FEDERATION OF INTERNACIONAL ROBOT-SOCCER ASSOCIATION (FIRA).** 2006 Plataforma de software de competencia en Robótica. (en línea). Disponible en: <http://fira.net/>. Consultada en: Agosto de 2011.
33. **GAUTIER, Rafael; BOEREE, C. George.** 2003 Teorias de la Personalidad (en línea). Diponible en: <http://webspace.ship.edu/cgboer/maslowesp.html>. Consutado en: Enero 5 de 2012.
25. **GO ROBOTICS.** Top 10 Robots of Past 10 Years, Robots of the Decade Awards (en línea). Enero de 2010. Disponible en: <http://www.robotshop.com>. Consultado en Noviembre 8 de 2010.
26. **GUIMI NET.** 2008. Lenguajes de Programación (en línea). Disponible en: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/G-Lenguajes_de_programacion.pdf. Consultado en Febrero de 2012
27. **FRANCO DOMINGUEZ, Samuel.** 2010. Rehabilitación asistida por Robots, Robótica Asistencial y Ayudas Técnias Robóticas. (en línea). Unidad de Biomecánica y Ayudas técnicas del Hospital Nacional de Paraplégicos. Toledo, España. Disponible en: <http://www.infomedula.org/>. Consultado en: Enero de 2012.
28. **INSTITUTO BIOMECANICO DE VALENCIA (IBV).** Factores Humanos para el desarrollo de productos, Posturas y Movimientos de la cabeza y el Cuello (en línea). España. Disponible en: <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=111>. Consultado en: Mayo de 2011.
29. **ICSID (International Council of Societies of Industrial Design).** Definition of Design. Disponible en: <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>. Consultado en: Diciembre de 2011.
30. **LICKLIDER, J.C.R.** Man-computer Simbiosis, IRE Transactions in Electronics, vol. HFE-1. Marzo de 1960. Páginas 4-11. Disponible en línea: <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/pszl/Licklider.html>. Consultado en Marzo de 2012.
31. **MACCHIAVELLO, Tatiana.** Robótica. (en línea). 2008. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos31/robotica/robotica.shtml>. Consultado en: Octubre de 2011.
32. **MUSEE DES ARTS ET METIERS.** 1794-2011. (en línea). París, Francia. Disponible en: <http://www.arts-et-metiers.net/>. Consultado en: Febrero de 2011.
33. **MUSEE DES AUTOMATES DE GRENOBLE.** 1995-2011. (en línea). Grenoble, Francia. Disponible en: <http://www.museedesautomatesdegrenoble.fr/>. Consultado en: Febrero de 2011.

34. **NEC.** 2011. What Can PePeRo do? (en línea). Japón. Disponible en: <http://www.nec.co.jp/products/robot/en/functions/index.html>. Consultado en: Agosto de 2011.
35. **OECD; EUROSTART.** 2006. Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación (en línea). Tercera Edición. España. Grupo Tragsa. Capítulo 3: Definiciones Básicas. Páginas 55-59. Disponible en: http://www.conacyt.gob.sv/Indicadores%20Sector%20Academcio/Manual_de_Oslo%2005.pdf. Consultado en: Abril de 2011.
36. **OSSUR.** 2012. Bionic Technology; Life Without Limitations. (en línea). Islandia. Disponible en: <http://www.ossur.com/?PageID=12651>. Consultado en: Febrero de 2012.
37. **PALAZZESI, Ariel.** 2008. Los Robot en la Sociedad del Futuro. (en línea). Disponible en: <http://www.neoteo.com/los-robots-en-la-sociedad-del-futuro-14255>. Consultado en: Mayo de 2012.
38. **R. Aracil, C. Balaguer y M. Armada.** 2008. Robots de Servicio. (en línea) Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (RIAI). Volumen 5. Número 2. 8p. Disponible en: <http://riai.isa.upv.es>. Consultado en Noviembre de 2010.
39. **RAMS, DIETER.** Los 10 principios del buen diseño. (en línea). Disponible en: <http://www.vitsoe.com/en/gb/about/dieterams/gooddesign>. Consultado en Marzo de 2011.
40. **ROBOCUP.** 2012. Robocup 2012 (en línea). México. Disponible en: <http://www.robocup2012.org/>. Consultado en Marzo de 2012.
41. **ROBOTWARS.** 2012. Robowars Wiki (en línea). Alemania, Reino Unido y Estados Unidos. Disponible en: http://robotwars.wikia.com/wiki/Robot_Wars_Wiki_-_Main_Page. Consultado en Enero de 2012.
42. **SEGWAY.** 2011. Segway Technology and Advanced Development. Estados Unidos. (en línea). Disponible en: <http://www.segway.com/about-segway/segway-technology.php>. Consultado en: Noviembre de 2011.
43. **THE OLD ROBOTS WEB SITE.** 1980-1990. The New Wave of Robotics. (en línea). Disponible en: <http://www.theoldrobots.com/>. Consultado en: Noviembre de 2010.
44. **THRUN, S.** 2003. Towards a Framework for Human-Robot Interaction (en línea). Computer Science Department, Stanford University. <http://robots.stanford.edu/papers/Thrun03f.pdf>. Consultado en Abril de 2011.

45. **UNIVERSIDAD NACIONAL.** Definición de un Modelo. (en línea). Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/modelo.htm>. Consultado en: Enero 10 de 2012.
46. **VELASCO, Oscar Eduardo.** 2010. ¿Qué es el Diseño Industrial?. (en línea). Disponible en: <http://prospectivatadeo.wordpress.com/2010/03/> Consultado en: Enero de 2012.
47. **VIÑASPRE, Pedro.** 2000. "El futuro de la robótica está en el sector militar; el ocio y las instituciones". Entrevista de El País a Miguel Dorronsoro responsable de la producción de Robotiker (en línea). Disponible en: http://elpais.com/diario/2000/03/30/paisvasco/954445222_850215.html
48. **WORLD ROBOTICS.** 2006-2009. Executive Sumary, World Robot Market (en línea). Internacional Federations of Robotics. Disponible en: http://www.worldrobotics.org/downloads/2007_Executive_Summary.pdf. Consultado en: Noviembre de 2010.

10.3. VIDEOGRAFIA

48. **A&E MUNDO.** 2001. Nuestro Mundo, Beyond Humans (DVD).
49. **DISCOVERY CHANNEL.** 1998. Extreme Machines, Incredible Robots (DVD). Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=RViok-NYIew>. Consultado en: Noviembre de 2010.
50. **HISTORY CHANNEL.** 1998. Robots (DVD). Material de clase para asignaturas de Ingeniería. Disponible en la videoteca del profesor Jose Tomas Buitrago, Universidad del Valle.
51. **HISTORY CHANNEL.** 2001. Modern Marvels , Vehículos a Control Remoto (DVD). Material de clase para asignaturas de Ingeniería. Disponible en la videoteca del profesor Jose Tomas Buitrago, Universidad del Valle.
52. **HISTORY CHANNEL.** 2007. Ancient Discoveries. Robots. (DVD). Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=rxjbaQl0ad8>. Consultado en: Octubre de 2010.