

MAESTRÍA EN DISEÑO
INDUSTRIAL
POSGRADO EN DISEÑO
INDUSTRIAL

ROBOT SOCIAL RECURSO PARA LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Tesis que para obtener el grado de Maestro en Diseño Industrial presenta: |
Mauricio Enrique Reyes Castillo





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Director de tesis.

M.D.I. Alejandro Rodea Chávez.

Sinodales.

M.D.I. Gustavo Casillas Lavin

Mtra. María Isabel Talamantes Márquez

M.D.I. Guillermo Gazano Izquierdo

M.D.I. Erika Cortés López

Dedicatoria.

A mi Papá y Mamá, por otorgarme la oportunidad de aprender del mundo, cosas valiosas como el amor, el trabajo y la humildad.

A Lulú, consejera y amiga eterna.

A mi abuelita.

A mis tutores, con todo respeto: Alejandro, Gustavo, Isabel, Erika y Guillermo.

Dedico especialmente este trabajo a mi amada esposa y al futuro en nuestras manos.

Finalmente, dedico este trabajo a Dios.

Agradecimientos.

Te doy gracias Nena por tu apoyo, impulso y amor incondicional. Simplemente por ser tal y como eres.

Agradezco profundamente a la UNAM por las posibilidades de crecimiento en sentido profesional y personal.

Que este pequeño párrafo no represente mi gran agradecimiento hacia mis familiares, amigos, tutores, compañeros de la Maestría, personal del Posgrado, colegas del CIDI y del IIMAS, que de alguna u otra forma me ofrecieron una mano para concluir éste trabajo. Me sobra espacio y me faltan palabras de gratitud.

Doy un reconocimiento especial al Dr. Oscar Salinas por seguir de cerca mi investigación.

Igualmente, al hoy Coordinador del CIDI, Héctor López, por su paciencia y confianza.

Por último, agradezco al personal del Museo de Ciencias UNIVERSUM y "La Casita de las Ciencias".

Gerardo, ojalá que este trabajo te inspire y te llene de preguntas.

ROBOT SOCIAL

Recurso para la divulgación científica.
Un caso de estudio.

Contenido

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO	13
1.1 ¿Por qué utilizar robots sociales en México?	13
1.2 Epílogo	20
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	23
2.1 Orígenes de la robótica.	23
2.1.1 ¿Qué es un robot?	23
2.2 Finalidades y conceptos culturales de la robótica.	26
2.3 Desarrollo y aplicaciones de la robótica en la actualidad. ...	31
2.3.1 Robots domésticos, industriales y otras aplicaciones.	31
2.4 Epílogo	33
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE CONCEPTOS	37
3.1 Interacción Humano Robot	37
3.2 Robots sociales.	38
3.2.1 Corporalidad.....	41
3.2.2 Morfología.....	41
3.2.3 Expresión emocional.	42
3.2.4 Diálogo.	43
3.2.5 Expresión facial.	43
3.2.6 Personalidad.....	44
3.3 Casos específicos.	44
3.3.1 Rhino. El robot móvil (Alemania)	44
3.3.2 Minerva. El robot guía de museos de segunda generación. (Estados Unidos).....	45
3.3.3 Robox. Un notable robot móvil para el mundo real (Suiza)	46
3.3.4 Robovie. Un robot humanoide interactivo (Japón).....	47
3.3.5 Golem. El robot guía (México)	48
3.4. Epílogo.	49
CAPÍTULO 4. CONTEXTO DE APLICACIÓN	53
4.1 La divulgación científica y los Museos Científicos Interactivos.	53
4.1.1 La Educación científica.	53
4.1.2 La divulgación científica.	54
4.2 Clasificación de los museos de ciencias.	57
4.2.1 Primera generación.	57
4.2.2 Segunda generación.	57
4.2.3 Tercera generación.	58

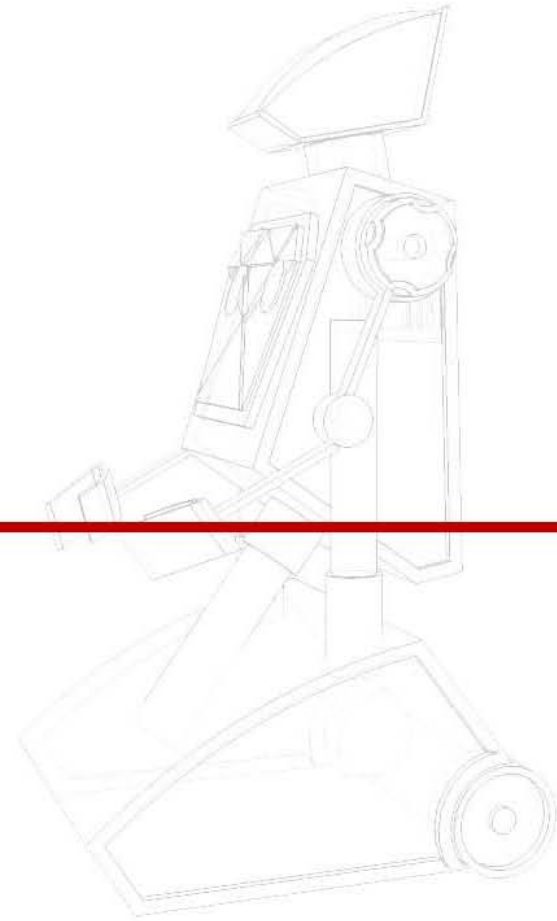
4.2.4 Cuarta generación.	58	6.3.1 Resultados de la investigación base.	86
4.3 Museo de Ciencias Universum. Caso de estudio.	59	6.3.2 Resultados de la investigación controlada.	87
4.3.1 Funciones y servicios de <i>Universum</i>	60	6.3.3 Resultados de la investigación conceptual.	88
4.3.2 Estructura metodológica de <i>Universum</i>	61	6.4 Tablas y gráficas de resultados.	90
4.4 Aspectos motivacionales.	62	6.4.1 Gráficas de experimentación base.	90
4.5 Epílogo.	63	6.4.2 Gráficas de experimentación controlada.	94
CAPÍTULO 5. INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS.	67	6.4.3 Gráficas de experimentación conceptual.	95
5.1 Propuesta de integración.	67	6.4 Modelos esquemáticos de resultados.	101
5.1.1 Conceptos básicos de los sistemas sociales.	67	CAPÍTULO 7. INTERPRETACIÓN DE HALLAZGOS.	109
5.2 Epílogo.	70	7.1. Discusión.	109
CAPÍTULO 6. DESARROLLO.	75	7.1.1 Sumario.	112
6.1 Planteamiento.	75	7.2 Propuesta.	113
6.1.1 Objetivos de experimentación.	75	CONCLUSIÓN.	121
6.1.2 Esquema de trabajo.	75	ANEXOS.	125
6.1.3 Investigación base.	76	REFERENCIAS.	128
6.1.4 Investigación controlada.	76		
6.1.5 Investigación conceptual.	79		
6.2 Experimentación.	79		
6.2.1 Procedimiento de la investigación base.	79		
6.2.1 Procedimiento de la investigación controlada.	83		
6.2.3 Procedimiento de la investigación conceptual.	84		
6.3 Resultados.	86		

La ciencia, es un intento de entender el mundo, de conseguir un control de las cosas, de alcanzar el dominio de nosotros mismos, de dirigirnos hacia un camino seguro.

CARL SAGAN

El mundo y sus demonios. pp. 44, 1996.

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

El impacto del desarrollo tecnológico ha cambiado profundamente diversos aspectos en las relaciones sociales. La robótica, uno de los productos tecnológicos de mayor importancia de las últimas décadas, se ha insertado en diversas áreas de la estructura social, su interpretación y acoplamiento en las sociedades son motivo de análisis y discusión, generados por la búsqueda de respuestas a los fenómenos presentes durante la interacción entre humanos y robots (HRI) dentro del ámbito social. Los productos de tales estudios, permiten dar sentido a la aplicación de robots sociales enfocados al desarrollo integral de las personas dentro de medios educativos y de salud pública como principales contextos de investigación. Los alcances de aplicación del diseño industrial le permiten integrarse eficazmente en la proyección y fabricación de robots sociales, al dar sentido a las capacidades tecnológicas dentro de las expectativas sociales y culturales, proponiendo no solo formas novedosas y adecuadas a las personas por medio de factores ergonómicos, sino además al proponer métodos de ejecución y uso, amplificando así la eficiencia de los productos y sistemas durante su interacción con el usuario dentro de un contexto determinado.

El análisis de la interacción humano - robot en nuestra sociedad podrá dar dirección al diseño de equipos y sistemas robóticos capaces de establecer relaciones estrechas y duraderas entre tecnología emergente y sociedad. Para realizar una aproximación al análisis de este tipo de fenómenos, será necesario analizar un entorno nacional favorable para la incursión de robots sociales, en el cual se reflejen las distintas variables durante una interacción determinada.

La finalidad de esta investigación es la de localizar de manera inmediata las cualidades de los robots sociales para ejecutar tareas afines al entorno educativo, siendo la divulgación de la ciencia dentro del ámbito nacional, el contexto específico de aplicación. A partir de un caso de estudio, la presente tesis tiene como propósito principal, evidenciar el supuesto en donde el diseño industrial es capaz de contribuir en el desarrollo de robots sociales aplicados en contextos educativos a través de centros de ciencia, apegándose a los objetivos que persigue la divulgación científica dentro de nuestro medio sociocultural y nacional.

Los temas desarrollados en esta tesis parten de dos factores fundamentales, el primero, permitir identificar algunos de los fenómenos relevantes presentes durante la interacción entre humanos y robots sociales. Cabe señalar que este tipo de estudio es pionero dentro de nuestro país ya que las investigaciones al respecto han sido abordadas de manera limitada y es difícil encontrar datos que soporten tales desarrollos. El segundo aspecto se sustenta en la importancia de la distribución del conocimiento científico hacia la sociedad en general, siendo la divulgación científica el medio por el cual se traducen los logros del ingenio y descubrimiento humano. La integración de las cualidades de los robots sociales hacia la consecución del conocimiento científico, es sin lugar a dudas una de las justificaciones preponderantes en la aplicación y uso de estos productos tecnológicos.

El presente documento se desarrolló a lo largo de siete capítulos, en el primero se realizó una revisión del estado del arte actual y expectativas hacia los robots sociales fuera y dentro de nuestro país, de igual forma se hizo una breve exploración al quehacer del diseño industrial planteando la necesidad de integrar esta disciplina al desarrollo de la robótica, por último se realizó un breve análisis al contexto educativo nacional como una potencial área de aplicación y uso de robots sociales. El segundo capítulo aborda el contexto histórico de la robótica en general y su proyección

social dentro de las culturas más influyentes en los desarrollos actuales finalizando con el panorama respecto a la utilidad en nuestros días de estos equipos tecnológicos dentro de la sociedad. El capítulo tres se compone del análisis de las definiciones principales que dan sentido a esta investigación tales como la de interacción humano - robot y robot social, se incluye además el análisis de las principales características que configuran a los robots sociales, el capítulo finaliza con el estudio de las cualidades de cinco robots sociales aplicados en centros de ciencia alrededor del mundo incluyendo nuestro país. A lo largo del capítulo cuatro se exploró el quehacer de la divulgación científica y los centros de ciencia como contexto de aplicación sugerido, este capítulo concluye con la indagación de la misión y función del Museo de Ciencias Universum en la Universidad Nacional Autónoma de México como caso de estudio.

En el capítulo cinco se realizó la integración de los temas analizados en los capítulos anteriores, recuperando a la sociología por considerarla como la herramienta ideal para conglomerar los conceptos desarrollados, así como ofrecer una propuesta de interpretación a los fenómenos que se producen durante la interacción entre humanos y robots dentro del entorno social.

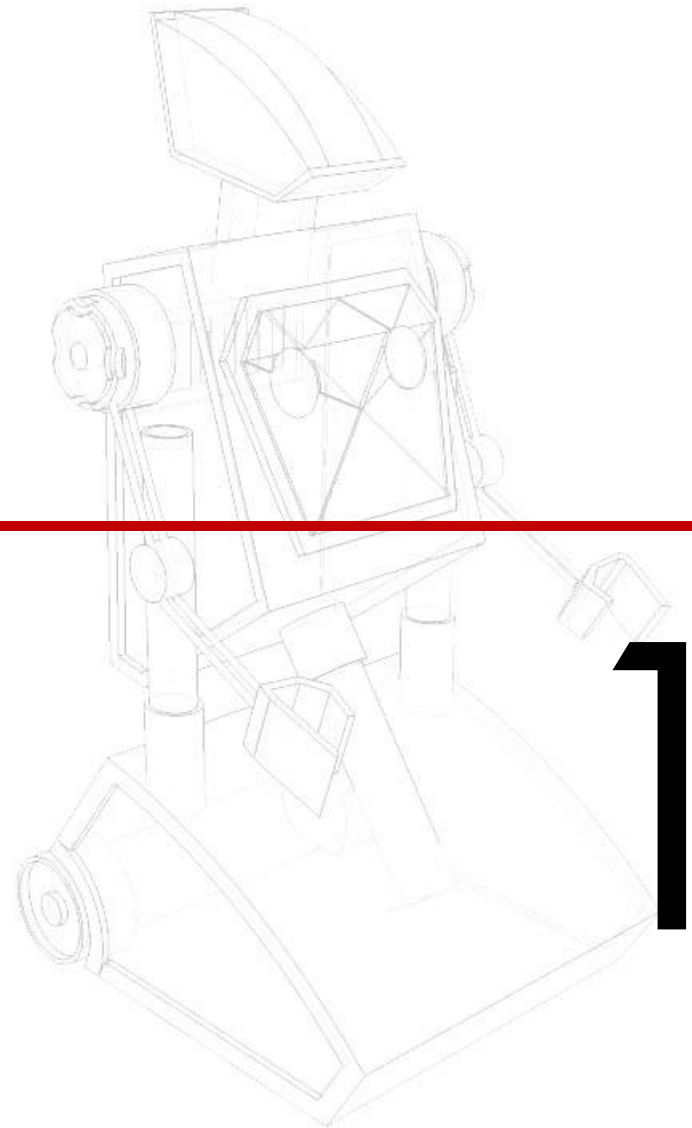
Dentro del capítulo seis se expone la metodología utilizada en la indagación de la hipótesis, se adjunta la descripción de los procedimientos de experimentación la cual se conformo por tres etapas denominadas: investigación base, controlada y conceptual, se finaliza con la exposición general de resultados. Es importante señalar que fue utilizado un equipo operado a distancia (teleoperado), similar a un robot social, con el cual se analizaron diversos fenómenos de interacción humano- robot, gracias al método de indagación denominado “Mago de Oz” (Usability Net Project, 2006). En esta, los sujetos de experimentación son sometidos a análisis e interactúan con un equipo de un sistema, en este caso el “robot” teleoperado, el cual los sujetos consideran autónomo, pero en realidad está siendo operado por el investigador o su colaborador oculto a la vista

de los sujetos. Tal método “Mago de Oz” es el proceso de investigación por excelencia para analizar y aproximar un robot a la sociedad sin poner en riesgo a los usuarios y determinar de manera sistemática la tecnología implícita necesaria, es aplicado por lo principales desarrolladores de robots sociales en distintos países tales como Japón, Estados Unidos, Corea, Suiza e Italia. Ocasionalmente es un engaño utilizado para gestionar y determinar las expectativas de los participantes así como fomentar los comportamientos naturales de los usuarios.

La interpretación de los hallazgos así como la discusión, se ubican en el capítulo siete, tal debate se configuró inicialmente por las tres etapas de la experimentación antes mencionadas y posteriormente se presenta un sumario que incluye la discusión contrastada con los datos acumulados a lo largo de esta tesis de investigación, tal sumario gestará una propuesta para el desarrollo de robots sociales como recurso para la divulgación científica. Los estudios realizados, plantean la sinergia de varias disciplinas como la Ingeniería y la sociología con el diseño industrial; la Ingeniería como principal fuente de desarrollo técnico y la sociología como la disciplina capaz de proporcionar una visión global de los fenómenos de interacción a través de los razonamientos en el estudio de los sistemas sociales.

Finalmente, los estudios realizados para conocer las expectativas hacia los robots sociales y atestiguar los acontecimientos durante la interacción entre personas y robots, fueron llevados a cabo gracias al apoyo de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la UNAM y la Subdirección de Educación no Formal dentro de la “Casita de las Ciencias”, en donde se aplicaron diversos instrumentos de investigación social mismos que sirvieron de base para sustentar los resultados de esta tesis de maestría.

CAPÍTULO





Evolución del Robot Asimo

Fuente: http://paulakaren103.blogspot.com/2011_03_01_archive.html

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO

1.1 ¿Por qué utilizar robots sociales en México?

Una de las áreas que desde la mitad del siglo pasado ha tomado un camino ascendente dentro del ramo tecnológico es la robótica, con sus diversas aplicaciones destacando sus alcances así como posibilidades futuras, insertándose día a día en diversas áreas de la estructura social. Su interpretación y acoplamiento en las sociedades son motivo de análisis y discusión, generados por la búsqueda de respuestas a los fenómenos presentes durante la interacción entre humanos y robots. Revisando diversos análisis prospectivos acerca de los alcances y aplicaciones de la robótica mundial podemos establecer diversas tendencias generadas por los países de mayor uso y desarrollo tecnológico, determinados por países europeos, asiáticos y norteamericanos¹.

¹ Los principales países europeos con mayor presencia de robots son: Alemania, España, Finlandia, Francia e Italia, respecto a los países asiáticos destaca China y Japón y en los países Norteamericanos Estados Unidos. (López & Kyriakou, 2007)

Tales análisis acerca de las tendencias tecnológicas en el siglo XXI, se fundamentan principalmente en dos características. En primer lugar el rápido crecimiento del proceso de innovación así como la aplicación y uso de las nuevas tecnologías; en segundo lugar la convergencia de los conocimientos que dan una mayor velocidad al cambio tecnológico y permiten por lo tanto nuevos desarrollos y aplicaciones.

La robótica es un claro ejemplo de este proceso de rápido crecimiento; convergencia y difusión de nuevas aplicaciones (Moravec, 1999). Por un lado, esta convergencia se da a partir de los enfoques biológicos, psicológicos y de la robótica desde el estricto punto de vista de las ingenierías en programación, las posibilidades a futuro se encuentran determinadas en primer lugar, por la mejora en las condiciones humanas de manera biológica además del incremento en las capacidades cognitivas de los equipos y sistemas por encima de las del ser humano (Imagen 1.1), lo que nos lleva a plantear el problema ético emergente que esto genera (Kurzweil, 2005). En segundo lugar, las investigaciones que toman como punto de partida la forma en que las sociedades construyen sus propias

trayectorias tecnológicas en un proceso interactivo compuesto por las innovaciones científicas, las necesidades y demandas de los ciudadanos, la intervención de empresas y gobiernos así como la respuesta de instituciones económicas y legales involucradas.



. Imagen 1.1 Experimentos entre humanos y robots. Robot iCub en interacción
Fuente: <http://www.lefigaro.fr/lefigaromagazine/2009/07/18>

De esta manera es muy importante entender las consecuencias de la tecnología emergente y hacia dónde va dirigida, analizando las paradojas causadas por la innovación, diseño y aplicación de los nuevos procesos tecnológicos, sobrepasando el discurso antropológico optimista o pesimista que esto conlleva (López & Kyriakou, 2007). El buen manejo de la ciencia en conceptos de utilidad y enfoque de la resultante tecnológica, generará actitudes a favor por parte de los usuarios.

La robótica, más allá del enfoque de automatización generalizado que la caracteriza y producto de este rápido crecimiento, establece nuevas aplicaciones que contemplan la estrecha relación con los seres humanos, de esta manera se hace extensa la implicación social de adaptar nuestros espacios públicos y privados así como reconfigurar nuestra visión ante la inminente implementación de robots en la vida cotidiana. La robótica

aplicada a la ejecución de servicios, tiene diversos conceptos alrededor del mundo y resultan comunes algunos conceptos como funcionalidad, utilidad, fabricación, capacidad autónoma o semiautónoma (que implica retroalimentación con los datos externos y su procesamiento para la ejecución de diversas acciones) y quizás la más importante de todas, el bienestar de los seres humanos o usuarios y los equipos (Imagen 1.2), en este caso los mismos robots (International Federation of Robotics, 2007).



Imagen 1.2 Robots al servicio de las personas. Asimo y su capacidad de servicio.
Fuente: <http://www.futurecar.co.za/honda-asimo/>

En la búsqueda de la homogeneidad de conceptos, un grupo de trabajo de la Organización Internacional de Normalización (ISO), desde el año 2007, se ha dado a la tarea de revisar la norma ISO 8373 que finalmente contará con una definición oficial de robots de servicio. De esta forma se inicia la gestión de un concepto universal de robots útiles en diversas actividades y en estrecho contacto con las personas (Imagen 1.3). Sin embargo el concepto de un robot capaz de llevar a cabo una serie de interacciones con los seres humanos, recibe el nombre de robot social cuya definición es una mezcla de términos comunes a los establecidos anteriormente más conceptos que hacen referencia al uso de sensores, características

antropomorfas, así como la emulación de habilidades propias de los seres humanos, determinados por la combinación de al menos tres de los cinco sentidos del cuerpo humano; vista, oído y tacto, por lo que en menor o mayor medida este agente tecnológico es regido por comportamientos sociales.



Imagen 1.3 Robot utilizado para la interacción con personas de la 3ra. edad.
Fuente: http://www.ratschlag24.com/index.php/roboer-fr-die-kommunikation-iterer-menschen-_101980/

Los avances tecnológicos permitirán el desarrollo de robots cada vez más poderosos, por lo que sus restricciones y limitantes deberán establecerse conforme a las expectativas de la sociedad. La convergencia tecnológica permitirá la superación de las fronteras y límites de las posibilidades dentro de los desarrollos de materiales, procesos cognitivos artificiales y capacidades móviles de los equipos así como sistemas. Investigadores de Japón, predicen aptitudes en los robots (tabla 1) tales que les permitirá establecer relaciones sociales de manera simple tal y como se hiciera entre personas, esta predicción se hace en el periodo comprendido entre los años 2013 y el 2027.

Proyecciones Japonesas en Tecnología Robótica Convergente	
Evento	Línea de Tiempo
Desarrollo de sistemas inteligentes, útiles para la toma y emulación de decisiones humanas, así como sus procesos, habilidades y experiencias. Apertura a diversas actividades con el objetivo de rechazarlas o aprenderlas.	2013
Uso práctico de la interfaz humano-máquina, cuya comprensión y capacidades de diálogo pueden acarrear tareas con el equipo informático a través del diálogo con humanos.	2014
Desarrollo de tejidos artificiales con funciones similares a los tejidos biológicos,	2017
Uso práctico de la tecnología aplicado a las computadoras para controlar la actividad motora del cerebro, para su utilidad en la ejecución directa y voluntaria de miembros artificiales sin depender del uso de médula espinal o un sistema periférico nervioso.	2023
Desarrollo de robots inteligentes con la habilidad de ver, oír y ejecutar otras funciones sensoriales, hábiles para pensar y tomar decisiones similares a los seres humanos	2027

Tabla 1. Proyecciones de la robótica en Japón

Fuente: Instituto Nacional de Ciencias y Políticas Tecnológicas, Futuro Tecnológico en Japón hacia el año 2010, Centro de la Previsión de la Ciencia y la Tecnología, Tokio (Japón), 2001

A partir de un reportaje encontrado en el sitio web de “National Geographic” (Lovgren, 2006), el gobierno de Corea del Sur, plantea colocar un robot por cada hogar durante el año del 2020. Este país es uno de los más avanzados del mundo, tomando en cuenta el uso de Internet de banda ancha en el 72 por ciento de sus hogares, por detrás de los Estados Unidos y Japón, cabe señalar que Corea del Sur ha enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de robots de servicio incluyendo también robots sociales a diferencia de los Estados Unidos interesados en el desarrollo de robots industriales, militares y espaciales. A partir de diversas estrategias desarrolladas por institutos de tecnología aplicada, Corea del sur, pone en marcha un plan para el desarrollo sistemático de robots de servicio dejando a un lado los robots de aplicaciones industriales debido a la saturación en el mercado (Imagen 1.4). Bajo un programa piloto, tres tipos de robots se distribuyeron a 64 familias de Corea del Sur y dos más en oficinas de correos a finales del 2007. En una segunda fase se planea colocar robots en 650 hogares y 20 en lugares públicos.



Imagen 1.4 Robots de servicio coreanos del programa nacional “Robot como compañero”
Fuente: <http://zedomax.com/blog/2006/10/31/robot-testing-in-homes/>

El análisis de la aplicación de la robótica dentro de la estructura social resulta primordial, los ejercicios de tales aplicaciones se complementan con el análisis de la interacción entre humanos y robots cuyo estudio pretende establecer una referencia de las características que deberán tener estos equipos en convivencia con las personas y en la que se suman diversos factores tales como la cultura y conocimientos en tecnología de cada sociedad.

En México, si bien existen esfuerzos para desarrollar tecnología de alto nivel, en el caso de la robótica, resulta difícil encontrar información acerca de los desarrollos que se generan en distintas universidades del país en donde la programación de robots humanoides comerciales² resulta ser la aplicación más popular dentro de las áreas de ingeniería desembocando en concursos internacionales en los que el Instituto Politécnico Nacional (IPN)

² Robots coreanos como “Bioid”, japoneses como “robonova”, Francés como “Nao” entre otros, se introducen a través de las instituciones Universitarias para su prueba y aplicación.

obtuvo algunos resultados favorables durante el 2009 (Martínez Carballo, 2009).

En el caso de Instituciones como el Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados (Cinvestav) se está desarrollando un Robot Humanoide denominado “Mexone”. Hasta el momento, solo se ha fabricado la cabeza, brazos, torso y se plantea hacer que camine en un futuro (Imagen 1.5).

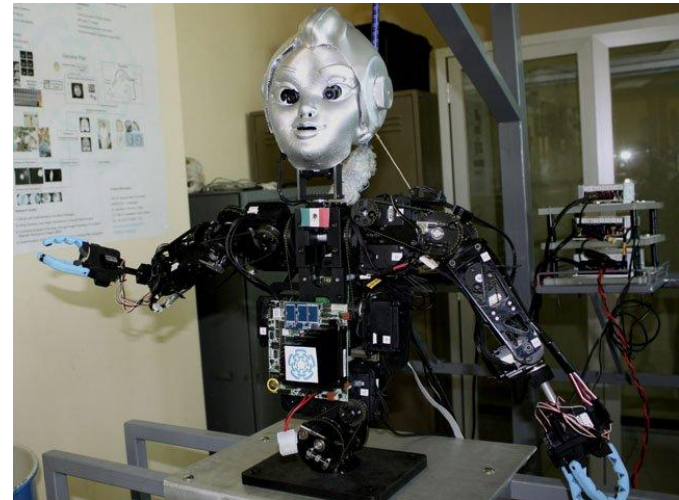


Imagen 1.5 Robot desarrollado en México. Robot Mexone (Robot con vocación social)
Fuente <http://www.informealdia.com/?p=13683>

Con Ingeniería mexicana y componentes de origen extranjero, este equipo tiene hasta la actualidad una aplicación que no rebasa la experimentación y el enfoque científico de laboratorio característico de los desarrollos de punta. Sin embargo, nos mantenemos aún al margen en tecnología y al uso de productos extranjeros, no hablemos del aspecto cultural y la influencia de la tecnología extranjera sobre nuestra sociedad.

En la actualidad, los principales desarrolladores de la robótica han abierto una brecha multidisciplinaria, generando diversos debates en cuanto a la aplicación de robots en las sociedades bajo el esquema de servicios y apoyo a las actividades humanas. Tal sinergia de áreas intenta acoplar los

nuevos desarrollos a las expectativas sociales, redireccionando y moldeando los productos científicos hacia la inserción en el “Mundo Real”³ fuera de los talleres de empresas privadas y sobre todo de los centros de investigación en las Universidades. El desarrollo de los robots actuales y del futuro dentro de las sociedades, caminará a la par de la creación de tecnología eficiente en conjunto de la comprensión de las intenciones humanas dentro de su propio contexto sociocultural.

Actualmente, los estudios que sustentan estos análisis prospectivos se encuentran definidos por las investigaciones en la Interacción entre Humanos y Robots, conocido por las siglas en inglés HRI, la cual está determinada por los distintos fenómenos que se presentan durante la comunicación entre humanos y robots. Es un campo de estudio dedicado a entender, diseñar y evaluar los sistemas que intervienen en la comunicación entre humanos y robots (Schultz & Goodrich, Human–Robot Interaction: A Survey., 2007). Los estudios de la HRI representan un enorme universo de condiciones sociales incapaces de ser explicadas desde el punto de vista de la ingeniería, por ello es necesario incluir aspectos psicológicos, antropológicos y culturales lo que diversifica así como enriquece los análisis, investigaciones y aplicaciones (Imagen 1.6). Este nuevo enfoque provoca una singular conexión entre los académicos e investigadores involucrados pues esta conglomeración de conocimientos permite generar aplicaciones concretas y sustentadas.

A través del diseño industrial hemos podido adaptar la tecnología y hacer llegar a la sociedad productos capaces de satisfacer hasta los más profundos anhelos de los individuos, en este punto es conveniente analizar la manera en que el diseño irrumpe en el desarrollo social a través de la creación de productos y su manipulación así como la interacción por parte de los usuarios, la figura 1 ilustra gráficamente la incursión del diseñador industrial o de producto y el usuario del artefacto.



Imagen 1.6 Análisis de de fenomenología de Interacción Humano Robot (HRI)
Fuente: <http://www.21stcentury.co.uk/robotics/i-robots.asp>

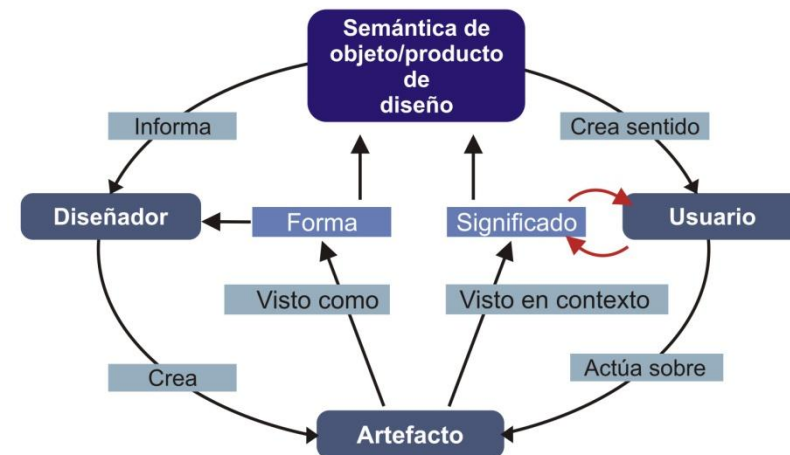


Figura 1. La semántica del objeto, el diseñador industrial y el usuario de productos.
Fuente: Krippendorff en The Idea of Design, A Design Issues Reader, 3ª Edición, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 1998

³ El término “Real World” es utilizado como tópico principal en el 6to. Congreso Mundial de Interacción Humano Robot del 2011, haciendo referencia a la aplicación de robots en las actividades cotidianas de las personas, más allá de su uso en la industria, áreas militares o áreas espaciales.

El trabajo del diseñador aborda aspectos informativos tales como materiales y procesos de fabricación, adecuaciones al entorno sociocultural, costes de producción, ergonomía entre otros elementos conducentes a la creación de artefactos útiles para las sociedades. Un punto crucial en el desarrollo, capaz de retroalimentar el trabajo de los diseñadores para futuras implementaciones, es sin duda la participación del usuario, encargado de dar sentido al producto de diseño dentro de un contexto sociocultural, el cual actúa sobre el artefacto otorgándole significados que determinan los alcances y la utilidad del producto.

Así, ligando el concepto de diseño industrial y la robótica, surge la siguiente pregunta ¿Es posible hacer del diseño una herramienta capaz de integrar los conceptos psicosociales y tecnológicos en la creación de productos capaces de otorgar el máximo beneficio para los usuarios dentro de la aplicación y uso de robots? Quizás en países con un mayor desarrollo esta herramienta de diseño este integrada a la ingeniería, sin embargo en nuestro país será importante determinar un conocimiento capaz de adecuar la tecnología a la sociedad en forma inmediata, sobre todo con un desarrollo relativamente nuevo e inexplorado en nuestro medio como es la robótica social. Una de las finalidades de diseño es la de implementar una serie de soluciones a diversas problemáticas sociales que permitan el buen desarrollo de los individuos, podemos decir que la robótica persigue directa o indirectamente una meta similar.

Ahora bien, en México, el déficit en la educación es sin lugar a dudas un problema que acarrea diversas situaciones adversas para la sociedad. Tomar el rumbo correcto necesitará de una profunda reestructuración en el sistema y reformas en los modelos educativos establecidos. La presente investigación esboza el concepto de robótica aplicada al entorno educativo a través de criterios que conciernen al diseño industrial, con ello ofrecer un panorama alternativo utilizando la tecnología al servicio de los objetivos educativos.

La educación puede ser definida como “La acción ejercida por las generaciones adultas sobre las que todavía no están maduras para la vida social. Tiene por objeto suscitar y desarrollar en el niño cierto número de estados físicos, intelectuales y morales...” (Durkheim, 1991, pág. 99).

Acorde a la definición anterior se considera a la educación como una acción social ya que es la transmisión de conocimientos a partir de un criterio de enseñanza específico emitido por distintos actores sociales, ya sea el tutor o maestro. La educación es algo dinámico y constante, ya que no se trata de una mera transmisión de conocimientos, sino que es algo que todo el tiempo está sujeto a la reflexión y a la aplicación de sus enseñanzas en la vida práctica, cotidiana, profesional y educativa, así como evolutiva bajo un criterio científico. La educación ha tenido gran importancia en la vida de los pueblos, en el progreso de la cultura y en el devenir de la historia, así como del mundo en general (Villalpando, 2009), es actividad, dinamismo y función por ello su cumplimiento se traduce en efectos sociales de diversa índole. Dentro de los estudios y análisis macroeconómicos la educación es considerada como el motor del crecimiento económico, de la equidad social y de la integración cultural, esto se explica gracias a los objetivos fundamentales que se persiguen a través de la docencia, investigación y extensión, los cuales son conformados por la formación de recursos humanos y el desarrollo de la investigación para promover la adquisición de conocimientos generando innovaciones (Hernández R. , 2008).

En México, a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado, la educación ha sido testigo de un retroceso en sus sistemas, gestiones, aplicación y expectativas. Según Villalpando, durante la de época 1940 a 1970, denominada la “Época de la Unidad Nacional”, existieron una gran variedad de intentos políticos, administrativos, doctrinarios, técnicos, edificativos, institucionales, encaminados a hacer de la educación un auténtico medio de progreso nacional, sin embargo estos esfuerzos se vieron afectados posteriormente, a partir de los años 70, por una época de ineficiencia y retroceso; debido al descenso de la calidad educativa hasta su anulación. Esta anulación es producto de la deficiencia cuantitativa y cualitativa del servicio educativo, fracaso total en la formación de maestros, introducción inoperante de técnicas “pseudoeducativas”, exceso de acciones y normas políticas sin rumbos ni resultados, federalización educativa confusa, educación en los estados sin legitimidad, sin presupuestos y sin programas adecuados, así como una notoria ausencia de teorías y teóricos de la educación. Hoy en día, el actual gobierno pretende realizar un esfuerzo en contrarrestar este déficit educativo; los efectos de la burocracia y algunos campos de la administración, han sido el obstáculo principal para cualquier

intento de reforma aunado a los mecanismos sindicales que favorecen a unos cuantos. A partir de la gestión del gobierno 2006-2012, se ha intentado reinstaurar el enfoque educativo en México a través del proyecto denominado “Alianza por la calidad de la educación”, suscrita por el Gobierno Federal y el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación, el objetivo central de esta alianza es propiciar e inducir una amplia movilización en torno a la educación, a efecto de que la sociedad vigile y haga suyos los compromisos que son necesarios para la transformación del sistema educativo nacional (Villalpando, 2009)

Un aspecto común de la educación es el conocimiento científico, la comprensión pública de la ciencia se considera actualmente como uno de los valores intrínsecos a las sociedades democráticas (Villalpando, 2009). Para una estabilidad y desarrollo social es importante mantener una estrecha relación entre ciencia y sociedad en un sentido amplio. Sin embargo, la especialización de la ciencia moderna puede conducir a una fragmentación social; hoy en día existe una separación entre los ciudadanos, la ciencia y comprensión de la función tecnológica. El mejoramiento de la comprensión pública de la ciencia favorece al desarrollo e investigación, así como los estándares de calidad de vida, al realizar mejores elecciones en términos de salud, seguridad, gobierno, economía y educación.

En la actualidad la robótica ha sido aplicada en temas educativos, desde finales de 1980 con los cursos de investigación el Instituto Tecnológico de Massachusetts, los robots son utilizados en la enseñanza de diversas formas, en muchos niveles, con muchos propósitos y contextos diversos, día con día se realizan distintas investigaciones en las cuales se buscan procedimientos y métodos novedosos en el uso a estos agentes tecnológicos, tales aplicaciones se han llevado a cabo dentro de entornos desfavorecidos en temas educacionales con el principal objetivo de atraer al público hacia un nuevo concepto pedagógico (Imagen 1.7).



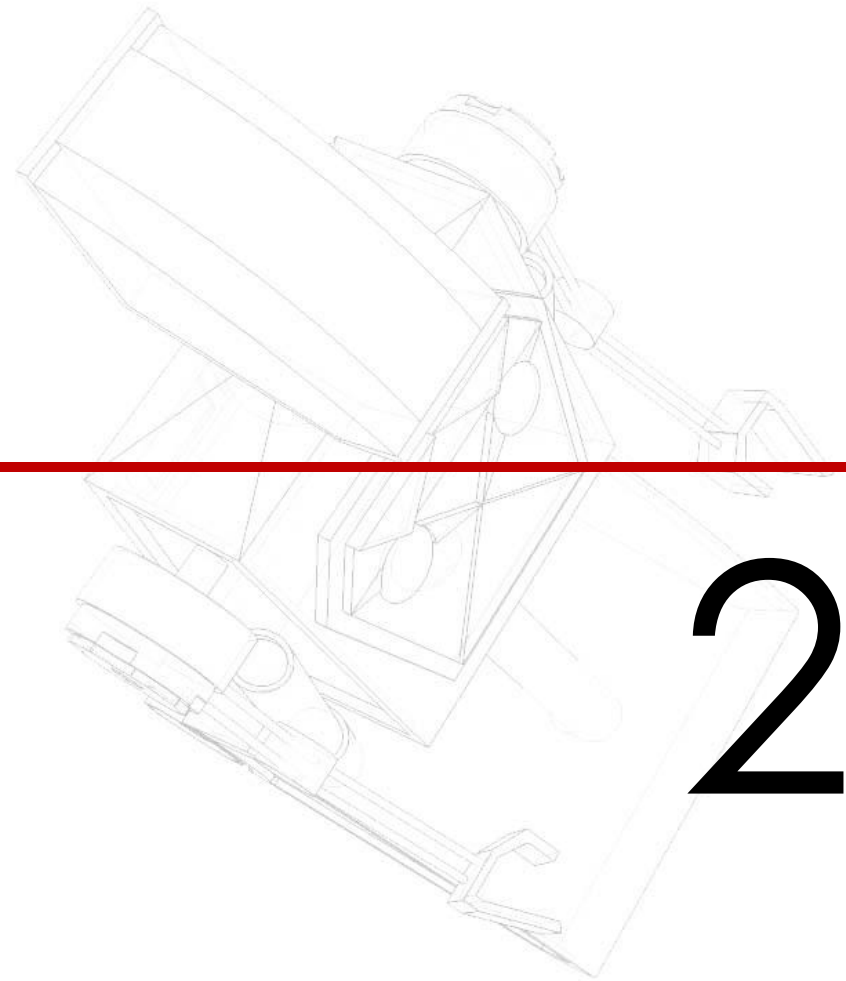
Imagen 1.7 Aplicación pedagógica de robots. Robot profesor. China
Fuente: <http://www.robotikka.com/952/robots/un-robot-como-maestro/>

Es muy difícil precisar el impacto real de la robótica aplicada como recurso didáctico, sin embargo las capacidades tecnológicas de los robots pueden facilitar el trabajo de los educadores en ciertas áreas (Malec, 2002), tales capacidades se enfocan en distintas finalidades y necesidades, determinadas por el espectro sociocultural así como aspectos motivacionales hacia los conocimientos científicos aplicados en la vida cotidiana. Por otro lado la aplicación y uso de robots tiene gran aceptación en la divulgación científica; medio por el cual se transmiten los conocimientos científicos a la sociedad, ya sea bajo un esquema de tipo escolarizado o al grueso de la población. Tal medio se hace valer de distintos recursos, su objetivo principal es enriquecer los conocimientos de los individuos a través de experiencias significativas así como manifestar la utilidad de la ciencia en el desarrollo social y esclarecer las relaciones entre la vida cotidiana con los conocimientos científicos aplicados.

1.2 Epílogo.

Con esta investigación se pretende sacar provecho de los recursos de la tecnología emergente para el apoyo de una actividad cotidiana dentro de un contexto sociocultural determinado, las metodologías y herramientas que sustentan el uso del diseño industrial serán útiles en desarrollos aplicados. Se toma como base los aspectos sociales de un contexto perteneciente al ámbito de la divulgación científica, a través de un caso de estudio, aprovechando los recursos y posibilidades tecnológicas de nuestro entorno.

CAPÍTULO



2

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1 Orígenes de la robótica.

Es importante ubicar los acontecimientos a través de distintos hechos históricos que hablan por sí mismo respecto a la intención de crear artefactos que desempeñen acciones similares a las entidades biológicas, aunado a la potencialización de las acciones, intenciones y deseos humanos. Sin embargo, antes de hacer cualquier esbozo enfocado al entorno de la robótica, vale la pena hacerse una pregunta tan difícil como importante:

2.1.1 ¿Qué es un robot?

El término fue acuñado en 1921 por el escritor Checoslovaco Karel Capek en su novela "Rossum Universal Robots" (Imagen 2.1). Los robots de Capek, en sus novelas, fueron diseñados para mejorar y perfeccionar las labores manuales de los humanos, sin embargo la novela da un giro caótico al final ya que los robots toman el control de la fábrica en la cual se crean y llegan a aniquilar a la humanidad conservando únicamente a un humano como esclavo.

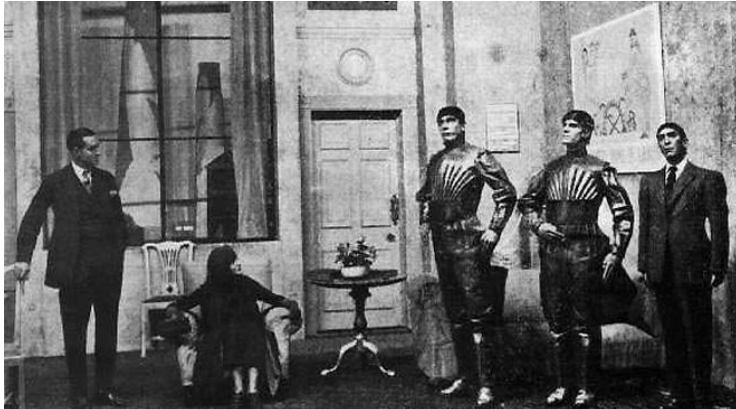


Imagen 2.1 Escena de la obra de Capek.

Fuente: <http://www.wired.com/thisdayintech/tag/rossums-universal-robots/>

En la actualidad no es fácil encontrar una definición que delimite y abarque al mismo tiempo de manera correcta su significado, para la sociedad y para muchos científicos, un robot es un dispositivo mecánico capaz de realizar tareas que podrían desempeñar los seres humanos⁴. Bajo esta definición, según Laura Athié, pueden encontrarse muchos tipos de maquinas robotizadas, desde las industriales utilizadas para el ensamblaje de automóviles, hasta los humanoides producidos por las grandes empresas tecnológicas japonesas, estadounidenses y alemanas (Athie, 2007, págs. 2, 6, 28).

En el libro la filosofía de la cibernética, el francés Jean Ladrière, publicado en 1962 describe tres periodos en la historia de las maquinas que son la base de la robótica desde el punto de vista occidental:

1.- Las maquinas mecánicas. Basadas en las leyes de la estática y de la dinámica, que permiten la transmisión del movimiento.

2.- Las maquinas energéticas. Basadas en las leyes de la termodinámica o de la electrodinámica, que permitían desarrollar energía destinada a funcionar como energía cinética o de un cuerpo en movimiento.

3.- Las maquinas cibernéticas. Poco antes de la década de los setenta, la ciencia se adentro en el funcionamiento de las maquinas, Ladrière explicó que las maquinas percibían por sí mismas las desviaciones del sistema que formaban parte y comunicaban su información a un aparato de ejecución, así, la cibernética puede describirse como el proceso de información de maquinas dentro del ambiente que se crearon. Básicamente estudia las semejanzas entre los sistemas de control y comunicación de los seres vivos y los de las maquinas, en particular de los mecanismos biológicos a la tecnología (Arkin, 1998).

El resultado y conjunción de estas maquinas fueron desembocando progresivamente en la robótica, cuyo origen se registra desde antes de la concepción de exactitud en el tiempo y evoluciona durante diversos periodos en la historia de la humanidad:

⁴ Definición del diccionario de la Real Lengua Española.

- La creación de relojes de agua con complejos mecanismos autómatas de alta precisión. Ctesibius es conocido como el ingeniero griego desarrollador quien vivió en tres siglos antes de Cristo.
- Los autómatas. Cuyos movimientos surgen de sí mismos, sus mecanismos representan un sistema de ejecución compleja. Los principales exponentes datan del siglo XVI, sin embargo los mayores alcances se dieron a partir del siglo XVIII con Vaucanson en Francia (Imagen 2.2) y Jacquet-Droz en Suiza (Imagen 2.3).
- En el siglo XVIII, Wolfgang Von Kempelen fabricó una maquina que imitaba la función de la cavidad oral humana por medio de presión de aire y mecanismos similares a un órgano musical. El manipulador humano de este equipo oculto a la vista del espectador, lograba emitir sonidos que se asemejaban a palabras, aunque su función es inespecífica, se le atribuía la cualidad de infringir temor en los escuchas, los cuales pensaban que era autónomo (Imagen 2.4).
- La Informática. La ciencia del manejo de la información en la automatización. Joseph-Marie Jacquard desarrolló en 1745 la primera máquina programada en Francia (Imagen 2.5).
- La inteligencia artificial. Área de la ciencia computacional relacionada a la búsqueda de patrones del pensamiento humano, cuyas investigaciones datan de 1940.
- Robots de primera generación. Diseño minimalista de equipos cuyas habilidades son resultado de la programación previa de sus ejecuciones. Autómatas de servicio que carecen de toda habilidad de percepción; sus estudios en 1950 (Imagen 2.6).
- Robots de segunda generación. Son equipados con sensores que los hacen capaces de examinar su entorno y ayudan a tomar una decisión en su accionar. Investigaciones durante la década de los sesentas (Imagen 2.7).
- Robots de tercera generación. Hasta nuestros días y desde los años setentas, son la culminación de años de investigación y cuya inteligencia artificial los habilita para razonar y actuar de forma totalmente independiente. Durante los últimos 40 años de la robótica, las capacidades de los robots han sido gradualmente transformadas gracias a una moderada evolución, sustentadas por los avances en hardware y software utilizados en su control y sistema sensorial, así como las aportaciones provenientes del diseño mecánico y uso de nuevos materiales (Imagen 2.8).

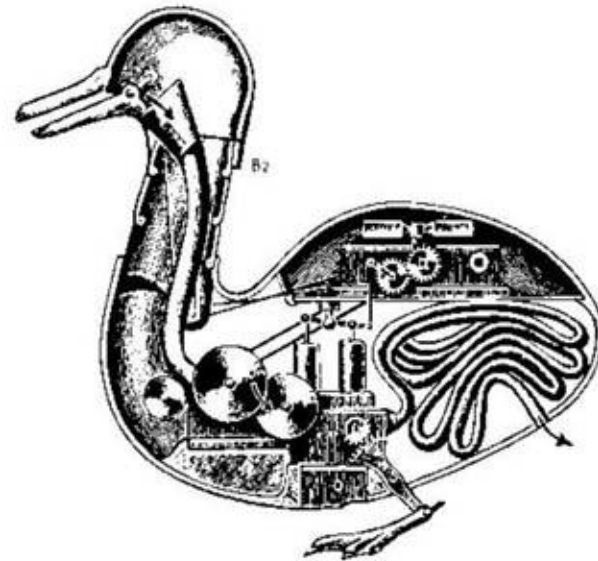


Imagen 2.2 Pato de Vaucanson Fuente:

<http://io9.com/5645073/how-engineers-have-been-faking-life-since-1000-bc>



Imagen 2.3 Autómata escritor de Jacquet Droz
 Fuente: Izq. y Der. <http://www.ics.lu.se/kurser/inf389>



Imagen 2.5 Telar programado de Joseph Marie Jacquard
 Fuente: <http://www.allonrobots.com/joseph-marie-jacquard.html>

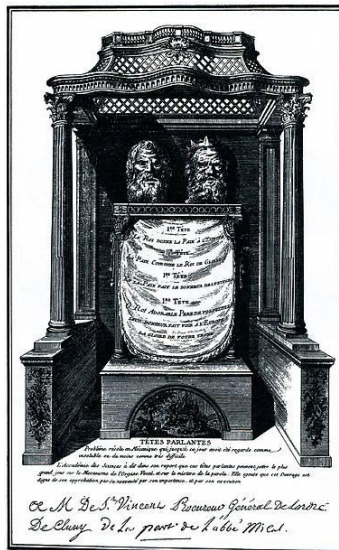


Imagen 2.4 Cabezas parlantes (Tetes parlantes)
 Fuente: <http://www.mediamatic.net/page/8635/nl>



Imagen 2.6 Robot de primera generación. "TecArm 6"
 Fuente: <http://www.bpesolutions.com/photo7.html>



Imagen 2.7 Robot de segunda generación. Robot Pioneer (Mobilerobots)
Fuente: <http://www.mobilerobots.com/ResearchRobots/ResearchRobots.aspx>



Imagen 2.8 Robot de tercera generación. Robot Cosero (Universidad de Bonn)
Fuente: <http://www.nimbro.net/@Home/>

Esta breve explicación del contexto histórico de la robótica bajo el criterio occidental, nos traza una clara tendencia hacia la expansión de los impulsos humanos de dominación y control del entorno a través de la tecnología. La historia de la robótica encuentra el principal auge y fue de dominio público a partir de las novelas de Isaac Asimov, y sus famosas leyes que indirectamente fundamentan el desarrollo de robots que se encuentran en contacto directo con los seres humanos.

Cabe suponer que esta tendencia negativa hacia los robots ha causado expectativas y miedos que han desembocado en miles de novelas y creaciones cinematográficas en el mundo occidental, básicamente en la manera en que la tecnología se apodera del control, de la misma forma que sucede con las principales instituciones humanas, ya sean políticas, religiosas y comerciales, en algunos casos por medio del desarrollo organizado, sistemático y estructurado de la tecnología como institución al servicio del hombre, para la búsqueda de incentivos económicos en las corporativas privadas.

2.2 Finalidades y conceptos culturales de la robótica.

La Tecnología y la robótica son percibidas como meras extensiones mecánicas de las capacidades humanas, no solo de su cerebro y cuerpo, sino de su naturaleza básica; por ende, sus múltiples divisiones a partir de la aplicación de la misma. Por otro lado, respecto a la idea del hombre como extensión, según, Edward T. Hall en su libro “Más allá de la cultura”, podemos encontrar no solo que la ciencia y arte son producto del sistema nervioso central del hombre, sino también que cualquier sistema de extensión se caracteriza por ser tratado como algo distinto y separado de quien lo utiliza, por lo que adquiere su propia identidad (Hall, 1978, pág. 40). La religión como extensión, explica claramente este fenómeno, una extensión del pensamiento humano para el control de sus semejantes.

El Hombre ha dominado la tierra porque sus extensiones han evolucionado tan deprisa que nada se interpone en su camino, el peligro evidentemente, radica en que al multiplicar su poder, está en condiciones de destruirse así mismo. “Las extensiones fragmentan la vida y disocian al hombre de sus actos” (Hall, 1978, pág. 42). La guerra moderna es un claro y crudo ejemplo

de cómo se puede aniquilar individuos y sociedades a distancia, sin ninguna participación directa en el proceso. Es quizás un panorama complicado que obliga a establecer límites en el desarrollo de la robótica.

Desde los años ochenta, se hizo énfasis en la importancia de los robots en nuestra sociedad, tratando de sacar ventajas de su entorno productivo determinado por sus funciones, en las que no se buscaba necesariamente los elementos relacionados al coste de fabricación de un determinado producto (Wilczynski & Slezycski, 2007, págs. 6-8), en cambio se analizaron y plantearon tareas para estos, en donde asumían importantes roles laborales cuyas características no eran aptas para los seres humanos (Imagen 2.9).

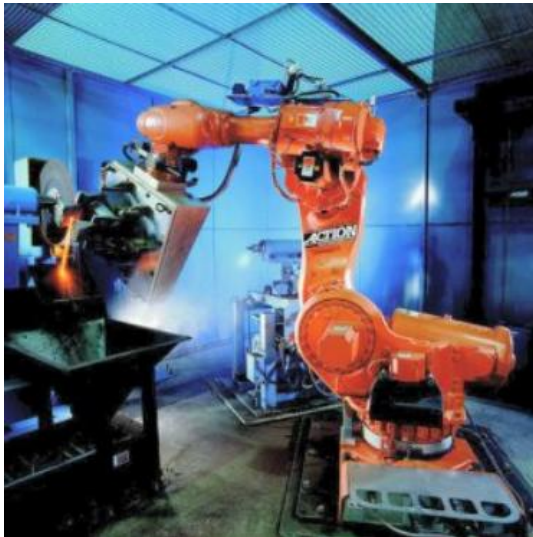


Imagen 2.9 Brazo robótico industrial

Fuente: <http://www.rakhes.com.tr/Fabrok.htm>

La necesidad de “socializar” a la robótica llevo a la humanización de las entidades tecnológicas. Denominados "humanoides", los robots se presentan bajo diversas aplicaciones con rasgos y características de los seres humanos, se plantea que los individuos son prototipos expertos en la interacción social, así pues si se adhiere a la tecnología las expectativas

sociales, resultará efectiva, agradable y competente la interacción entre humanos y robots (Schultz & Goodrich, Human-Robot Interaction: A Survey., 2007). (Imagen 2.10)

Los 2 países más representativos en el desarrollo de la robótica, Japón y Estados Unidos, presentan diferencias profundamente arraigadas a su cultura y aspiraciones. Efectivamente, podemos afirmar que la cultura afecta la manera en que la tecnología es percibida, y de manera reciproca la evolución tecnológica da forma a la cultura en formas diversas.



Imagen 2.10 Robot de la compañía Tmsuk, actuando como compañero.

Fuente: http://www.nytimes.com/slideshow/2009/07/13/business/20090713-robots-ss_5.html

En la cultura japonesa, la integración de robots se da a través de un proceso positivo y es insertado en su cultura por medio de las historietas y animaciones, en la que destaca una de 1951 llamada Testuwan Atom mejor conocida en nuestra cultura como Astro Boy (Imagen 2.11). Paradójicamente el uso de la energía atómica para dar vida a este personaje se inserta en una cultura devastada por la misma energía

cambiando su contexto maléfico como una fuente de vida, su exportación a la cultura occidental, gracias a la energía nuclear, tuvo una gran aceptación.

La idea de los robots como agentes tecnológicos cuya misión era salvar la humanidad, fue el concepto en el cual se originó su desarrollo en Japón. En la mayoría de las ocasiones, los robots se integraban a la sociedades y asumían el papel de guardianes de la paz y la armonía no implicando necesariamente su fusión con los seres humanos y delimitando claramente su valía como productos tecnológicos que son en cierta medida “domados” para su uso y colaboración (Imagen 2.12). El enfoque de la tecnología y ficción japonesa, no se presentan como una profunda búsqueda hacia la convergencia con las maquinas, sino más bien como una forma de preservar lo esencial de la cultura humana a través de sus creaciones, es evidente la existencia de fronteras y distancias entre los hombres y las maquinas (Kaplan, 2004). Esta actitud positiva hacia la tecnología en Japón está influenciada fuertemente por la cultura, el arraigo a su historia, folklore y mitología.

El Sintoísmo, una de las religiones más importantes en el Japón relacionada con el Budismo, es concebida actualmente como un conjunto de prácticas llevadas a cabo con la finalidad de establecer una conexión entre su presente y su pasado, involucra la adoración de los espíritus de la naturaleza, se caracteriza por la visión animista de la misma. Uno de los mitos populares del Sintoísmo plantea la salvación de la humanidad a través de los actos artificiales descritos en el mito de la Diosa Solar Omi-Kami; la diosa, al ser ofendida por su hermano se oculta en una cueva dejando a la humanidad en tinieblas, lograr su regreso requirió del ingenio de los otros dioses al idear, sin algún objeto de celebración una fiesta con música, teatro y danza (Imagen 2.13). Esta fiesta no era real era solo un artificio para conseguir que la diosa saliera de su escondite y volviera con su luminosa presencia al mundo, el cual fue salvado por un baile de máscaras simples, una fiesta falsa y de risa forzada, creada para engañar a una diosa. En la tradición sintoísta la artificialidad es lícita: pues salva al mundo.



Imagen 2.11 Testuwan Atom.

Fuente: http://www.nytimes.com/slideshow/2009/07/13/business/20090713-robots-ss_5.html



Imagen 2.12 Robots japoneses gigantes

Fuente: <http://muza-chan.net/japan/index.php/blog/giant-robot-japanese-tourist>

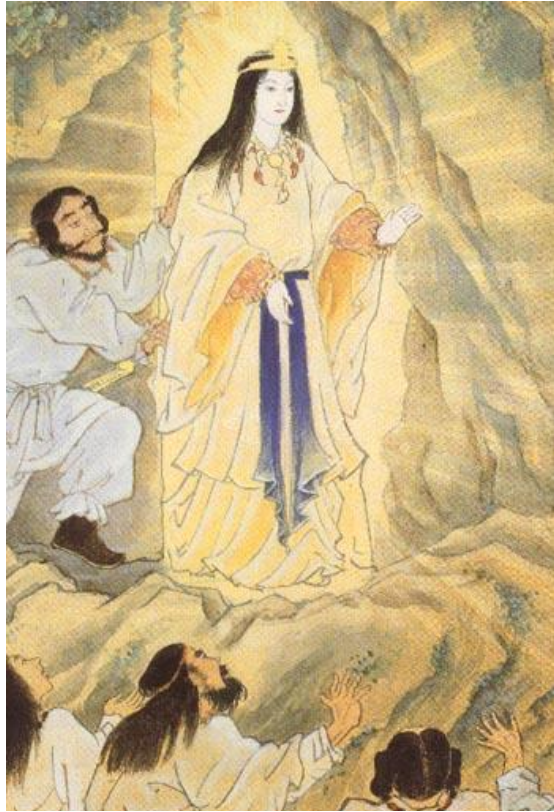


Imagen 2.13 Diosa solar Omi-Kami

Fuente: <http://tinkertrips.blogspot.com/2009/11/el-templo-de-ise.html>

La doctrina filosófica del panteísmo, plantea que el Universo, la Naturaleza y Dios son equivalentes, permea al sintoísmo y otorga carácter divino a todo lo que nos rodea, propicia una relación armoniosa, o al menos sinceramente afectiva, de los seres humanos. Crear máquinas a modo de actividad artificial que intenta emular la naturaleza, resulta positivo bajo sus creencias, no parece afectar la esencia humana y significa una búsqueda de las leyes naturales que rigen al mundo.

Así mismo, existen otras filosofías japonesas que hacen referencia a la creación natural y sus patrones formales “para lograr una estética perfecta, es mejor entender las leyes de la naturaleza y reproducirlas artificialmente” (Kaplan, 2004, pág. 5). La construcción de una máquina que imita a una entidad viva, ya sea un gato, un perro o un niño es un proceso similar, cuanto más se parece a la entidad real, más dotado es el desarrollador. De esta forma, para los japoneses los robots son valiosos pues son fabricados bajo un concepto armonioso que involucra una profunda visión espiritual y estética (Imagen 2.14).



Imagen 2.14 Arriba. Karakuri. Muñeco japonés mecanizado

Fuente: <http://myinternetcorner.com/karakuri-japanese-mechanized-automata-doll-puppet/>

Abajo: Hiroshi Isiguro y su robot “Geminoid” ¿Cual es el Robot?

Fuente: <http://www.randomrobotics.com/tag/robotics/>

El mundo occidental observa desde otro panorama el desarrollo de la robótica, en la que no existe una idea de trama o red que unifique los conceptos provenientes de la naturaleza con las creaciones artificiales. Una clara frontera entre lo natural y lo artificial es evidente. La relación entre la tecnología y la creación de símiles humanos por medios artificiales en el mundo occidental, tienen su origen en la cultura griega a través de los relatos de Pigmalión y la creación de Galatea una creatura artificial como compañera, así como el Judaísmo con la creación de Golem, una creatura creada por el hombre imitando una intervención divina por medio del conocimiento y la ciencia (imagen 2.15). Otros mitos Griegos han permeado la idea de ambición del hombre para llegar a imitar los designios divinos⁵.



Imagen 2.15 Pigmalión y la creación de Galatea
Fuente: <http://www.nati-scalzi.org/CULT/pittura/pnpt.htm>

Bajo la visión del siglo XVIII con Vaucanson y Jacquet-Droz, la creación de artefactos que emularan a entidades vivas tenían una clara finalidad; aparatos para futuras aplicaciones industriales. Jean Jacobo Rousseau, filósofo contemporáneo de estos dos desarrolladores, observó en sus creaciones un acto de corrupción contra el bienestar de la humanidad. La similitud de la naturaleza y la vida con la de una maquinaria perfecta proviene del siglo XVII con el mecanismo cartesiano.

Hoy en día, el sentido que el hombre otorga a la tecnología aunado al intento por emular a las entidades vivas, ha desembocado en el desarrollo de la Inteligencia Artificial y el comportamiento implementado en los robots (Arkin, 1998). Ocasionalmente, la concepción de entidades engendradas por medios artificiales, han estado asociadas con el rechazo por la sociedad producto de suposiciones respecto a las consecuencias en la pérdida de control de los creadores sobre sus obras. Desde Mary Shelley y Frankenstein, la obra de teatro de Capek, las películas expresionistas *Metrópolis* (1921), *Der Golem* (1914, 1917, 1920) o *Fausto* (1926), esta idea se difundió a través de los medios establecidos en sus respectivas épocas.

Asimov logró poner bajo control a toda esta idea a través de sus tres leyes de la robótica descritas en sus novelas, incrementando la noción de que la tecnología debería estar bajo vigilancia y restricción (imagen 2.16). Sin embargo esta corriente de pensamiento relativamente nueva, se ha integrado permanentemente en el enfoque que se le da a la tecnología, mostrándose a través de un sinnúmero de películas de ciencia ficción, mismas que han dado idea de los múltiples perfiles de tal desarrollo científico tecnológico y sus aplicaciones.

Bajo el criterio desigual de los contextos culturales entre occidente y oriente. Encontramos diferencias explícitas respecto a la contemplación de la robótica.

⁵ Ver "El mito de Prometeo".

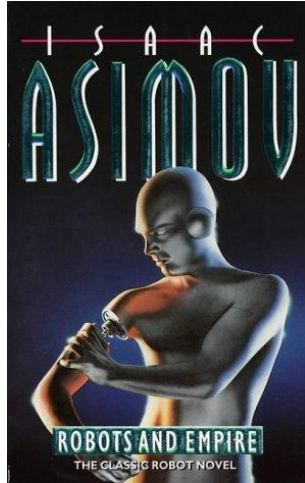


Imagen 2.16 Robots and Empire de Isaac Asimov
Fuente: <http://www.n8ftl.com/booklist/asimovi.htm>

Es importante mencionar el argumento de Edward T. Hall extraído de su libro “Más allá de la cultura”, respecto a la forma en que se almacena y circula la información en un sistema social dado, ya que influye en la manera como se integran las extensiones y pretensiones sociales. El análisis de la concepción de la robótica y por ende los niveles de interacción entre los humanos y los robots, se darán de formas diversas hacia la interpretación y expectativas de estos equipos. Una cultura tan influenciada como la nuestra respecto a las ideas de origen occidental en cuanto a los sistemas robóticos, necesitará de estímulos e información acorde a la huella cultural a través de sistemas digeribles para la sociedad.

2.3 Desarrollo y aplicaciones de la robótica en la actualidad.

La robótica dentro de las sociedades ha sido aplicada en mayor medida para la mejora de la calidad de vida en economías con un alto poder adquisitivo, esperando que en un futuro los desarrollos de la misma sean llevadas al grueso de la población de la misma forma en que actualmente adquirimos bienes de consumo tales como productos electrodomésticos, automóviles y equipos computacionales, con múltiples beneficios y al

alcance de las posibilidades monetarias al más puro estilo capitalista. Sin embargo los campos y posibilidades de esta área de la tecnología, aportan al ámbito científico numerosos beneficios; la exploración espacial, exploración marina, medicina, educación y manejo de materiales peligrosos para la salud humana, en otras áreas se pretende apoyar a la población civil en el caso del rescate de víctimas en desastres naturales y no naturales, atención en hospitales, albergues para ancianos, tratamiento de algunas enfermedades mentales, entre otras. Cabe señalar que muchas otras de las aportaciones de la robótica están dirigidas a la industria bélica, seguridad y a la producción de los bienes de consumo (Ichbiah, Robots, From Science Fiction to Technological Revolution, 2005). A continuación se hace un resumen de las distintas áreas en la que la robótica es y será comúnmente aplicada.

2.3.1 Robots domésticos, industriales y otras aplicaciones.

De manera general se describe a continuación los usos más comunes de los robots dentro de la sociedad, siendo los domésticos el tipo de robots con mayores expectativas en la actualidad, su uso está determinado para resolver las tareas tediosas del hogar en remplazo de empleados domésticos, la seguridad de las instalaciones y sus habitantes.

En la década pasada, la Comisión Económica de las Naciones Unidas de Europa (UNECE) estimó que la difusión masiva de la robótica doméstica era inminente, las encuestas indicaban que durante los años 2002 al 2005, las ventas de robots domésticos (aspiradoras y vigías) (imagen 2.17) registraron una venta de 400,000 unidades, las tendencias en países asiáticos son en igual medida incrementales reguladas por programas gubernamentales de introducción masiva a los hogares (Ichbiah, Robots, From Science Fiction to Technological Revolution, 2005). Es importante mencionar que la HRI está presente en cada desarrollo, ya que esta determina la familiaridad de los usuarios con los equipos; la interacción es tal que los robots pueden generar y despertar emociones diversas de la misma forma que lo hace una mascota e incluso un miembro de la familia, encontramos robots personales que conviven, entretienen e instruyen a los usuarios.



Imagen 2.17 Izq. Robot Rovio. Móvil/Webcam

Fuente: <http://www.robotvacuumcleaner.org/category/news/page/4/>

Der. Robot Roomba de la empresa IRobot

Fuente: <http://www.robotvacuumcleaner.org/2010/01/irobot-roomba/>

Además de informar de manera remota las condiciones del hogar, los robots están a cargo de las actividades y cuidado de personas de la tercera edad, pueden adaptarse a costumbres propias de cada familia y sus sistemas son capaces de reconocer a varios familiares, gracias al reconocimiento de voz y rostro. Cada una de estas aplicaciones, están sujetas al análisis evolutivo de la tecnología implícita, enfocadas en su efectividad y posibilidades futuras (Ichbiah, Robots, From Science Fiction to Technological Revolution, 2005).

Una de las aplicaciones tradicionales y extensas, sujetas a una continua evolución es la aplicación en la industria, caracterizada por la velocidad y precisión en la fabricación de bienes de consumo (imagen 2.18). Incansables e imparables, estos equipos han logrado establecer en los emporios productivos, una visión de masividad en el desarrollo al margen de la reducción de costos garantizando la calidad así como la seguridad de los empleados, sin embargo es conocido el desplazamiento de la mano de obra provocando inestabilidad y descontento social.



Imagen 2.18 Robot industrial automotriz

Fuente: <http://ours.jogger.pl/kategoria/programy-cad/>

A pesar de las complicaciones que generan la introducción de máquinas programables a las empresas, debemos destacar la participación de robots en las áreas nucleares e industrias energéticas en donde los accidentes repercuten en la salud de los obreros de manera permanente y fatal. La logística y la organización dentro de almacenes y bodegas es otra de las áreas en la que los robots industriales se desempeñan de manera eficaz trabajando de manera colaborativa y estableciendo patrones adecuados a las diversas circunstancias dentro del entorno laboral (imagen 2.19). Otro campo fuera del ambiente industrial es el uso de robots en la agricultura, desempeñándose como recolectores, fumigadores y vigías.



Imagen 2.19 Robot colaborativo organizacional Kiva Powers

Fuente: <http://www.fastcompany.com/1754454/kivas-new-bro-bots-go-double-deep-in-3-d>

El deseo de explorar la geografía hostil del planeta tierra y el espacio estelar próximo (sistema solar), es ahora una actividad que ya no es más tarea del ser humano, lentamente vemos como los robots exploradores son llevados a la Antártica, las profundidades marinas, volcanes activos, al satélite artificial de la tierra e incluso planetas al alcance de los nuevos transportes terrestres (imagen 2.20).

2.4 Epílogo.

Sin lugar a dudas lejos de ser una actividad en desarrollo, las nuevas aplicaciones de la robótica y sus investigaciones de avanzada nos muestran que el uso de robots en nuestra sociedad es una realidad que reconfigura los diversos sistemas sociales. La integración de la robótica en la cultura nacional se dará de forma paralela a los avances tecnológicos dentro de los espacios académicos y difusión de los alcances e investigaciones generadas, junto al uso de los equipos en los entornos sociales cotidianos, tomando en cuenta las expectativas de las personas hacia los robots como colaboradores y las experiencias, que de estas interacciones entre personas y robots se desprendan, para futuros desarrollos.

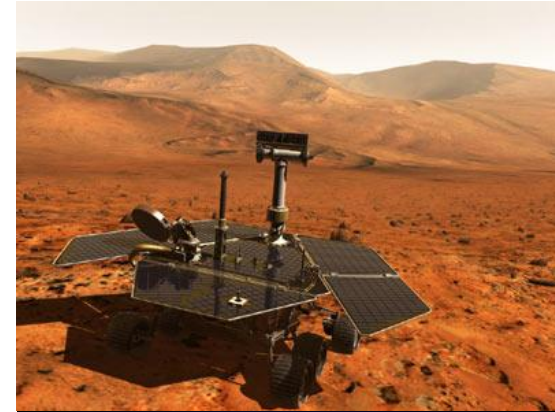


Imagen 2.20

Página anterior. Arriba Robot explorador Opportunity/Mars Rover

Fuente: <http://www.eluniverso.com/2011/08/11/1/1431/robot-explorador-opportuniy-llega-crater-endeavour-marte.html>

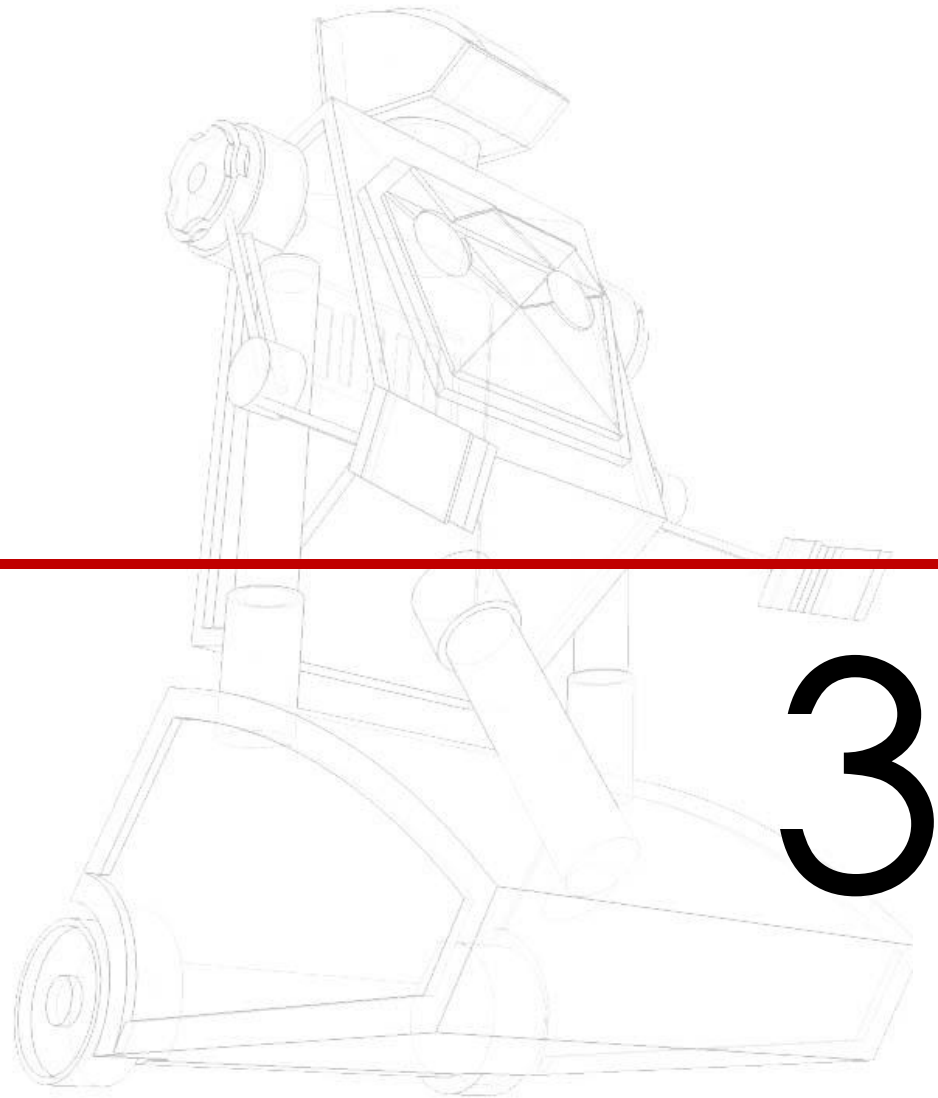
En medio: Robonauta NASA/General Motors Company

Fuente: <http://gm-volt.com/2010/02/04/gm-partners-with-nasa-to-build-next-generation-robots/>

Abajo: Robotic Antarctic Explorer (LORAX)

Fuente: <http://www.frc.ri.cmu.edu/robots/slideshowJavascript.php>

CAPÍTULO



CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE CONCEPTOS

A lo largo de este capítulo se hace el análisis de las definiciones de robótica social, las cuales serán útiles en el desarrollo de esta investigación. Al finalizar el capítulo se revisan diversos robots aplicados en centros de ciencia.

3.1 Interacción Humano Robot

La Interacción Humano-Robot (HRI) es el campo de estudio dedicada a entender, diseñar y evaluar los sistemas que son usados por o con los humanos. Interacción, por definición, requiere la comunicación entre dos o más entidades, en este caso robots - humanos y viceversa (Schultz & Goodrich, Human-Robot Interaction: A Survey., 2007). Esta multidisciplinaria emergió a mediados de la década de los 90. La comunicación entre un humano y un robot se da de muchas maneras, estas están influenciadas por la proximidad cercana o lejana de las personas y los robots. Así, comunicación y por lo tanto interacción pueden separarse en dos categorías generales:

Interacción remota – Los humanos y los robots son separados espacialmente o temporalmente, ejemplo: El Mars Rovers es separado de la tierra en espacio y tiempo, ya que las señales de control y de retroalimentación se llevan a cabo minutos después de ser emitidas, robots de rescate puestos a prueba en el evento RoboCup categoría robots de Rescate (Imagen 3.1).

Interacción proximal – Los humanos y los robots son cercanos en espacio y tiempo. Ejemplo: Robots que están en el mismo cuarto y conviven con los humanos (Imagen 3.2).

Dentro de ambas categorías es común distinguir aplicaciones que requieren de movilidad, manipulación física o interacción social. La interacción remota es también referida como tele-operación utilizada básicamente en lugares que resultan peligrosos para sus operadores humanos o facilitan las actividades gracias a su tecnología implícita.

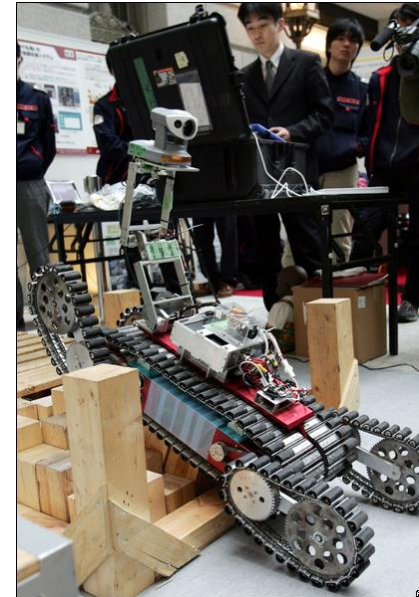


Imagen 3.1 Robot del equipo OxfordRescue RoboCup 2008

Fuente: <http://www.oxfordrescue.co.uk/>



Imagen 3.2 Interacción proximal con robot Aibo de Sony

Fuente: <http://www.iblnews.com/story/4202>

La interacción proximal con robots móviles puede configurarse como un asistente, la cual incluye interacción física, social, emotividad y aspectos cognitivos de convivencia. En la interacción social, los humanos y robots actúan como colaboradores o compañeros.

Un problema de la HRI es entender y configurar la interacción entre uno o varios humanos con uno o varios robots. De distintas investigaciones en interacción humano robot, se extrae que existen 2 dimensiones primarias que determinan la forma en la cual la información es intercambiada entre un humano y un robot: Los medios de comunicación y el formato de comunicación. Los medios de comunicación son delineados por tres de los cinco sentidos: vista, oído y tacto. El formato del intercambio en la información varía ampliamente dependiendo el contexto en el que se presente (distintos tipos de diálogo, formas de mostrar imágenes, intensidad de sonido) La intensidad de cada interacción es interpretada de distintas maneras (Fong, Nourbakhsh, & Dautenhahn, 2002).

Evaluar la calidad en la interacción ha sido motivo de diversas investigaciones y generado discusiones en torno a la relevancia de sus resultados, ya que el planteamiento de la mayoría de las pruebas, están sujetas a la interpretación del investigador. Actualmente existen esfuerzos para unificar el marco de trabajo de la HRI, la unificación de su campo de investigación se ha enfocado en gran medida en el concepto de la interacción dinámica la cual incluye conceptos de variaciones en tiempo, cumplimiento de tareas en la programación y manejo del robot, así como en la capacitación en la operación, las cuales intentan dar forma a los tipos de interacción presentes, para la evaluación de los sistemas y desarrollos.

3.2 Robots sociales.

Es por demás decir que el impacto del desarrollo tecnológico ha cambiado profundamente diversos aspectos en las relaciones sociales. La robótica, uno de los productos tecnológicos de mayor importancia de las últimas décadas, se ha insertado en diversas áreas de la estructura social, su interpretación y acoplamiento en las sociedades son motivo de análisis y discusión, generados por la búsqueda de respuestas a los fenómenos presentes durante la interacción entre humanos y robots. El creciente impacto de la robótica en la sociedad ha obligado a estudiar ampliamente

la interacción existente con los seres humanos, es eminente la aparición de esta nueva tecnología en distintos campos de aplicación que van desde el entretenimiento hasta servicios especializados. Tal categoría se denomina como aplicación en el sector social y de servicios. Su definición, al igual que la de robot es difícil de definir. La Federación Internacional de la Robótica (IFR) define a un robot de servicio como: "...aquél dispositivo electromecánico que trabaja de manera parcial o totalmente autónoma, desarrollando servicios útiles para el bienestar de los humanos y equipos. Pueden ser móviles y con capacidad de manipulación" (International Federation of Robotics, 2007). Esta definición es una adaptación de la sugerida por el Instituto de la Producción y Automatización IPA que establece que un robot de servicio es: "...un dispositivo móvil programable, que desarrolla servicios de manera total o parcialmente automática; entendiendo por servicios a aquellas tareas que no sirven directamente a la industria de fabricación de bienes, sino a la realización de servicios a las personas o a los equipos" (Fraunhofer Institute for Produktionstechnik und Automatisierung, 2009) (Imagen 3.3).



Imagen 3.3 Robots de servicio dentro de Hotel.
Fuente: <http://www.activevos.com/blog/bpm/>

Esta definición nos aproxima a la de robot social cuyo principal desempeño es la interacción con los seres humanos en una amplia variedad de campos. Cabe mencionar que el concepto de “robot móvil” hace referencia a su posibilidad de desplazamiento, sin estar limitados por una base fija de trabajo.

La IFR establece una primera división en las aplicaciones no industriales, cuyas áreas son:

- Aplicaciones de servicio a humanos (personal, protección, entretenimiento, rehabilitación, etc.)
- Aplicación de servicio a equipos (mantenimiento, reparación, limpieza, etc.) (Imagen 3.4).
- Otras Funciones Autónomas (vigilancia, transporte, adquisición de datos, inspección, etc.) (Imagen 3.5).



Imagen 3.4 Robot de limpieza Cleaning-Robot

Fuente: <http://zedomax.com/blog/2007/04/10/cleaning-robot-from-japan-that-even-apologizes/>



Imagen 3.5 Robot de vigilancia PatrolBot de Mobile Robots

Fuente: <http://www.mobilerobots.com/researchrobots/researchrobots/researchpatrolbot.aspx>

La definición de robots sociales que se menciona a continuación es realizada por los investigadores K. Dautenhahn and A. Billard, en 1999 (Billard & Dautenhahn, 1999, págs. 411-434), la cual nos aclara que: “Los robots sociales son agentes corpóreos (estructura física) que son partes de un grupo heterogéneo: una sociedad de robots o humanos, capaces de reconocerse mutuamente y llevar a cabo una interacción social”. Los robots que trabajan e interactúan con otros similares, se denominan robots colectivos. El área de investigación de robots que interactúan con los seres humanos abarca desarrollos en distintos campos tales como la antropología, sociología, psicología, computación y áreas afines a los factores humanos.

En la actualidad el desarrollo de robots sociales parte de dos ideas básicas en su diseño general desde el punto de vista de la interacción humano-robot. En primer lugar la importancia en el rol colaborativo y de servicio

que desempeñan actualmente los robots en la sociedad, su proximidad en nuestra realidad y vida cotidiana.

En segundo lugar se plantea que los seres humanos son prototipo y entes expertos en la interacción social, así pues si se adhiere a la tecnología las expectativas sociales, resultara efectiva, agradable y competente la interacción (Schultz & Goodrich, Human–Robot Interaction: A Survey., 2007).

Es de suma importancia la capacidad que tienen los robots sociales para persuadir además de cambiar el comportamiento, actitud y sentimientos de un ser humano. Por ende, un robot social debe ser capaz de establecer expectativas sociales y transmitir las, así como seguir ciertos patrones y normas dentro de un contexto social. Tal descripción surge de la definición de un tipo de robots sociales mencionados en la clasificación de la Doctora Cynthia Breazell del Instituto Tecnológico de Massachusetts, los denominados “de Interface social”, robots que utilizan interfaces naturales empleadas en la comunicación humana, tales como señales sociales y gesticulación (Breazeal, 2003, págs. 167-175) (Imagen 3.6).

Todos los sistemas robóticos autónomos sociales, se direccionan a resolver problemas comunes de diseño, tales como cognición (toma de decisiones), percepción (navegación, sensibilidad al ambiente), acción (movilidad, manipulación), Interacción Humano Robot (interface, retroalimentación) y arquitectura (Control y Sistemas electromecánicos). Las diferencias existentes en las metodologías de desarrollo significan que la evaluación y éxito del criterio siempre son diferentes para cada robot. Así, es difícil comparar robots sociales interactivos fuera de su ambiente y uso objetivo.

Los robots sociales son desarrollados para interactuar con personas por lo que presentan características sociales humanas, tales como:

- Expresar y percibir emociones.
- Comunicarse a través del diálogo social adecuado a su entorno
- Usar señales sociales (gesto, mirada, lenguaje corporal).
- Exhibir personalidad y carácter.
- Establecer y mantener relaciones sociales.
- Desarrollar competencias sociales como forma de integración.



Imagen 3.6 La Doctora Cynthia Breazell y el robot social Leonardo.
Fuente Arriba: <http://www.sciencephoto.com/media/345059/enlarge>
Abajo: <http://www.sciencephoto.com/media/345061/enlarge>

Se hace una breve descripción de los elementos y características en los robots sociales interactivos:

3.2.1 Corporalidad.

La efectividad de la interacción se deriva en gran medida de la “corporalidad” del robot, la manera en que se arraiga físicamente al espacio social. “La envoltura corpórea juega un papel significativo en el surgimiento de aspectos cognitivos y emocionales” (Fong, Nourbakhsh, & Dautenhahn, 2002). La corporalidad se basa en la relación entre un organismo o sistema y su medio. Cuanto más un robot puede perturbar a su entorno y ser perturbado por este, más existe la corporalidad. Nos sirve de guía para ofrecer una posibilidad en la cuantificación de la corporalidad del robot y analizar la relación entre su estructura física externa y el medio ambiente en el que interactúa, ejemplo: el robot utilizado en la ejecución de actividades programadas simples tales como seguir líneas; su corporalidad será menor (Imagen 3.7) por el contrario; el robot capaz de llevar a cabo interacciones sociales y expresar emociones, su corporalidad estará determinada por la función específica de la interacción (Imagen 3.8).

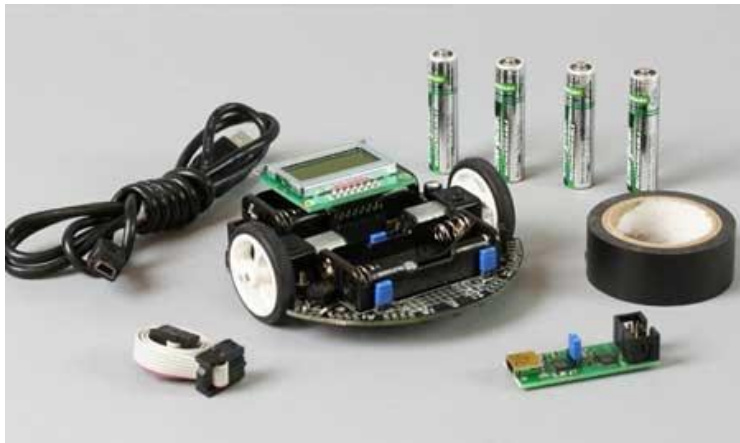


Imagen 3.7 Robot seguidor de líneas Pololu 3pi

Fuente: <http://blog.bricogeek.com/noticias/robotica/como-empezar-con-el-sigue-lineas-3pi-de-pololu/>



Imagen 3.8 Robot personal PaPeRo.

Fuente: <http://www.physorg.com/news3443.html>

3.2.2 Morfología.

La estructura y el estudio de la forma de los robots, están orientadas a establecer las expectativas sociales:

- El diseño de la estructura del robot debe coincidir con la función para el que fue destinado.
- Si el diseño está orientado a la realización de tareas para los seres humanos, entonces debería transmitir fácilmente la usabilidad y aspectos de confort durante la colaboración.
- En el mismo sentido, el diseño debería contar con ciertos rasgos positivos de la “naturaleza humana”, de esta forma, el usuario encontrará familiar la interacción y por ende fácil de llevar a cabo.
- Por último, deberá expresar en su estructura, la tecnología implícita en su desarrollo, su calidad como producto derivado de la robótica. Lo que ayuda a que el usuario no se forme falsas expectativas en las capacidades del robot, es decir, la estructura física por sí debería dar una idea lo bastante amplia acerca de las limitantes del robot (Imagen 3.9).



Imagen 3.9 Robot Keepon utilizado para terapia emocional en pacientes con desordenes psicológicos y psicomotrices.

Fuente: <http://www.roboticspot.com/robots.php?id=78>

Los intentos por perfeccionar la apariencia física del robot están regidos por una teoría que podríamos considerarla válida respecto al diseño y apariencia, sobre todo a los robots que asemejan creaturas vivientes, tal teoría fue generada en 1970 por el investigador japonés Masahiro Mori, quien esbozó un principio de la robótica que intenta explicar la respuesta emocional de los humanos hacia los robots. Mori llamó a su principio el Valle Inexplicable (Brenton & Gillies, 2005). El principio dice que “la respuesta emocional de una persona hacia una entidad con apariencia y comportamientos muy similares a los humanos se incrementa positivamente a medida que esta entidad se parece cada vez más a humano. Sin embargo en un determinado punto, esta respuesta emocional se vuelve de repulsiva (Figura 2). Esto plantea un serio problema para los desarrolladores de robots, si su capacidad es limitada para crear una máquina que resulte indistinguible de un humano, quizás sea conveniente darle una apariencia tal que permita identificarlo fácilmente como un robot con el que se pueda interactuar.

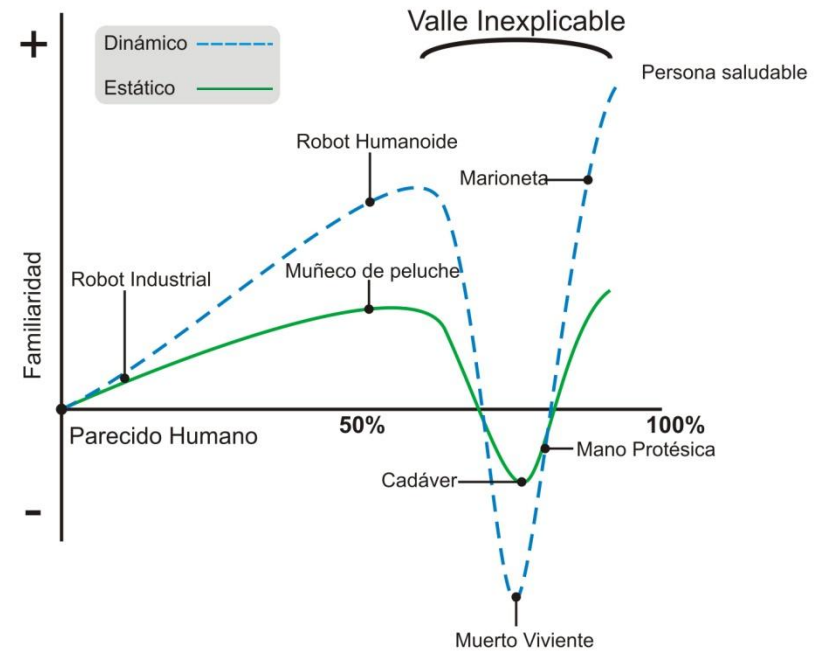


Figura 2. El valle inexplicable de Masahiro Mori

Fuente:

<http://www.androidscience.com/theuncannyvalley/proceedings2005/MoriMasahiro22August2005.html>

3.2.3 Expresión emocional.

Las emociones artificiales favorecen la retroalimentación de los mensajes enviados, pueden proveer información acerca del estado interno del robot, metas e intenciones, no dejando únicamente al diálogo como principal fuente de información. En términos de expresión, varios robots son capaces de mostrar emociones de manera limitada como una modesta expresión facial simulada y luces destellantes en colores específicos mostrando cierto estado de ánimo (Imagen 3.10).



Imagen 3.10 Robot Kobian. Expresión emocional y lenguaje corporal

Fuente: <http://www.gadgetlite.com/2009/05/27/kobian-robot-shows-full-body/>

3.2.4 Diálogo.

El diálogo es un efectivo método para comunicar emociones, los principales parámetros que rigen el contenido emocional del discurso son la intensidad, tono (nivel de variación e intervalo) y la prosodia⁶.

⁶ Parte de la gramática que enseña la pronunciación y acentuación correctas; la prosodia trata los acentos y el número de sílabas de los versos.

3.2.5 Expresión facial.

La cara humana sirve de muchos propósitos. Muestra una motivación individual la cual ayuda a crear un comportamiento más predecible y entendible para otros, es apoyada por la vista y el seguimiento ocular. Lenguaje corporal en los robots sociales. La comunicación no verbal es apoyada por gestos y movimientos del cuerpo, estos ocurren durante el diálogo y dotan de información redundante al mensaje. En la colaboración y los roles cooperativos, los gestos juegan un rol clave en la comunicación, usados para mantener, invitar, sincronizar, organizar o finalizar una interacción particular (Imagen 3.11).

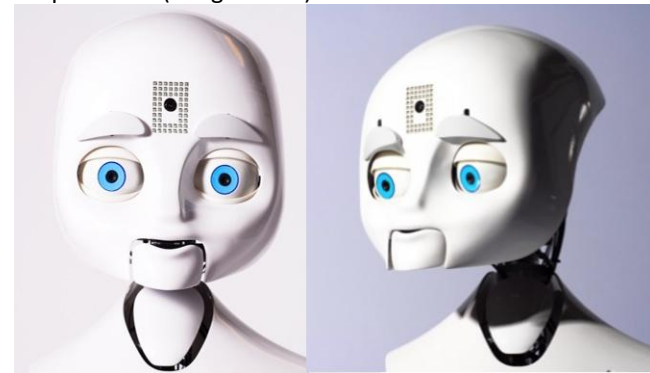


Imagen 3.11 Robot Nexi. Expresión facial.

Fuente: <http://electronicsuptodate.blogspot.com/2011/07/nexi-robot-with-facial-expressions.html>

Albert Mehrabian descompuso en porcentajes, el impacto de los mensajes emitidos durante la interacción personal en el que se afirma que el 7% es verbal, 38% vocal (tono, matices y otras características) y un 55% señales y gestos (Mehrabian, 1972). El componente verbal se utiliza para comunicar información y el no verbal para comunicar estados y actitudes personales. La mayoría de los gestos y movimientos que utilizamos habitualmente, nos vienen condicionados por el entorno en el que nos hayamos criado. Los matices culturales, son de gran importancia en el lenguaje corporal.

También el entorno familiar, tiene una clara influencia en nuestro comportamiento y en nuestra manera de "hablar con el cuerpo".

3.2.6 Personalidad.

En términos psicológicos, la personalidad es una serie de cualidades distintivas que describen el comportamiento individual y característico de una persona, desde la década de los 80 se desarrolló una taxonomía de personalidades básicas individuales denominadas "El inventario de las 5 Grandes" (P. John & Srivastava, 1999) Extrovertido, agradable, consciente, neurótico y personalidad abierta. Un robot con personalidad es en mayor medida susceptible a recibir retroalimentación y mantener una relación con el usuario.

Las características de los robots sociales y la forma como se integran al espectro social, responde además a las expectativas culturales, de tal manera que es de suma importancia considerar el uso de robots en diferentes idiosincrasias capaces de alterar los patrones de uso para entender los roles de naciones y culturas (Imagen 3.12). Spencer-Oatey definen la cultura como "un conjunto difuso de actitudes, creencias, comportamientos y suposiciones básicas así como los valores que son compartidos por un grupo de personas y que influyen en el comportamiento de cada miembro" (Spencer-Oatey, 2000, pág. 13)

Bajo el criterio desigual de los contextos culturales entre occidente y oriente, encontramos diferencias explícitas respecto a la contemplación de la robótica. Es importante mencionar nuevamente el argumento de Edward T. Hall extraído de su libro Más allá de la cultura, respecto a la forma en que se almacena y circula la información en un sistema social dado, ya que influye en la manera como se integran las extensiones y pretensiones sociales.

3.3 Casos específicos.

Los siguientes cinco ejemplos presentan de manera general las características de robots móviles sociales utilizados en el entretenimiento y guía en espacios públicos de interacción espontánea y de plazo corto,

dentro de contextos de divulgación científica, tales como los museos interactivos⁷.



Imagen 3.12 Personalidad en robots sociales Izq. Robot interactivo Tiro (Corea)
Fuente: <http://www.koreaherald.com/business/Detail.jsp?newsMLId=20110118000>
Der. Robot Snackbot, robot repartidor de botanas. Universidad Carnegie Mellon
Fuente: <http://www.jasonhopescience.com/page/2/>

La descripción analiza los tipos de capacidades para la interacción y las características generales de los equipos robóticos.

3.3.1 Rhino. El robot móvil (Alemania)

Rhino puede considerarse como el primer robot guía en un espacio de exhibiciones, fue instalado en 1997 en el museo de Bonn en Alemania, su principal cualidad era su sistema de navegación y capacidad para entablar conversaciones básicas. Su operación se centraba grupos pequeños de personas y de manera individual. Su interacción era rudimentaria, pues

⁷ Tema tratado en el capítulo cuatro.

solo daba información sin tomar en cuenta las expectativas de usuario, Carecía de rostro y no ofrecía estado emocional alguno, la relación personal y atención de los visitantes era baja. Sin embargo los sistemas involucrados en su desempeño le permitían tener una mayor interacción con el entorno, tales como la navegación y la autonomía (Imagen 3.13 & 3.14).



Imagen 3.13 Robot Rhino

Fuente: The Mobile Robot RHINO in: AI Magazine, 16:1, Spring 1995



Imagen 3.14. Rhino. El robot Móvil durante recorrido.

Fuente: <http://www.cultivate-int.org/issue2/tourbot/>

3.3.2 Minerva. El robot guía de museos de segunda generación. (Estados Unidos)

Robot diseñado para entretener y educar a personas en espacios públicos cuyos autores lo denominaron como de segunda generación (No existe de manera publicada o alguna otra fuente que haga referencia a generaciones de robots guía dentro museos). El propósito principal fue el de guiar personas a través de un museo, explicando lo que ve a lo largo de su camino, fue instalado en el Museo de Historia Americana durante el verano de 1998. El tipo de interacción en este robot fue caracterizado por varios factores: Los visitantes del museo no pretenden en un inicio interactuar con la tecnología y mucho menos con la robótica pues carecen de instrucciones de cómo hacerlo, cabe señalar que este robot fue diseñado para interactuar con grupos de personas y no sólo con un individuo (Imagen 3.15). El robot se desempeño como módulo de información y recepcionista, su atracción principal fue su capacidad para ofrecer y dar un tour a los visitantes.

Minerva utiliza su cara expresiva, su cabeza direccional y voz para maximizar la interacción, sus modos presentan 4 estados emocionales básicos familiares para los visitantes; felicidad, neutral, tristeza y enfado, los cuales potencian la intención y estado del robot durante su desempeño con señales claras para los visitantes. Cabe señalar que Minerva mide 1.50 mts de estatura, lo que vuelve poco intimidante para los niños (Imagen 3.16). El desarrollo de este robot implicó la comparación con el robot Rhino de Alemania. Los Sistemas del robot Minerva soportaban una mayor interactividad no solo con el entorno, sino también con las personas.

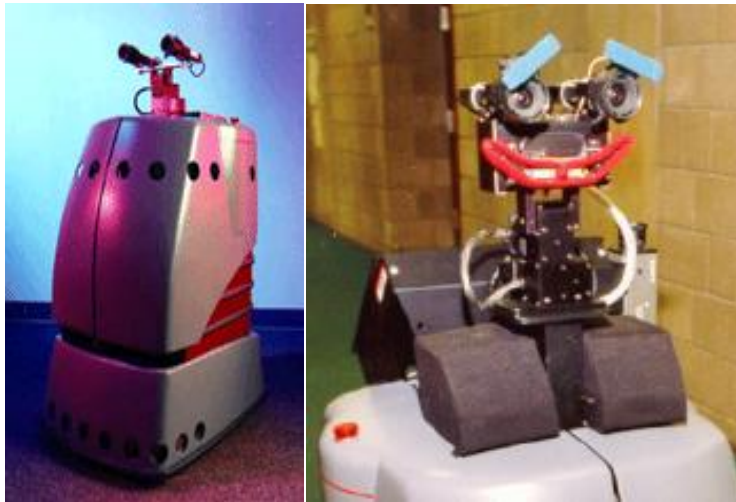


Imagen 3.15 Robot Minerva

Fuente:

lzq.http://invention.smithsonian.org/resources/online_articles_detail.aspx?id=356
The Lemelson Center
Der. <http://www.inl.gov/adaptiverobotics/humanoidrobotics/servicerobots.shtml>
Idaho National Laboratory



Imagen 3.16 Interacción con Robot Minerva

Fuente: http://www.cs.washington.edu/ai/Mobile_Robotics//Museums/RSE-lab Museum Tour-guide Projects

3.3.3 Robox. Un notable robot móvil para el mundo real (Suiza)

El robot personal Robox es el resultado de un proyecto multidisciplinario donde participaron ingenieros y diseñadores industriales. Fue instalado en el pabellón de robótica durante la exhibición nacional de Suiza en 2002. Sus componentes se basan en tres aspectos: la movilidad, la interactividad y la seguridad. Tiene un amplio sistema de navegación, utiliza cejas y ojos asimétricos luminosos que se coordinan para demostrar expresiones emocionales durante la comunicación, sensores táctiles y parachoques alrededor de su estructura física. Gracias a sus sistemas lo hacen encarar ambientes particularmente complicados (Imagen 3.17).



Imagen 3.17 Robot Robox

Fuente:

Robox, a Remarkable Mobile Robot for the Real World (Arras, Tomatis, & Siegwart, 2002)

3.3.4 Robovie. Un robot humanoide interactivo (Japón)

Actualmente Robovie es uno de los desarrollos más estudiados en el medio (Imagen 3.18), sometido a evaluaciones y evoluciones constantes (Imagen 3.19), desde 2001 se ha presentado en distintas exhibiciones y exposiciones en Japón, su país de origen. Sus aplicaciones actuales abarcan desde museos, centros comerciales, estaciones de tren y hasta escuelas, lo que lo han convertido en un robot con capacidades múltiples. Se caracteriza por su apariencia humana (humanoide), expresión física y una amplia gama de sensores. Su cuerpo está compuesto por cabeza, un par de ojos y dos brazos, la combinación de estos elementos puede generar un complejo movimiento corporal, aunado a su movilidad por medio de llantas, facilitando la comunicación y causando gran impacto en las personas. Es quizás uno de los desarrollos en robótica más avanzados en cuanto a sistemas y componentes electromecánicos, cabe señalar que su configuración formal al igual que los equipos anteriores se basa en

estructuras con formas geométricas, evitando una excesiva similitud con la forma del cuerpo humano y producir un rechazo similar a las teorías desarrolladas por Masahiro Mori y su “Valle Inexplicable”.



Imagen 3.18 Robot Robovie

Fuente: Izq. <http://www.irc.atr.jp/~kanda/virtualworldlets>

Der. <http://www.virtualworldlets.net/>



Imagen 3.19. Robot RobovieR3

Fuente: <http://mindtrans.narod.ru/robots/robots.htm>

3.3.5 Golem. El robot guía (México)

Robot nacional generado como parte de un proyecto del Departamento de Ciencias de la Comunicación del Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS) de la UNAM durante el 2007. El proyecto desarrollado por el Grupo Golem, considera la integración de una estructura móvil y otras características como imágenes y video, tiene un sistema capaz de entablar una conversación en español. Dotado de un par de ruedas y rebordeado por placas en donde se juntan sensores de contacto, además de que en la plataforma superior se hallan una cámara de video y un par de bocinas. El principal objetivo de este proyecto es el de hacer una aportación a los elementos clave de la conversación humana, así como el desarrollo de esquemas de interacción y enlace, útiles en el habla.

El grupo ha propuesto una metodología basada en arquitectura cognitiva orientada a la interacción que permite la rápida integración de sistemas con múltiples capacidades (e.g., visión, escucha, movimiento, síntesis de voz, etc.), y en los cuales la interacción del sistema con el usuario y el medio ambiente guían el comportamiento del robot. (Pineda, Meza, & Salinas, 2010.)

El grupo forma parte del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) del IIMAS. Es liderado por el Dr. Luis Pineda Cortés (Nivel 2 SNI) y a él se encuentran asociados investigadores, técnicos académicos del IIMAS, así como estudiantes de licenciatura, maestría y becarios post-doctorales. Además de contar con colaboradores nacionales e internacionales.

Uno de las primeras versiones de sus sistemas interactivos fue con el robot Golem (Imagen 3.20) que se presentó en 2007 en el Museo de Ciencias Univesum, en donde el robot explicó la investigación que se hace en el DCC a niños visitantes al museo. Después, el grupo creó el sistema Golem-Universum "Adivina la carta" (Meza, Salinas, Venegas, Hayde, & Pineda, 2010). Éste es un sistema conversacional que juega con los niños visitantes al museo, el sistema escoge una carta y el niño tiene que adivinarla a través de hacer preguntas que le ayuden a identificarla. Otro sistema creado, es el sistema guía de visitas, que expande las capacidades iniciales del robot Golem con gestos de apuntar (Avilés, Alvarado, Venegas, Rascón, Meza, & Pineda,

2010). Adicionalmente, el sistema se complementó con la capacidad de localización mediante el audio (Rascon, Aviles, & Pineda, 2010). En julio de 2011 el grupo participó en la competencia RoboCup en la liga @home con el robot Golem-II+ (Imagen 3.21). Esta nueva versión del robot puede realizar las tareas de seguimiento de personas, búsqueda de objetos y búsqueda de personas (Pineda & GolemGroup, 2010). Cabe señalar que el autor de esta Tesis es un colaborador activo del grupo y está encargado del desarrollo de la estructura física externa como medio de comunicación e interactividad.

El doctor Iván Meza, integrante del Grupo Golem señala; *"El efecto de la imagen en la aceptación del robot y los factores que influyen en la interactividad de los sistemas aplicados con el usuario, es otro tema de interés en el grupo, sería invaluable para identificar tales elementos que tienen un impacto en la aceptación y acoplamiento del robot dentro de nuestro medio sociocultural"*⁸.



Imagen 3.20. Robot Golem primera versión.

Fuente: <http://golem.iimas.unam.mx/robots.php?lang=es&robot=golem>

⁸ Entrevista con el Doctor Iván Meza 19/09/2011



Imagen 3.21. Robot Golem II +. Segunda versión de Golem.
Fuente: Izq. Colección personal del autor.
Der. <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/66176.html>

3.4. Epílogo.

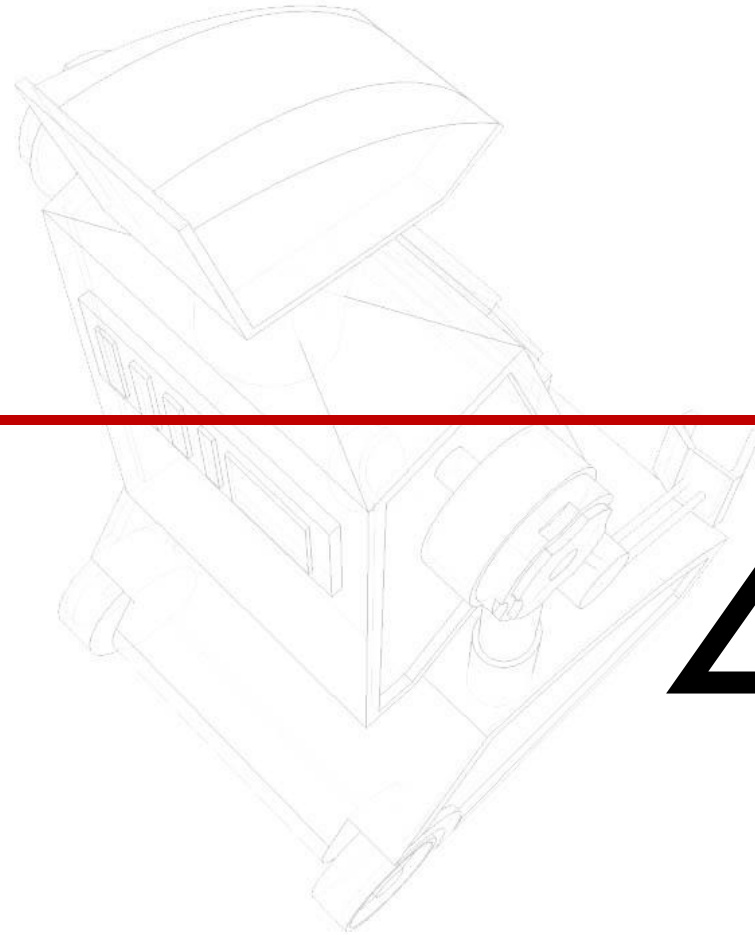
Es evidente que día a día nos aproximamos rápidamente a la integración de robots en actividades cotidianas, en donde el contexto de la enseñanza y los ámbitos interactivos tienen lentamente un mayor empuje. Hasta el momento, no hay un estudio de esta índole publicado dentro del ámbito nacional cuyos alcances permitan analizar específicamente los distintos tipos de tareas y alcances que puede desempeñar un robot dentro de los Museos de Ciencias. El desarrollo de los robots actuales y del futuro dentro de las sociedades, caminará a la par de la creación de tecnología eficiente y diseños adecuados para la aceptación en el contexto sociocultural.

Como ya se ha revisado anteriormente, el trabajo del Diseñador aborda aspectos informativos tales como materiales y procesos de fabricación, adecuaciones al entorno sociocultural, costes de producción, ergonomía entre otros elementos conducentes a la creación de artefactos útiles para las sociedades. Un punto crucial en el desarrollo, capaz de retroalimentar el trabajo de los diseñadores para futuras implementaciones, es sin duda la participación del usuario, encargado de dar sentido al producto de diseño dentro de un contexto sociocultural, el cual actúa sobre el artefacto otorgándole significados que determinan los alcances y la utilidad de los productos.

Las modalidades del uso y aplicación de diseño llegan más allá de los objetos físicos, penetra y define la estructura así como el comportamiento de los sistemas que son operados e interactúan con los usuarios. Los diseñadores involucrados con la interacción se esfuerzan en crear relaciones significativas entre las personas, productos y servicios, ya sea computadoras, dispositivos móviles, aparatos electrodomésticos y cualquier producto emergente de la tecnología (Interaction Design Association, 2004).

Localizar de manera inmediata las cualidades de los robots sociales para ejecutar tareas afines a la divulgación de la ciencia dentro del ámbito nacional, orientará el desarrollo de esta tesis. Se sacará provecho de las características que se les atribuyen según la información consultada y se implementará un caso de estudio para la búsqueda de conceptos útiles en la definición de las capacidades de los robots sociales como recurso para la divulgación científica.

CAPÍTULO



4

CAPÍTULO 4. CONTEXTO DE APLICACIÓN

Toca turno al análisis del contexto de la divulgación científica como medio de aplicación de los robots sociales y al museo de ciencias Universum como entorno particular del caso de estudio.

4.1 La divulgación científica y los Museos Científicos Interactivos.

La ciencia es una de las mayores consecuciones de nuestra cultura y por lo tanto todos los jóvenes deben ser capaces de aprenderla (Blanco, 2004). Los medios sistemáticos por los cuales se transmiten los conocimientos científicos en la sociedad se definen como “divulgación científica”, la cual echa mano de diversos recursos para lograr que la ciencia sea comprendida por individuos de distintas edades y sin importar un avanzado grado educativo. La comprensión pública de la ciencia se considera actualmente como uno de los valores intrínsecos a las sociedades democráticas (Cáceres & Ribas, 1996). En nuestros días es clara la necesidad de hacer llegar y de involucrar a la sociedad en el desarrollo científico encabezado por desarrolladores y divulgadores.

“Hoy creemos de manera casi unánime que la divulgación de la ciencia y la tecnología es necesaria para el desarrollo cultural de un pueblo y que es importante que ciertos hallazgos, experimentos, investigaciones y preocupaciones científicas se presenten al público y se constituyan en parte fundamental de su cultura en una sociedad profundamente impregnada por la ciencia y la tecnología como es la sociedad contemporánea” (Calvo, 2000).

Es imprescindible ubicar la posición de la divulgación científica dentro de la Sociedad, para ello será conveniente analizar rápidamente el sistema educativo y la educación científica, se tomará como punto de partida la evolución de los sistemas tradicionales de educación a partir de su decadencia durante el final de la Segunda Guerra Mundial, en donde se reconoce la importancia de realizar una enseñanza de las ciencias sólida para formar ciudadanos con capacidad crítica (Moncayo, 2001).

La redirección en el rumbo de la enseñanza de las ciencias consistió en el cambio de enfoque en donde ya no solo existía el concepto de “ciencia para los científicos” sino “Ciencia para todos” (Duschl & Rubio, 1997)

Aunado a la ineficacia de los sistemas educativos tradicionales para alcanzar las expectativas sociales, este método tradicional consistía en el monopolio de las instituciones educativas para la enseñanza por medio de la relación entre maestro y alumno. No cabe duda que en nuestros días las instituciones educativas estructuradas o escolarizadas, conocidas como *Educación Formal*, ocupan un lugar privilegiado en el sistema de enseñanza, sin embargo la evolución del sistema educativo permite la creación de otros entornos no ajenos al proceso de enseñanza que son complementarios de manera simultánea, estos reciben el nombre de *Educación no formal* y junto con la *Educación Informal* se delimitan y conforman tres campos educativos.

La *Educación Formal* es para Coombs y sus colaboradores “*el sistema educativo altamente institucionalizado y altamente graduado, jerárquicamente estructurado que se extiende desde la primaria hasta la Universidad*”⁹. La *Educación No Formal* era conocida por “*toda actividad organizada, sistemática y educativa realizada fuera del marco del sistema oficial*”, para facilitar determinadas clases de aprendizaje y a subgrupos particulares de la población, en donde palabras como suplencia, substitución, refuerzo, compensación y motivación configuran su estructura y complementan el “currículum” de la *Educación Formal*. Por último la *Educación Informal*, es aquel “proceso que dura toda la vida en las que las personas acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente”

4.1.1 La Educación científica.

El Conocimiento Científico Oficial es convertido a un conocimiento escolar para facilitar la comprensión de la ciencia a los estudiantes de los niveles

⁹ Citado en *Estudio de un modelo de talleres de Ciencia en el Museo Universum pp 36, 1974.*

básicos de aprendizaje, tal información surge de las publicaciones, revistas especializadas, informes de congresos, estudios e investigaciones, entre otros, por ello tal tarea de traducción de argumentos científicos es ardua y representa un esfuerzo enorme hacerla comprensible para alumnos de diferentes edades y desarrollo intelectual.

Existen de manera generalizada dos grandes finalidades en la Educación Científica, por un lado la formación de los científicos a través de la práctica de la ciencia como agente activo del desarrollo científico-tecnológico y por el otro lado la implementación de conocimientos científicos de los ciudadanos lo cual representa en nuestros días una prioridad, tal esfuerzo se lleva a cabo desde las aulas escolares. En 1982, la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias de los Estados Unidos (NSTA) da una idea clara de los objetivos de la Formación Científica:

“Formar individuos científicamente alfabetizados, que entiendan como la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad se influyen mutuamente, que sean capaces de emplear los conocimientos en la toma de decisiones de la vida diaria.”

Los individuos preparados científicamente serán poseedores de un bagaje de conocimientos sobre los hechos, conceptos, estructuras conceptuales y habilidades que le permiten adquirir conocimientos de manera lógica, será capaz de apreciar el valor de la ciencia y la tecnología así como sus limitaciones (Blanco, 2004)

4.1.2 La divulgación científica.

El concepto de la divulgación científica ha sido benéfico para la comprensión de la ciencia en el público no especializado, se difunde a través de medios de difusión masivos y favorables en la distribución de la información especializada. En una concepción simplista, la divulgación científica puede percibirse como la popularización de un saber técnico o especializado, cuya información directa podría ser ininteligible para el grueso de la población. La divulgación puede entenderse también como una tarea de traducción o interpretación de conceptos formales y especializados hacia una variedad de mayor generalidad en términos y

tópicos, de esta manera la divulgación es capaz de re-contextualizar los conocimientos de los contextos científicos dirigidos hacia las audiencias en etapas de aprendizaje, educación básica y público en general.

A partir de los ideales sociales, es importante mantener relaciones estrechas entre ciencia y sociedad, ya que existe una fragmentación de la población producto de la diversidad de enfoques en cuanto educación. Podemos decir que los esfuerzos encaminados a mantener estas relaciones se dan a partir de la educación científica y la divulgación de la ciencia, tales recursos son un medio para hacer llegar conocimientos científicos y sus metodologías al público en general. El siguiente esquema presenta la división entre ciencia y sociedad y los medios para satisfacer los conocimientos (Figura 3)

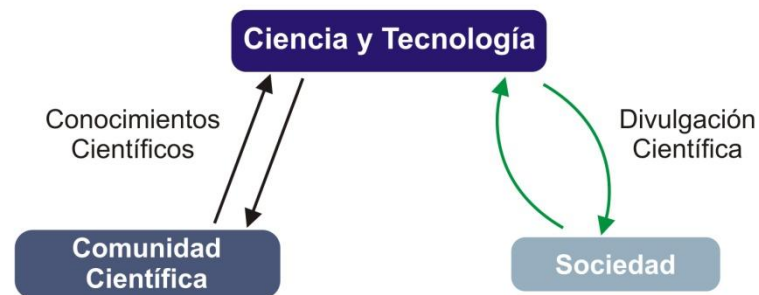


Figura 3. Transmisión de la ciencia.

Fuente: Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la Ciencia (Blanco, 2004)

Así, podemos entender que esta configuración se da a partir de las etapas escolares en la infancia y podemos reforzarla, fomentarla o satisfacerla por los medios electrónicos, centros de ocio y entretenimiento, bibliotecas, etc. Sin embargo la imagen de ciencia de una sociedad en particular se da en gran medida por los medios masivos de comunicación, en nuestro caso por la radio y televisión.

Los canales de distribución de la divulgación científica son diversos y complejos, de los cuales podemos destacar los siguientes:

A. Libros y revistas especializadas.

Representa el primer canal de divulgación para el público con una mayor formación académica, en muchos de los casos pretende transmitir los conocimientos de manera directa y quizá se encuentre forzada la tarea de divulgación, sin embargo ésta puede resultar eficaz durante la etapa introductoria del artículo científico en cuestión.

B. Prensa

Constituye el Canal de mayor alcance en el sector con una formación académica estándar, dentro del material publicado podemos encontrar textos informativos en secciones como salud, sociedad, tecnología, productos de consumo, suplementos temáticos semanales entre otros, todos ellos siempre apoyados de esquemas, diagramas, tablas y fotografías.

C. Medios audiovisuales.

De gran difusión y trascendencia social causante de expectativas y reflexión. Cine, video y programas de televisión selectos de corte científico provocan en la sociedad un gran impacto, sobre todo en la comunidad estudiantil, en donde algunos individuos tienen afición por temas de mayor empuje tecnológico como la ciencia ficción.

D. Medios de producción informáticos.

Tales medios representan uno de los más solicitados en la actualidad y se distribuyen a través del Internet y software, de las cuales existen inmensas vías de difusión con grandes alcances, nuevas propuestas, formatos sistemáticos de transmisión creciente y evolutiva, limitada por los medios digitales de transmisión sujetos a las posibilidades del monitor del equipo computacional.

E. Los centros de ciencia.

Entre estos se pueden citar los museos de ciencia, los planetarios, los acuarios o las granjas y parques temáticos. Podemos generalizar concretamente que los nuevos museos de ciencia, la mayoría de los cuales son centros interactivos (Rennie & McClafferty, 1995) han tenido una gran aceptación en nuestro país, tales como el Museo de Ciencias Universum de la UNAM, el Papalote Museo del Niño, Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, el Parque Fundidora en Monterrey entre otros a lo largo de la Republica Mexicana. Este canal de divulgación científica, tiene grandes aportes no solo de los investigadores y académicos inmediatos que representan la fuente principal del conocimiento científico especializado, tales como antropólogos, biólogos, físicos, astrónomos entre otros, sino también de los conocimientos humanistas, tecnológicos y logísticos pertenecientes a la ingeniería, la arquitectura, la pedagogía y el diseño industrial a través de la “museografía” que representa una fuente de ingresos para un sinnúmero de profesionistas de distintos ramos (Imagen 4.1).



Imagen 4.1 Centro de Ciencia y Aventura Nashville

Fuente: <http://en.amerikanki.com/science-centers-families-kids/>

Los esfuerzos de los investigadores por facilitar la comprensión pública de la ciencia han sugerido diversas estrategias específicas de divulgación para cada sector de la sociedad, teniendo en cuenta el nivel de estudios, medios accesibles para su ejecución, hábitos y costumbres de los individuos así como posibilidades económicas. Sin embargo diversos estudios han demostrado que no es el acceso a los medios masivos determinantes en la adquisición de conocimientos científicos, sino radica en las estrategias, metodologías de divulgación adecuadas, aunadas a los esfuerzos de aprendizaje de cada individuo (Tapia & Fita, 1998). Un problema pedagógico en la actualidad es sin duda la desmotivación de los alumnos y la carencia de esfuerzos dentro de la educación. La motivación y la conducta de los individuos es determinante en su aprendizaje ya sea formal o dentro de las aulas escolares y por medios de divulgación, de esta manera si el aprendizaje es significativo para el alumno, existe una actitud favorable y por lo tanto existe una motivación.

La motivación ha sido un área de estudio sujeta a numerosas investigaciones sin embargo, el manejo de la motivación durante el proceso de enseñanza aprendizaje no ha sido ampliamente estudiado en contextos educativos no formales (Díaz & Hernández, 1997) como los museos tecnológicos y dentro los centros de ciencia de punta como museos interactivos de más reciente generación.

Jerome Bruner, psicólogo Estadounidense, plantea a través de sus teorías diversos factores determinantes en la motivación, entre ellos la curiosidad como el aspecto novedoso de la situación, la competencia la cual motiva al sujeto a controlar el ambiente y a desarrollar habilidades personales así como la necesidad de adoptar estándares de conducta de acuerdo la demanda de la situación (Bruner, 2001).

El Museo, colecciona y resguarda el valor que encontramos y desarrollamos lo largo de la vida en áreas como la ciencia, arte, tecnología, en los que destacan los museos de tipo interactivo cuya tarea principal es la de incrementar el entendimiento y la apreciación del público con el uso de la tecnología, otorgando una educación complementaria fuera de las aulas escolares (educación informal). Un componente interactivo incluido en algún museo, tiene la capacidad de reaccionar ante un estímulo del

visitante, este puede conducir actividades, reunir evidencias, seleccionar opciones, formular conclusiones, probar habilidades y alterar situaciones por medio de su participación. Los museos interactivos están dirigidos a niños y adolescentes, sin embargo los adultos que utilizan el equipo obtienen conocimientos e inclusive demuestran satisfacción durante la interacción. La particularidad de los Centros de Ciencia radica en que se vale de distintas y diversas formas para comunicarse con sus públicos, se abre entonces como un centro cultural capaz de asimilar sus contenidos con la vida cotidiana (Chávez R. I., 2008).

Los centros de ciencia en sí no solo dan cabida a museos sino que desarrollan toda una infraestructura para comunicar ciencia, tales como bibliotecas, talleres, demostraciones, visitas guiadas, teatro, radio, publicaciones escritas, Internet, televisión, espacios de investigación académica (posgrados), exposiciones temporales, seminarios, conferencias y cursos, de esta manera se plantea que el espectador o usuario inicie o refuerce de manera gradual desde conceptos básicos-lúdicos hasta información especializada en el área científica. Para conocer a fondo la finalidad social de los museos será necesario partir desde su definición, la cual es dictada por la Asociación de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMCCYT):

“Espacios donde la sociedad conserva y exhibe públicamente colecciones de obras de arte, objetos de valor histórico, científico o técnico, con el fin de que ellos sean accesibles a todo el público y colaboran en el desarrollo cultural del país”.

Michael Douma, director ejecutivo del Instituto de la Educación Dinámica Avanzada (Douma, 2005), reconoce otros atributos a estos espacios tales como áreas entretenimiento a partir de la interacción con otras personas por medio de las exhibiciones o equipamientos, representa a la vez un medio de comunicación entre la sociedad, el diseñador, científico, artista y pedagogo. Douma hace aportaciones en el sentido interactivo, pues reta al diseñador a no crear un equipamiento terminado, sino más bien de tal forma que no exista un final preconcebido, cada uno de los usuarios deberá ir construyendo y ordenando el sentido de sus propias ideas e

interconectarse con algún otro equipamiento, ya sea dentro o fuera del mismo museo.

4.2 Clasificación de los museos de ciencias.

La siguiente clasificación y evolución de los museos, es la propuesta de Douma desarrollada en conjunto con la Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología (ASTECC).

4.2.1 Primera generación.

Se clasifica en este grupo a los primeros conceptos de museo, donde sólo se exhiben piezas o equipos de colección, nos recuerda los inicios de la tecnología, como por ejemplo, las primeras máquinas de escribir, primeros cascos de minería, etc. El visitante es un espectador, los objetos de colección solo pueden ser mirados, y la información que recibe el visitantes está a su alcance en cédulas que indican el tipo de maquinaria u objeto que se exhibe, su fecha de producción lugar y actividades en las que se usaba, esta generación surge como un testimonio de la Revolución Industrial (Imagen 4.2).

4.2.2 Segunda generación.

Quedan comprendidos dentro de este grupo, todos aquellos museos que presentan piezas de colección alusivas a un sólo tema y que aportan al visitante (aún en una actividad pasivo-receptivo) conocimientos tecnológicos y también científicos (Imagen 4.3). Este tipo de museo aporta a la sociedad un aprendizaje más claro y estructurado, dejando de ser espacios activos para convertirse en un lugar capaz de transportar al espectador al pasado y explorar las condiciones que regían en aquel lugar.



Imagen 4.2 Museo de primera generación. Museo Británico
Fuente: <http://www.britishmuseum.org/>



Imagen 4.3 Museo de segunda generación. Sección externa del Parque Fundidora
Fuente: <http://www.parquefundidora.org/>

4.2.3 Tercera generación.

El concepto pionero es el museo en San Francisco, California EUA, Exploratorium (Exploratorium, 2011) en 1969, esta generación tiene una gran trascendencia social, pues recoge las teorías pedagógicas del momento en especial la de Piaget y Montessori. El visitante cambia su actitud pasivo-receptivo por una actitud interactiva, así se busca que el visitante toque, jale, empuje los equipamientos, lo que le permite hacer que las cosas sucedan, esta nueva generación logra una gran empatía en los círculos educativos de muchos países. Esencialmente, los museos como centros de ciencia son considerados en sí de tercera generación (Padilla, 2007). Estos Centros se caracterizan por coleccionar ideas y principios científicos por encima de objetos.

Es imprescindible la participación activa del visitante su carácter es mayormente interactivo, pues procuran la interdependencia y la acción recíproca entre la exhibición y el usuario (Chávez R. I., 2008, pág. 90). Dan primicia a la experimentación y a una experiencia individual “tetra-dimensional”, donde las exhibiciones son tridimensionales y la cuarta dimensión es la interactividad (Padilla, 2007) (Imagen 4.4).

4.2.4 Cuarta generación.

Un ejemplo de esta generación, es el museo de la ciudad de Ámsterdam, Holanda, conocido como el New metrópolis (NEMO Science Center, 1999), esta generación, es la última y más reciente, se fundamenta en las teorías educativas anteriores, pero incluye la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner (Gardner, 1983), todos estos conocimientos nos llevan a diseñar espacios y equipamientos (exhibiciones) en donde se deberán tomar en cuenta diversos aspectos; se debe contar con laboratorios formales donde los alumnos pueden realizar las tareas de química y física estimulando con ello estas actividades, pues el alumno puede acudir a estos laboratorios y realizar prácticas que antes solo se podían realizar en los laboratorios escolares.



Imagen 4.4 Museo de tercera generación. Interior del Museo de Ciencias Universum sala el Universo

Fuente: <http://www.universum.unam.mx/>

Las exhibiciones o equipamientos ya no se encuentran aislados, se crean plataformas de aprendizaje, que comprenden más de dos equipamientos que abordan el mismo objetivo educativo. Las experiencias no son cerradas esto quiere decir que el usuario deberá de reflexionar y tomar algunas decisiones y obtener un resultado diferente a otro usuario, es lo que se llama plataformas con final abierto. Cada plataforma cuenta con libros, Internet, videos y toda clase de materiales multimedia que enriquecen el tema y permiten al usuario profundizar o inclusive aportar más sobre ese tema.

En el caso de los museos de tercera y cuarta generación, el visitante es ahora visto como usuario, lo que da cabida a una nueva visión para el diseño de equipamiento. Este diseño requiere de un grupo interdisciplinario en áreas de tecnología, pedagogía, psicología y sociología con el fin de tener una mejor idea de las necesidades particulares de cada museo no solo en su propio contexto sino también hacia la sociedad que lo usará. En este sentido cabe mencionar nuevamente la importancia de la capacidad de los robots sociales para persuadir además de cambiar el comportamiento, actitud y sentimientos de un ser humano consiguiendo de manera planificada el seguimiento de patrones así como normas dentro

de un contexto social. El robot social podría establecer expectativas sociales capaces de ser transmitidas y ser utilizadas como recurso para divulgación dentro de los museos de ciencias de tipo interactivo.

4.3 Museo de Ciencias Universum. Caso de estudio.

Actualmente se sabe que los museos y muchas de las actividades que se realizan en ellos, permiten a las personas no solo recrearse en la cultura, sino también son lugares en donde se pueden tener experiencias de aprendizaje y se pueden construir o materializar conocimientos a partir de la planificación y organización de las exhibiciones, la interacción con equipos y diversas actividades que se desarrollan para los visitantes. Los propios museos así como todas las actividades que se realizan en ellos son herramientas educativas, que pueden tener el carácter de no formal cuando no se encuentren regidos por el sistema oficial de educación y lleven un cuidadoso proceso de planificación, diseño, realización y evaluación (Moncayo, 2001). Los museos de ciencia poseen un objetivo esencial: la divulgación científica. Para estas instituciones es vital acercar la ciencia y el conocimiento científico a cualquier persona, es de suma importancia comunicar que la ciencia es una actividad humana y que es una forma de comprender el mundo. Para lograr lo anterior, estos lugares ofrecen a los visitantes exhibiciones temporales, visitas guiadas, sesiones de análisis, proyección de videos, demostraciones, talleres entre otros.

El caso de estudio que se pretende someter al análisis y aplicación de la HRI se encuentra dentro del museo de ciencias Universum. La misión del museo es la de contribuir a la formación de una cultura científica y tecnológica así como, fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en la sociedad (Universum Museo de las Ciencias de la UNAM, 2011) (Imagen 4.5).



Imagen 4.5 Exterior del Museo de Ciencias Universum
Fuente: <http://www.universum.unam.mx/>

Los talleres y actividades que se imparten dentro del Universum tienen el propósito de mostrar en una forma didáctica, algunos conceptos científicos utilizados como una herramienta educativa capaz de reforzar conceptos generados dentro del salón de clases. Dentro de estos se explican algunos fenómenos naturales a través de actividades lúdicas, actividades manuales de trabajo grupal e individual, actividades de observación, de comparación entre otros. Tales actividades poseen una gran demanda dentro del Universum en usuarios con diversas características, particularmente para grupos escolares de educación básica. Por otro lado, se ha sugerido la realización de actividades enfocadas a elevar la calidad de los servicios didácticos del Universum, cada actividad se enfoca en promover experiencias significativas para los visitantes acercándolos de manera lúdica, sencilla y atractiva (Imagen 4.6).



Imagen 4.6 Museo de Ciencias Universum sala de estructura de la materia
Fuente: <http://www.universum.unam.mx/>

La creación del Universum se encuentra ligada a la historia de la ciencia como construcción social, la extensión universitaria cuya tarea es la de abrir una amplia gama de conocimientos, artísticos, científicos, culturales y académicos, además de los análisis de los medios y formas para hacer que los conocimientos científicos se integren a la sociedad en general. Los actores involucrados en la creación de este tipo de espacios, provienen de diferentes sectores de la sociedad tales como científicos, especialistas en comunicación, políticos, académicos y público visitante (Chávez R. I., 2008).

Las formas de comunicación y el aumento sustancial de la capacidad de emisión de la ciencia fue el detonador principal que dio forma desde sus bases al museo de Ciencias Universum, siendo la comunidad científica la responsable de la generación y calidad de los mensajes (Huerta, 1996, pág. 56). A partir del documento "Programa Experimental de la Comunicación de la Ciencia" escrito por el Dr. Luis Estrada durante la década de los 70 destacan tres elementos fundamentales en la divulgación científica que configurarían más adelante la función del Museo de Ciencias; en primer lugar la información del panorama general del mundo científico, después la metodología en cuanto a la forma como se genera la ciencia aunada a los medios para ser transmitida con mayor fidelidad posible, y por último a la labor cultural pues debe realizarse de forma integrada a las actividades de

la vida cotidiana (Estrada, 2003, pág. 47). En este documento podemos encontrar algunas estrategias para la comunicación de la ciencia, estas fueron:

1. Investigar los sistemas de comunicación de la ciencia, diseñar y experimentar nuevos canales para elevar el conocimiento científico público.
2. Difundir la ciencia y los logros de la investigación científica valiéndose de los modos idóneos y en colaboración con las dependencias universitarias que realicen tareas afines.

Universum atrae a diferentes tipos de público, desde estudiantes de Nivel Básico, Bachillerato, Licenciatura y Posgrado hasta amas de casa, obreros y personas de la tercera edad entre otras. *Cada uno se adueña del espacio del museo de una forma diferente, podemos decir que Universum es un foro multitudinario donde tienen cabida varias expresiones del pensamiento humano.*¹⁰

4.3.1 Funciones y servicios de *Universum*.

En cuanto a sus funciones:

1. Investigar y mejorar los sistemas de comunicación de la ciencia, así como explorar nuevas posibilidades para lograr el objetivo general.
2. Elaborar material para la divulgación de la Ciencia.
3. Hacer disponible la Información general de la ciencia en forma complementaria a la labor afín que desarrollan otras dependencias universitarias.
4. Realizar actividades públicas de la divulgación de la Ciencia como conferencias, mesas redondas, exposiciones, etc., en colaboración

¹⁰ Entrevista con el Dr. Rafael Pérez Pascual de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta facultad se ha desempeñado como profesor y como investigador en el Instituto de Física. (citado en Chávez R.I., 2008).

con el Departamento de Ciencias de la Dirección General de Difusión Cultural.

Aunque al momento de plantear este programa no se contemplaba la generación de un Museo en sí, se desarrolló una gran cantidad de infraestructura en museografía que finalmente se tradujo en espacios tales como el Centro Universitario de la Comunicación de la Ciencia en 1980, cuya tarea no se limitó a la difusión de la ciencia por los medios escritos ya que fueron útiles los talleres y actividades lúdicas diversas (Lujan, 1989, pág. 254).

Físicamente, el museo fue construido por tres personalidades académicas cuya sinergia dio forma estructural, sistemática y proporcionó el carácter de divulgación científica que lo caracteriza. El doctor Luis Estrada, diseño tal y como se ha expuesto el “Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia”, cuya gestión dio la posibilidad de que tal programa evolucionara al Centro Universitario de la Comunicación de la Ciencia y principal tarea fue la divulgación científica; el Doctor José Sarukhán, siempre se inclinó hacia los temas científicos y consideraba necesaria la divulgación; por último al doctor Jorge Flores que contaba también con experiencia de divulgador, tomó el mando del proyecto *Universum*. La idea principal de la creación de este museo respondió a la evolución de ideas, medios y estrategias de la comunicación de la ciencia (Chávez R. I., 2008)

La Historia de la creación del *Universum* está llena de hechos que contribuyeron al desarrollo de otros Institutos y departamentos de Ciencia en la UNAM. Esta fusión de esfuerzos dio forma al Centro de Ciencias con una identidad nacional y universitaria, tomando quizás como base el análisis de museos internacionales y la asesoría de especialistas alrededor del mundo. A final de cuentas, la carencia de recursos suficientes así como la importancia del contexto sociocultural y la capacidad de los académicos nacionales, se convirtieron en los motivos principales para que los desarrolladores del *Universum* dejaran a un lado la idea de emular los sistemas extranjeros de divulgación científica y se crearán los propios estrechamente relacionados con la sociedad mexicana (Chávez R. I., 2008).

Actualmente los servicios que presta el *Universum* son (Chávez R. I., 2008):

- a. Visitas guiadas
- b. Visita Libre
- c. Exposiciones temporales
- d. Proyección de videos, documentales y películas.
- e. Conferencias.
- f. Demostraciones.
- g. Cursos
- h. Mesas Redondas y Charlas
- i. Obras teatrales
- j. Talleres de ciencia y Cursos de Verano.

4.3.2 Estructura metodológica de *Universum*

El museo de ciencias *Universum* utiliza primordialmente teorías de aprendizaje provenientes de la estructura constructivista y son utilizadas para proporcionar elementos teórico-conceptuales a través de sus talleres y actividades. A manera de antecedente, países como Inglaterra y España tuvieron durante la década de los 80 una reforma educativa inspirada en los principios de la estructura constructivista y fue emulada por sistemas educativos de diferentes países. La idea principal de tal estructura establece que el conocimiento no es una copia de la realidad que representa, debido a que la construcción del conocimiento ocurre gracias que el sujeto posee un papel activo en la relación que establece con su ambiente (Díaz & Hernández, 1997) (Pozo & Gómez, 1998) (Moncayo, 2001). El individuo no es un producto del ambiente o de sus estados internos sino de la construcción de ambos factores, el proceso de enseñanza aprendizaje está enfocado a no generar procesos de repetición y emulación de conocimientos, sino a transformar la mente de quien aprende cuyo papel activo es el propio responsable de su aprendizaje por lo que reestructura, construye y reconstruye, a nivel personal, las experiencias y nuevos conocimientos.

Los principios de la estructura constructivista se componen de las siguientes formulaciones:

- a. Es necesario partir del nivel de desarrollo del alumno.
- b. Hay que asegurar la construcción de aprendizajes significativos.
- c. Posibilitar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos.
- d. Asegurar que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimientos.
- e. Establecer relaciones ricas entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimiento existentes.

A estas formulaciones, se añaden al perfil de las metodologías de enseñanza en el Museo Universum y las finalidades de la educación científica en las que destacan el aprendizaje de conceptos, construcción de modelos, razonamiento científico, destrezas experimentales, resolución de problemas además del desarrollo de actitudes y valores (Pozo & Gómez, 1998).

Respecto a las “actitudes y valores científicos” podemos decir que se traducen en curiosidad e indagación, enfocadas al apoyo del procedimiento del método científico. La enseñanza de actitudes hacia la ciencia consiste en promover en los alumnos que la ciencia es un proceso constructivo y no un conocimiento acabado, se trata de formar hábitos así como fomentar una actitud crítica y reflexiva haciendo a un lado el empirismo simplista coadyuvado por una concepción positivista (Moncayo, 2001).

Por otro lado, para el psicólogo y pedagogo estadounidense David Ausubel (Ausubel, *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, 1963), la construcción de aprendizajes significativos se convierte en nuestros días en un punto estratégico de la educación por encima de las metodologías de repetición y memorización de conocimientos características de la educación tradicionalista, ya que es menos sensible a las interferencias a corto plazo y mucho más resistente al olvido, es una forma de aprendizaje que no se encuentra aislada sino que es asimilada en una organización jerárquica de los conocimientos referentes a la misma área temática. Los aprendizajes significativos requieren de un conocimiento previo para que puedan ser enlazados con el nuevo material de aprendizaje, requieren de estar bajo una secuencia lógica presentados en un lenguaje tal que deba

ser accesible al aprendiz para generar la suficiente motivación o disposición para aprender (Moncayo, 2001, pág. 68)

4.4 Aspectos motivacionales.

Las diversas investigaciones en el campo de la motivación revelan que en cualquier situación educativa es uno de los factores más influyentes para el proceso de enseñanza aprendizaje, la psicóloga educativa Anita Woolfolk, define la motivación como “algo que energiza y dirige la conducta”, para los psicólogos Frida Díaz Barriga Y Gerardo Hernández Rojas, “*un motivo es un elemento de conciencia que entra en la determinación de un acto volitivo, es lo que induce a una persona a llevar a la practica una acción*”, desde el punto de vista pedagógico motivación significa, la voluntad de aprender” (Díaz & Hernández, 1997).

Cabe señalar que los análisis en el manejo de la motivación cuyos estudios se han enfocado a los espacios escolares dentro del proceso de enseñanza aprendizaje (Tapia A. , *Motivar en la escuela, motivar en la familia*, 2005), no han sido enfocados a contextos educativos no formales y la divulgación científica, sin embargo se reconoce el papel que desempeña dentro de las actividades de los Museos de Ciencias (Moncayo, 2001).

De acuerdo con Díaz Barriga Y Hernández Rojas son tres los propósitos que se persiguen mediante el manejo de la motivación en situaciones educativas:

- a. Despertar el interés de las personas y dirigir su atención.
- b. Estimular el deseo de aprender que conduce al esfuerzo.
- c. Dirigir estos intereses hacia el logro de fines apropiados para la realización de propósitos definidos.

Los educadores consideran que la motivación para el aprendizaje se activa al inicio de la dinámica, sin embargo el criterio constructivista afirma que la motivación no es exclusiva del inicio de la actividad, sino que abarca por completo el episodio de enseñanza (Moncayo, 2001, pág. 68). De esta manera el manejo de la motivación debe estar presente y de manera integrada con todos los elementos que componen la actividad educativa.

El manejo deliberado de la motivación en situaciones educativas encaja en un área de estudio conocida como estrategias de apoyo, las cuales posibilitan que el individuo mantenga un estado adecuado para el aprendizaje, por lo que ayudan a optimizar la concentración, dirigir la atención entre otras situaciones. En las estrategias de apoyo no es posible trabajar directamente sobre los contenidos, sino que causan un impacto indirecto sobre el material de aprendizaje, permitiendo que la persona tenga una disposición favorable a tal actividad.

Retomando algunos criterios motivacionales dentro de la educación formal, el psicólogo y Doctor en Filosofía Alonso Tapia (Moncayo, 2001, pág. 69) afirma la existencia de un conjunto de factores de enseñanza que permiten el manejo de aspectos motivacionales en los salones de clase, estos son:

- a. La forma de presentar y estructurar las ideas.
- b. La forma de organizar la actividad en el contexto de la clase.
- c. Los mensajes que ofrece el docente antes, durante y después de la tarea.
- d. El modelado de valores y estrategias.
- e. La forma que adoptará la evaluación el alumno.

Cada factor se compone de principios que son útiles para la organización motivacional dentro de la educación no formal:

Con relación a la forma de presentar y estructurar las ideas.

- a. Activar la curiosidad y el interés de las personas en el contenido del tema a tratar o la tarea a realizar. Para tal efecto son útiles las estrategias como las siguientes:
 - Presentar información novedosa, sorprendente e incongruente con los conocimientos previos de los participantes.
 - Suscitar problemas a resolver.
 - Variar los elementos de la tarea o actividad para mantener la atención.

- b. Mostrar la relevancia de la tarea al espectador. Para esto se sugieren las siguientes estrategias:

- Relacionar el contenido de la tarea, usando el lenguaje y ejemplos familiares del sujeto tomando en cuenta sus conocimientos previos.
- Mostrar la meta de la actividad.

Con relación a la forma de organizar la actividad en el contexto de la clase.

- a. Organizar las actividades en grupos cooperativos.
- b. Dar el máximo de opciones posibles de actuación para facilitar la capacidad de autonomía.

Con relación a los mensajes que ofrece el docente antes, durante y después de la tarea.

- a. Orientar la atención de los individuos hacia la tarea durante todo el proceso.
- b. Promover de manera explícita la concepción de la inteligencia como modificable o moldeable, la atribución de los resultados a causas percibidas y controlables y por último al desarrollo motivacional personal.

Con relación al modelado de valores y estrategias.

- a. Ejemplificar los comportamientos y valores que se tratan de transmitir en los mensajes.

Por último a la forma que adoptará la evaluación el alumno. Se deberá considerar que:

- a. Los individuos consideren una ocasión favorable para el aprendizaje y se debe evitar la comparación de unos con otros y acentuar la propia para constatar los avances.

4.5 Epílogo.

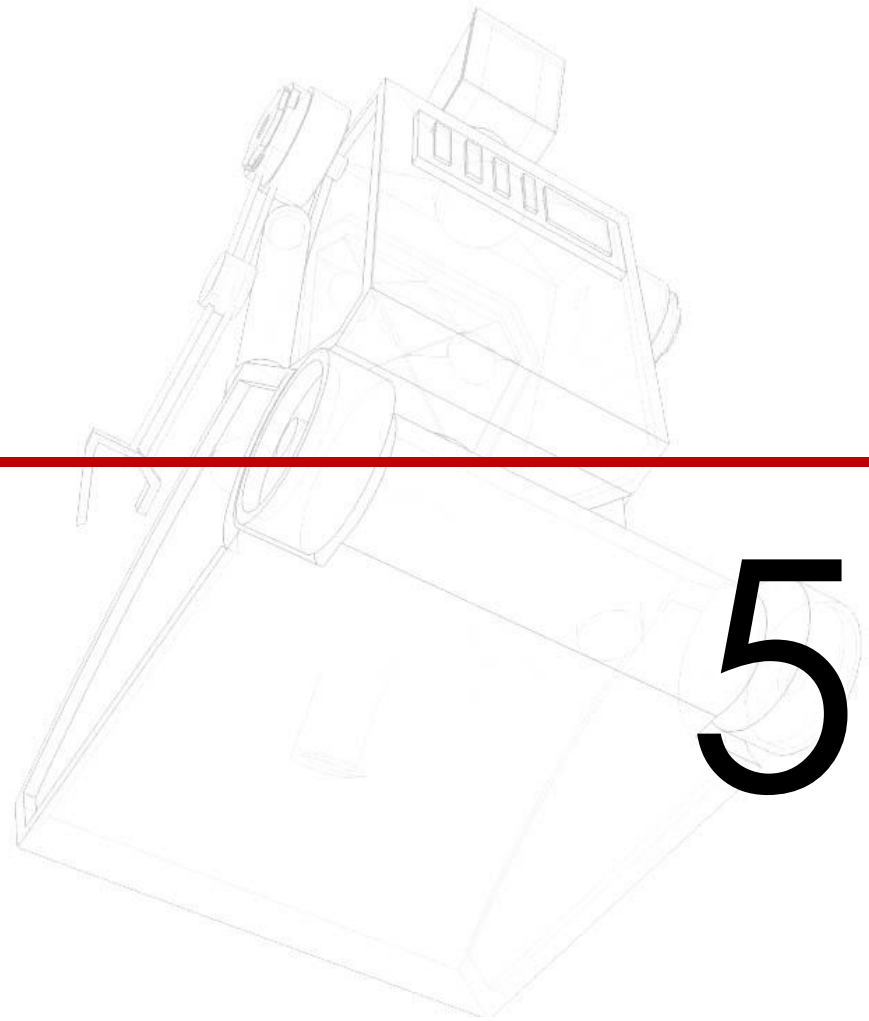
Podemos partir de los distintos criterios que configuran la metodología de enseñanza en el Museo de Ciencias Universum para ubicar un principio de correlación con las características de los robots sociales.

Si bien una de las principales capacidades de los robots sociales es la de persuadir además de cambiar el comportamiento, actitud y sentimientos de un ser humano al establecer expectativas sociales, existe la posibilidad

de proyectar de manera exitosa tales capacidades hacia los aspectos motivacionales para la organización de la educación como elemento principal, con el fin del desarrollo de actitudes y valores hacia los conocimientos científicos así como al apoyo de la enseñanza en alumnos y visitantes a partir de la construcción de aprendizajes significativos.

El impacto motivacional puede dirigir la actitud de los visitantes y llegar incluso a cambiar las actitudes y valores hacia la ciencia, presentándola como un proceso constructivo; es necesario acercarse a los problemas relativos de su propia naturaleza, buscando el significado y sentido, de esta manera transmitir que las metodologías y hechos científicos son dignos de aprenderse (Moncayo, 2001, págs. 12-14).

CAPÍTULO



CAPÍTULO 5. INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS

Hasta el momento, se han analizado de manera independiente las características de los robots sociales, los aspectos y fines de la divulgación científica, los museos científicos y de manera general los objetivos que persigue el museo de ciencias Universum, por lo que será necesario desarrollar una propuesta para analizar en conjunto tales factores, a lo largo del presente capítulo se exponen los criterios que permitieron dar un enfoque a las experimentaciones dentro del caso de estudio.

Inicialmente, se toma como base la idea desarrollada en el ámbito de las investigaciones sociales, en donde *“todos los fenómenos de la realidad social se encuentran en relación y dependencias mutuas, además que; ningún fenómeno social se encuentra aislado de la realidad concreta”* (Rojas S. R., 2011, pág. 51), considerando que la robótica y los aspectos educativos hacia las sociedades son fenómenos de nuestra realidad y a la vez que son fenómenos capaces de ser analizados de manera individual; se busca una correlación efectiva para ser aprovechada dentro de esta investigación.

5.1 Propuesta de integración.

Debemos considerar que la robótica por sí misma se encuentra en etapa de inserción dentro de la sociedad, los estudios de HRI han dado relevancia a las aplicaciones y usos de robots en diversos contextos sociales existentes¹¹; el uso injustificado de robots en algún contexto determinado y sin hacer un exhaustivo análisis del entorno de aplicación, puede representar un gasto enorme de recursos y en el mismo sentido las propuestas metodológicas carecerán de objetividad, lo que impide la correcta evolución de los equipos y sistemas involucrados en su desarrollo.

Para efectos de aplicación, se deberá describir y analizar de manera detallada las tareas específicas que ejecutará el robot social, tales tareas

¹¹ Robots en centros comerciales, en áreas educativas, para terapias en salud humana en general y recreación.

deberán ser afines a las necesidades del contexto, así como ser fáciles de modificar, con el fin de realizar nuevas actividades de interacción conforme a la evolución del contexto mismo. De esta forma se eliminará la incertidumbre en la efectividad del robot evitando a su vez experimentaciones empíricas aisladas; el estudio de los contextos en particular, puede dar pauta a la justificación del uso de robots.

A juicio del autor, existe de manera generalizada un halo de escepticismo acerca de la utilidad de los robots dentro de la sociedad y de forma paralela un enfoque con sentido optimista en su aplicación dentro de distintos sectores sociales tales como la utilidad en los medios masivos de producción, sin tomar en cuenta los efectos secundarios de desempleo y en espacios donde se pretende evidenciar un supuesto avance tecnológico.

Para definir objetivamente la manera en que se integran los distintos elementos hasta el momento analizados en esta tesis, se propone tomar como punto de partida algunos conceptos desarrollados en el área de la sociología, dentro de la teoría de sistema social creada por Niklas Luhmann, esta teoría fue abordada de manera superficial por encontrarse fuera del ámbito del diseño industrial y que sin embargo ofrece una vía complementaria de análisis. Se utiliza tal teoría ya que permite analizar la estructura de un contexto a partir de la interacción de sus componentes, así como los procesos de comunicación entre los elementos o actores que lo conforman. Por otro lado, si queremos introducir un equipo robótico a un entorno social determinado se deberán utilizar criterios similares a los empleados en la comprensión de la fenomenología social.

5.1.1 Conceptos básicos de los sistemas sociales.

El concepto en donde *“todos los fenómenos de la realidad social se encuentran en relación y dependencias mutuas”*, tiene relación con el criterio del sociólogo alemán Niklas Luhmann acerca de los sistemas sociales, cuyos argumentos se tomarán como base para llevar a cabo la correlación de los elementos analizados en esta tesis. A continuación se describirán de manera general algunas ideas que permiten dar inicio a un análisis desde el punto de vista de la sociología sin llegar a profundizar en temas de mayor complejidad más allá del alcance de esta tesis, sin

embargo en un estudio posterior y de manera multidisciplinaria se puede realizar una investigación de mayor trascendencia.

El concepto de sistema social según Luhmann (Luhmann, 2007), se refiere a la reunión e interacción de varios elementos en conjunto a través de la ejecución de sus propias operaciones (autorreferencial); cada sistema es capaz de llevar a cabo sus procedimientos operativos y limitarse a reproducirlos de manera interna (autopoietico), las operaciones son llevadas a cabo a partir de la comunicación entre sus elementos. Tales sistemas individuales y autopoieticos se encuentran en relaciones esporádicas a través de acoplamientos estructurales¹².

Para Luhmann, un sistema no puede darse de forma independiente de su entorno, este da cabida a uno o varios sistemas; existe un límite que los distingue, aunque tal límite no significa aislar al sistema determinado en su totalidad. A nivel de observación, el límite es trascendido originando varias formas de interdependencia entre sistema y entorno. El entorno de un sistema constituye lo "externo", todo lo que no entra en el sistema pertenece globalmente al entorno. No existe la disposición y establecimiento del sistema sin una relación con su entorno (Corsi, Esposito, & Baraldi, 1996, págs. 148, 152).

La relación entre robots sociales, divulgación de la Ciencia, museos interactivos junto con los visitantes de los centros de ciencia, se da a través de un sistema de comunicación, los cuales están compuestos por diversos elementos, cada uno organizado y operado de manera autónoma, influenciados mutuamente con los demás elementos gracias a la actividad del propio sistema de comunicación; la comunicación es el elemento final que compone a cualquier sistema social y se presenta por la síntesis de tres

¹² Para reproducir la comunicación es necesario un ambiente favorable compatible a los elementos de la comunicación misma, así como la disponibilidad de los sistemas para ser partícipes de esta reproducción. Un acoplamiento estructural permite que la reproducción de comunicación emitida por un sistema sirva de manera momentánea a otro sin que ello signifique una fusión en la operatividad de ambos. Durante el acoplamiento se observa una coordinación entre estructuras independientes actuando de forma recíproca y bilateral.

estados o selecciones: a) emisión o acto de comunicar, ya sea a través de mensajes o bien actividades, b) recibir la información y c) el acto de entender, de tal manera que se realiza una comunicación si se logra una comprensión. No existen sistemas sociales sin la reproducción de comunicación. En la comunicación no existe como tal la transmisión de información, sino simplemente la reproducción de la misma; el aceptar o no la información y por ende comprenderla, es decisión del interlocutor.

La comunicación es un acontecimiento improbable que se sintetiza en tres niveles: en el nivel más básico; es poco predecible y probable que la información sea comprendida y por lo tanto, llevarse a cabo la comunicación; a segundo nivel: si la información se produce con una mayor presuposición de complejidad es improbable que la emisión cumpla su cometido¹³, por último y de manera subsecuente, en una situación de mayor complejidad, es improbable que la comunicación se acepte.¹⁴ Un problema para la sociología es lograr que una comunicación improbable se vuelva probable; al afrontar los tres niveles de improbabilidad, la comunicación se hace probable mediante el uso de algunos medios de difusión capaces de reproducir contenidos comunicativos con un lenguaje que sea comprendido.

Es importante que el entorno o contexto se encuentre en condiciones y periodos de tiempo, adecuados a la reproducción y comprensión de la información (forma / medio); los divulgadores deberán entender el medio y aspectos socioculturales del usuario. A esto se suman los medios de comunicación simbólicamente generalizados; un elemento importante que se refiere a la validez de la universalidad en las perspectivas e ideas hacia los distintos fenómenos, producto de la evolución social, determinadas por los criterios socioculturales, las circunstancias vivenciales, la historia de los fenómenos universales y sus relaciones entre sí (al menos en el criterio de

¹³ En el caso de la ciencia, hacer que la información sea comprendida es tarea de los divulgadores.

¹⁴ En el caso del medio educativo esta nulidad en la aceptación, puede radicar en la irrelevancia, desinterés, falta de motivación o carencia de esfuerzo en el aprendizaje.

“universalidad” dentro del desarrollo histórico humano¹⁵), así como las selecciones, impulsos y criterios de los individuos. En otras palabras, conocer de manera general las tendencias, expectativas y conocimientos del usuario respecto a un tema específico.

Para apegarse a la finalidad que la divulgación científica persigue se deberá realizar un acto de comunicación probable, tal que sea comprendido por los “*sistemas psíquicos*” o con un grado de conciencia. Luhmann utiliza el término de “*sistema psíquicos*” cuando hace referencia a los sistemas sociales y sistemas vivos cuyas operaciones internas de procesamiento se definen por la forma en que cada uno percibe la realidad o bien el acto de tener conciencia y dar sentido a la misma a través de la auto regulación en la forma de procesar los pensamientos de cada individuo, a partir de su propio criterio y experiencias particulares¹⁶.

Más allá de la probabilidad de que la información sea o no comprendida, cada sistema está expuesto a una evolución, Luhmann define a la evolución como el hecho de que un sistema determinado pueda cambiar sus estructuras mediante la ejecución de sus operaciones ante la presencia de un agente o estímulo externo (Corsi, Esposito, & Baraldi, 1996, pág. 77). Los cambios estructurales, producto de una evolución, se describen a partir de tres tipos de mecanismos: a) variación, b) selección y c) estabilización o mejor dicho su re-estabilización a partir de su estado “estable” anterior a la variación. Cada variación es distinta según el tipo de sistema, por lo que los dos mecanismos restantes son también diferentes.

La relación de esta triada debe pensarse en sentido circular y no en un sentido lineal; la posibilidad de variar requiere selecciones ya estabilizadas o vigentes en el modo de operar de los sistemas, la estabilización de los

cambios se da gracias a mecanismos que permiten una selección de variaciones. Este ciclo sucede cuando el entorno interactúa (irritación) con el sistema, dicho de otra forma, el sistema puede ser irritado por agentes externos presentes en el entorno, sin embargo esta irritación no obliga al sistema a una adaptación específica al entorno. En sí, un sistema está adaptado ya a su entorno en la medida que éste último favorece su correlación y por lo tanto permite la operación de los elementos del sistema, no puede hablarse de una peor o mejor adaptación, simplemente existe o no.

La complejidad del entorno puede ser tomada por el sistema en forma reducida y limitada; si el sistema continúa operando dentro del entorno se mantendrá vigente y en actividad bilateral. Las variaciones estructurales de los sistemas sociales, no conducen a su inestabilidad, sino a la reacción compatible hacia las perturbaciones del entorno. El sistema puede ser indiferente o receptivo al entorno y de eso depende su grado de *irritabilidad*, misma que define la disponibilidad de diversificar y variar sus propias estructuras. La variación es en sí una desviación con respecto a las estructuras existentes provenientes de exterior, el sistema puede mantener una indiferencia en cierto sentido o introducir variantes en su estructura.

Respecto a la selección, este es un proceso interno del sistema, cuyas variaciones son elegidas a partir del acoplamiento al estado *autorreferencial* del sistema, en el caso de sistemas sociales tal acoplamiento se da a partir de los elementos de comunicación. Finalmente el tercer elemento permite la estabilización por parte del sistema en las variaciones seleccionadas e integrar los nuevos elementos a las características estructurales presentes, y por supuesto permitir la continuidad de la operación del sistema.

Los mecanismos de esta triada en el concepto de evolución, no están coordinados entre sí, no existe un estado autónomo que garantice la selección de las variaciones y su posterior estabilización, sin embargo la negación del sistema social hacia los estados complejos de variación, ofrece otras posibilidades con respecto a las nuevas actualizaciones sin que estas sean anuladas. Un contexto de comunicación ofrece temas sobre los

¹⁵ Los criterios son influenciados a su vez por las diferencias y expectativas socioculturales.

¹⁶ Cada visitante del museo tiene un criterio particular de los elementos que observa en las diferentes salas e instalaciones de acuerdo a sus experiencias y expectativas, por lo que el sentido de la información que se procesa deberá ser en mayor medida homogénea y en sentido generalizado.

cuales concentrarse y deja suspendida otra posibilidad de elección; algunas posibilidades son negadas al momento, permaneciendo accesibles para una eventual comunicación y derivadas de una etapa de reflexión subsiguiente del fenómeno de variación (reflexividad). *La negación está en la base de la posibilidad de producir variaciones estructurales, ya que permite proponer desviaciones a la comunicación con respecto a las estructuras sociales de expectativas existentes* (Corsi, Esposito, & Baraldi, 1996, pág. 78).

La negación tiene su lugar en las operaciones de los sistemas sociales y psíquicos, es utilizada para obtener al final procesos ejecutables así como relaciones operativas entre los elementos del sistema, por lo que el estado de negación, no necesariamente representa la evasión o anulación de un estímulo externo, sino que permite definir los procesos internos del sistema mismo teniendo un pleno conocimiento de elementos que no han sido procesados o admitidos para el desarrollo autopoietico, al menos hasta que tales estímulos sean significativos para el sistema. Bajo estos criterios, el concepto de “novedad” no recae en la idea aislada del fenómeno fuera de lugar dentro de las expectativas de los individuos sino que algo novedoso existe en relación con el medio y se convierte en un acto de comunicación con altas posibilidades de ser comprendido e interpretadas sus intenciones.

5.2 Epílogo.

El uso de sistemas sociales servirá de base para plantear los experimentos pertinentes y que permitan indicar las posibilidades de introducir robots sociales en los centros de ciencias como recurso para divulgación científica, complementando la idea del robot guía dentro del museo de ciencias. A partir de los elementos que configuran el sistema de comunicación dentro del museo de ciencias con el objetivo de hacer comprensible la información, es necesario evaluar al robot social como instrumento de comunicación y sus cualidades para hacer probable la comprensión de datos científicos. De manera prospectiva, el robot social como sistema, está sujeto a ser “irritado” por agentes externos, ya sean los visitantes o la introducción de nuevas metodologías pedagógicas y equipos tecnológicos útiles en la divulgación de conceptos científicos, lo que implica la evolución

del robot social como instrumento de comunicación, los desarrolladores deberán implementar de manera continua, mejoras para mantener vigente las cualidades del equipo para transmitir información, a partir de las necesidades u objetivos del centro de ciencias.

Para determinar la manera en que un robot social se integra eficazmente dentro del museo interactivo nacional, será necesario analizar aspectos tecnológicos y sociales, así como iniciar la búsqueda de conceptos de robótica presentes en la sociedad. La utilidad de los robots sociales para los fines específicos de un entorno determinado y posibles alcances de aplicación, son parte de los análisis y estudios de la interacción humano - robot (HRI). Cabe señalar que uno de los objetivos esenciales de la HRI es la implementación de experimentos fuera de los laboratorios, en donde los sujetos de investigación son de alguna manera canalizados y previamente advertidos de una actividad específica con un robot o sistema determinado.

En primer lugar la divulgación científica como sistema social forma parte del entorno de la ciencia, en donde se desenvuelve a lado de la educación y otros sistemas tales como el sociocultural, en este sentido como ya se ha visto en capítulos anteriores, la divulgación científica se convierte en un medio de comunicación probable de fenómenos científicos determinados y útiles para la enseñanza científica hacia distintos niveles y grados educativos, los sistemas de la educación están en acoplamiento estructural con el sistema sociocultural al margen de las experiencias y expectativas de cada país.

La divulgación científica echa mano de diversos instrumentos de comunicación y canales de distribución (libros y revistas especializadas, prensa, medios audiovisuales, medios informáticos y centros de ciencia) con el fin de conseguir la comprensión de la información por parte de los individuos, los canales de distribución los cuales se adecuan a los contextos culturales y pertenecen a un espacio temporal acorde a las perspectivas de la población con acceso a los medios de comunicación (medio / forma).

Recordemos que dentro del Centro de Ciencias Universum, las actividades que se desarrollan tienen propósito mostrar de forma didáctica algunos

conceptos científicos los cuales son utilizados como una herramienta educativa capaz de reforzar conceptos generados dentro del salón de clases, sus tres funciones principales son:

1. Investigar y mejorar los sistemas de comunicación de la ciencia, así como explorar nuevas posibilidades para lograr el objetivo general.
2. Elaborar material para la divulgación de la Ciencia.
3. Hacer disponible la Información general de la ciencia en forma complementaria a la labor afín que desarrollan otras dependencias universitarias.

Tales funciones se adecuan al proceso de comunicación de los sistemas sociales compuesto por la emisión, la Información y la comprensión. Los servicios que ofrece el Universum se han diseñado de tal manera que favorezca la probabilidad de comunicación, estos servicios son:

- a. Visita Libre
- b. Visitas guiadas
- c. Exposiciones temporales
- d. Proyección de videos, documentales y películas.
- e. Conferencias.
- f. Demostraciones.
- g. Cursos
- h. Mesas Redondas y Charlas
- i. Obras teatrales
- j. Talleres de ciencia y Cursos de Verano.

De los cuales se deberán seleccionar los adecuados para integrar eficazmente al robot social.

Gracias a la colaboración de diversas disciplinas con el diseño industrial, es posible el desarrollo de robots sociales aplicados en contextos educativos a través de centros de ciencia, apegándose a los objetivos que persigue la divulgación científica. El uso de robots de interacción humana dentro de un contexto social ofrece posibilidades de servicio en diversos sentidos, sin embargo bajo el criterio de los sistemas sociales es posible esbozar una propuesta para utilizar tales equipos tecnológicos apoyados por los medios

existentes para su adecuación dentro de los centros de ciencia, disminuyendo el riesgo de implementar un robot de forma indiscriminada lejos de su utilidad como un verdadero complemento de divulgación. Es imposible determinar de manera inmediata la efectividad de robots en los centros de ciencias nacionales, ya que en primer lugar no es fácil encontrar por escrito un concepto socialmente generalizado y expectativas hacia los robots sociales en nuestro entorno nacional que sirva de base para planificar actividades lúdicas y educativas, en segundo lugar las investigaciones en HRI en nuestro país se encuentran en etapa temprana de desarrollo.

Para determinar una relación inicial respecto a los sistemas sociales de divulgación científica, museo de ciencias y robots sociales, se tomará la premisa en donde una de las capacidades de estos últimos es la de persuadir además de cambiar el comportamiento, actitud y sentimientos de un ser humano al establecer expectativas sociales, de tal manera que una comunicación se vuelva probable a través de estos cambios de actitud hacia la información emitida, siempre y cuando el medio así como la forma en que se presenta el equipo sea coherente a las expectativas dejando la posibilidad de establecer nuevos criterios respecto al robot dentro del museo. Una de las tareas capaces de ofrecer parámetros que determinen la relevancia del robot social en los usuarios, es la de configurar y establecer mediciones adecuadas a la valoración de la calidad de las interacciones, como bien podría darse a través del grado de atención hacia el robot o actividades útiles en la emisión y comprensión de mensajes.

Conocer el concepto de robot social servirá de apoyo para determinar una expectativa generalizada, sin embargo tener una interacción directa de forma física con el equipo (irritación) permitirá observar de manera holística las posibles formas en que el sistema psíquico se adapta ante tal evento. Respecto a la adaptabilidad de un sistema psíquico ante las variantes del entorno existen sistemas cuyas operaciones permiten cierta flexibilidad o apertura (sistemas abiertos) y otros los cuales funcionan obstaculizando o negando las variantes externas (sistemas cerrados).

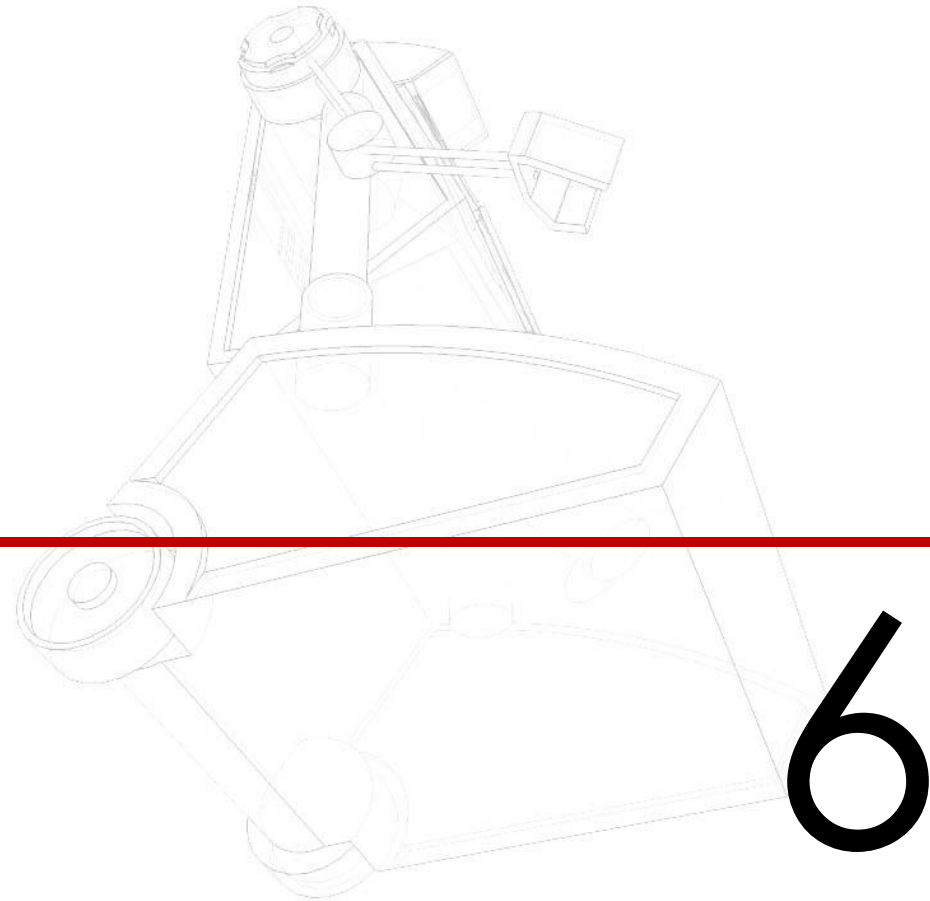
Es por demás mencionar que la etapa de la edad escolar, resulta decisiva para consolidar las capacidades físicas e intelectuales útiles para la

socialización con las demás personas y formar la identidad así como la autoestima de los individuos. La UNICEF advierte que los individuos de 6 a 11 años de edad sin importar su sexo o condición social, *“dependen de la familia, la comunidad y la escuela para desarrollar en esta etapa de crecimiento acelerado las condiciones adecuadas para lograr un mejor desarrollo para el aprendizaje, el juego y el descubrimiento, así como para estimular la motricidad y la creatividad. Esta etapa es fundamental también para aprender normas sociales y adquirir valores como la solidaridad y el sentido de justicia”* (UNICEF, 2011). De esta manera, considerar al niño como un sistema psíquico abierto que le permite una mayor receptividad al entorno así como una mayor disponibilidad de diversificar y variar sus estructuras, servirá de base para plantear un análisis inmediato; los individuos en etapa escolar, mismos que son visitantes asiduos del Museo de Ciencias Universum, serán los principales sujetos de experimentación.

Respecto a la evolución de los sistemas psíquicos, se debe considerar la variación respecto al uso de robots como centros de emisión de información o probablemente como agente de vinculación hacia otros medios de difusión dentro del museo, además de la selección de la variante por parte del sistema psíquico, aceptando la interacción con el robot de tal manera que el niño re-establezca su modo de actuar y de sentido a la existencia de un robot dentro del museo de ciencias, los fines de tal interacción serán adecuados a la misión del museo. De manera prospectiva, la negación de la interacción por parte del sistema psíquico hacia la variante, permitirá afrontar nuevas posibilidades de operatividad del sistema psíquico mismo respecto al sistema de divulgación, en otras palabras saber de la existencia de robots capaces de ofrecer una variante en los medios de divulgación permitirán flexibilizar en cierta medida la aceptación hacia este recurso paralelo a la tarea de adecuación del robot social como sistema de comunicación, incrementando así la posibilidad de que tal acontecimiento de interacción sea comprendido y aceptado. Por último, bajo este criterio prospectivo de análisis, es importante considerar la posibilidad del desarrollo de una línea de investigación capaz de ofrecer un seguimiento temporal a corto y a largo plazo respecto a la evolución de los sistemas psíquicos y su operatividad a partir del acoplamiento

estructural con la disciplina de la robótica social (como sistema) en la vida cotidiana.

CAPÍTULO



CAPÍTULO 6. DESARROLLO

La forma en que un robot social se acopla al sistema de operación de la divulgación científica, pudo ser observada a partir de una serie de experimentos que inician con la búsqueda de hechos y fenómenos relevantes que acontecen durante la interacción entre un robot social y sujetos en etapa escolar básica. Este capítulo expone la metodología utilizada en la indagación de la hipótesis, se adjunta la descripción de los procedimientos de experimentación la cual se conformo por tres etapas denominadas: investigación base, controlada y conceptual, se finaliza con la exposición general de resultados.

6.1 Planteamiento.

Los objetivos que se exponen a continuación sirvieron para determinar los conceptos básicos en el uso de robots sociales dentro de centros de ciencia, tales conceptos serán útiles para concebir una propuesta de desarrollo desde el punto de vista del diseño industrial.

6.1.1 Objetivos de experimentación.

- Realizar una actividad de interacción con sujetos de 6 a 13 años de edad y un robot social dentro del contexto del museo de ciencias y divulgación científica.
- Determinar uno o varios parámetros de medición capaz de establecer el grado de atención y relevancia de los sujetos hacia el robot social.
- Replantear las características del robot social a partir de la interacción con los sujetos de estudio.
- Implementar al robot social dentro del museo Universum apegado a los servicios que proporciona este centro de ciencias, utilizando las características definidas por el objetivo anterior.
- Conocer el concepto socialmente generalizado de los sujetos de experimentación hacia los robots sociales dentro de centros de ciencias y museos.

6.1.2 Esquema de trabajo.

Para lograr los objetivos de experimentación fue necesario el desarrollo de un equipo operado a distancia (teleoperado) con características similares a las de los robots sociales (Imagen 6.1), el cuál será útil en la interacción con los visitantes del museo, niños de 6 a 12 años de edad, utilizando el método de evaluación e investigación denominado “Mago de Oz”. La experimentación “Mago de Oz” es un instrumento de investigación en el que los sujetos sometidos a análisis, interactúan con un equipo de un sistema, el cual los sujetos consideran autónomo, pero en realidad está siendo operado por el investigador o su colaborador oculto a la vista de los sujetos. Tal método, es el proceso de investigación por excelencia para analizar y aproximar un robot a la sociedad sin poner en riesgo a los usuarios y determinar de manera sistemática la tecnología implícita necesaria, es aplicado por lo principales desarrolladores de robots sociales en distintos países tales como Japón, Estados Unidos, Corea, Suiza e Italia. Ocasionalmente es un engaño utilizado para gestionar y determinar las expectativas de los participantes y fomentar los comportamientos naturales de los usuarios. Este método es de uso común en los ámbitos de la psicología experimental, factores humanos, ergonomía, lingüística, la ingeniería en uso de productos, factores humanos y la robótica.

El equipo teleoperado, se manipula con un control remoto inalámbrico a una distancia aproximada de 10 metros, el mando inalámbrico puede accionar 5 motores; uno para la cabeza, dos para cada brazo y los dos restantes para desplazar hacia adelante, atrás, izquierda y derecha al equipo, un sexto controlador es capaz encender un juego de luces intermitentes de colores en la base del equipo. La cabeza tiene destellos luminosos que funcionan continuamente, la emisión de sonido es gracias a un par de bocinas al frente; el operador es capaz de hablar a través de un micrófono inalámbrico y su voz es distorsionada con tesitura infantil con ayuda de un dispositivo interno. La experimentación “Mago de Oz” se llevará a cabo en espacios interiores de edificaciones, tales como salones de clase e instalaciones de museo, se implementará además un sistema de video en circuito cerrado gracias a una cámara web y el uso de una computadora portátil.

Para el sistema de audio fueron utilizados radios de transmisión remota de uso infantil y micrófonos inalámbricos. El robot tiene una altura de 1.10

metros. La figura 6.1 describe de manera esquemática el proceso de interacción y uso los equipos electrónicos así como interfaces de operación remota, audio y video.

El ciclo de interacción esquematizado permite establecer contacto con los usuarios a través de la emisión de mensajes y establecer una comunicación e Interacción Humano – Robot en un entorno preestablecido.

Para facilitar el análisis y alcanzar los objetivos establecidos, se definieron tres tipos de investigación:

- Investigación base.
- Investigación controlada.
- Investigación conceptual.

A continuación se describen de manera general.

6.1.3 Investigación base.

Durante esta investigación se pretendió analizar la construcción de la experiencia inicial a través de un primer acercamiento con los usuarios del museo en etapa escolar básica y el equipo teleoperado. Se denomina investigación base ya que la experiencia inicial se da tanto en el experimentador así como en el espectador del robot social, en esta etapa se darán forma a los atributos iniciales del equipo tecnológico como recurso para la divulgación científica dentro del Museo de Ciencias Universum. Para la experimentación subsecuente, se definieron las características del equipo conociendo la relevancia del robot en los sujetos de investigación, gracias a un protocolo de interacción definido. El estudio se llevó a cabo con el apoyo de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la UNAM y la Subdirección de Educación no Formal dentro de la “Casita de las Ciencias”, su personal lleva a cabo diplomados, cursos, elaboran materiales didácticos y promueven actividades lúdicas y experimentales enfocadas a presentar metodologías alternativas para la promoción de experiencias de aprendizaje en ciencias, de forma no escolarizada. La experimentación base se realizó a través del curso de verano de la DGDC, dirigido a niños de 5 a 13 años de edad y cuyas actividades van desde diversos talleres de ciencia, actividades artísticas,

visitas guiadas al Museo de Ciencias Universum, actividades deportivas entre otras.

Es importante señalar que esta aproximación solo refleja la interpretación inmediata del robot dentro del contexto y es necesario refinar las experimentaciones, ya que durante la interacción no se consideraron elementos que podrían reducir la validez de los mismos, sin embargo la intención de realizar experimentaciones flexibles en cuanto a los resultados es producto de la variabilidad de un contexto tan dinámico como lo es un museo, por otro lado intentar controlar el ambiente limita la actitud de los sujetos de experimentación.

6.1.4 Investigación controlada.

En este punto el robot social desarrollado se presentó dentro del contexto objetivo/meta y se programaron actividades a partir de las expectativas construidas dentro de la investigación base, intentando determinar las posibles aplicaciones del robot social en el museo, así como gestionar las actividades del mismo hacia un público específico y apegado a la misión del Museo Universum. El equipo fue implementado dentro del Museo de Ciencias en el vestíbulo, explanada y la sala el “Universo” como medio para inducir a la gente al uso de instrumentos y equipo interactivo dentro del museo, sugerir a la participación de actividades y promocionar información respecto a eventos específicos, cabe señalar que se vinculó al “robot social” con temas de tecnología y astronomía¹⁷, ya que la morfología y diseño de la estructura externa del robot corresponde a la ambientación de tales espacios temáticos.

¹⁷ Se realiza de manera anual un evento basado en actividades astronómicas denominado “Noche Galileana” en las instalaciones del *Universum*, es abierta para todo público y a lo largo del día, se realizan actividades diversas como juegos y talleres, cuenta cuentos, performance, sesiones de planetario, observaciones solares y nocturnas con telescopios, teatro guiñol, conferencias, conciertos entre otras actividades http://www.universum.unam.mx/temp/noche_galileana.php

Descripción del equipo

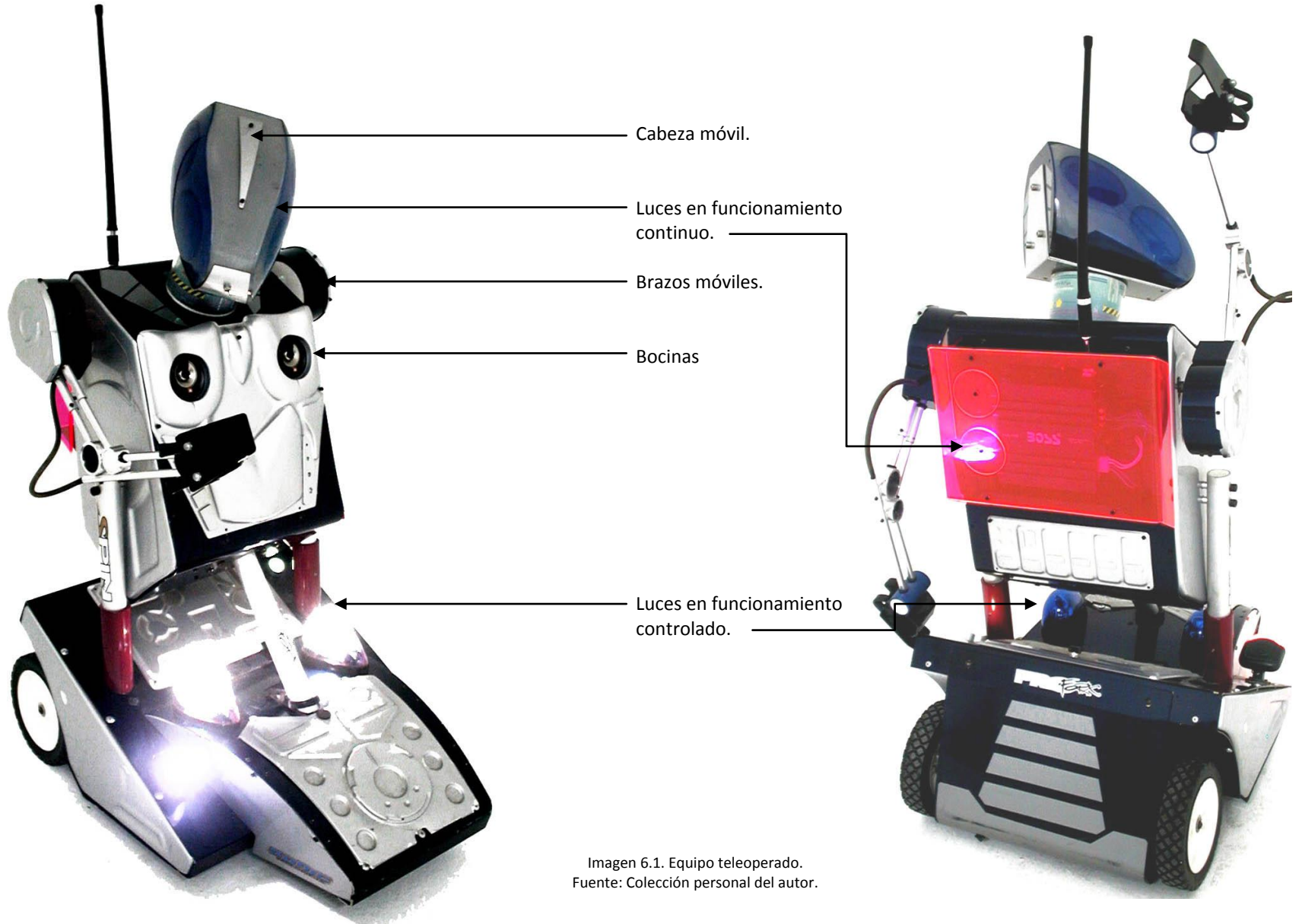


Imagen 6.1. Equipo teleoperado.
Fuente: Colección personal del autor.

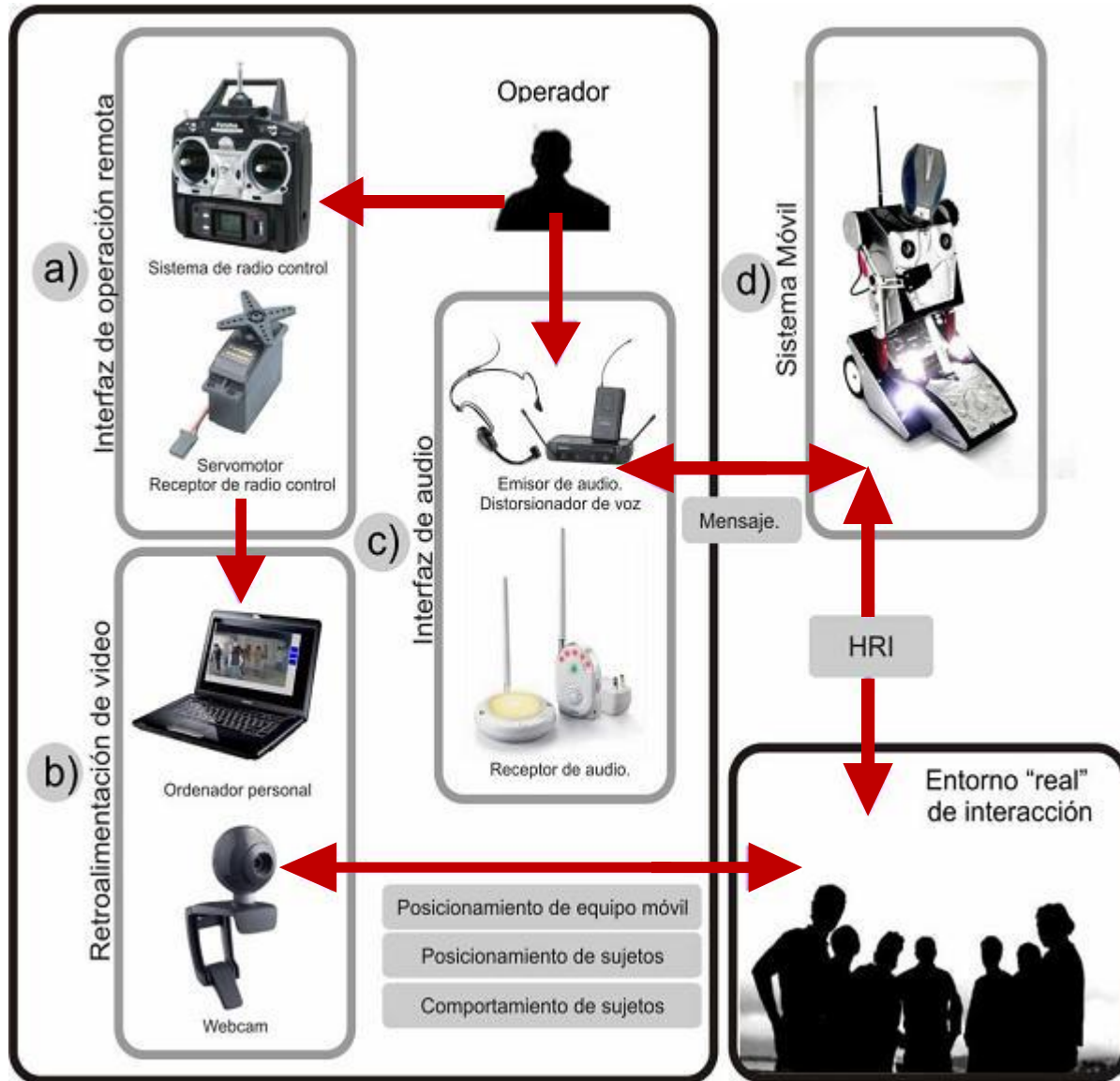


Figura 6.1 Ciclo de Experimentación tipo "Mago de OZ"

6.1.5 Investigación conceptual.

Por último fue importante determinar y construir el concepto socialmente generalizado, encontrar el estereotipo de robot social dentro del museo y conocer el criterio básico de los sujetos de estudio a partir de su conocimiento general acerca de los robots con capacidades sociales.

De esta manera se intentó retroalimentar la visión del diseñador¹⁸ y adecuar el desarrollo a las diversas expectativas socioculturales en los sujetos, sin dejar de lado la función principal del producto final de diseño. Para tal actividad y con el fin de conocer tales expectativas sociales, se aplicó una encuesta dentro de las instalaciones del Museo Universum con ayuda de imágenes mostrando diferentes tipos de robots sociales con algunas características de configuración formal y funcional.

6.2 Experimentación.

6.2.1 Procedimiento de la investigación base.

Con el fin de reconocer de qué manera se introduce un robot en ámbitos de divulgación científica y evaluar la familiaridad así como expectativas hacia estos equipos, se realizaron 3 experimentos de interacción basándose en las características del HRI con grupos de niñas y niños de 5 a 13 años de edad en subgrupos de 7 a 14 sujetos y en edades escalonadas (5 a 6, 6 a 7, 7 a 8, etc.), la tabla 6.1 muestra las edades y categorías de los sujetos de experimentación así como las fechas y horarios de la sesión de interacción mismas que se llevaron a cabo durante el año de 2010, cabe señalar que los recuadros de color gris en la tabla representan a las categorías que llevaron a cabo la interacción pero que no se tuvo registro en video o fotográfico. En la tabla 6.2 se muestra la distribución de grupos de sujetos por categoría y la cantidad del género femenino así como

¹⁸ En sociología, se dice que existe un punto ciego en el enfoque del investigador que limita el llevar a cabo un estudio a profundidad en el uso de los productos o sistemas aunada a la participación activa del usuario.

masculino, cabe señalar que la mayoría eran grupos mixtos y solo uno era totalmente del género femenino. En la tabla 6.3 se presentan los nombres asignados a cada grupo en las distintas categorías, ejemplo:

Categoría / Grupo

C2

Por último, la tabla 6.4 muestra la cantidad de sujetos de experimentación por categoría y la suma total de sujetos, la tabla está acompañada de la grafica "A" que muestra la distribución de sujetos por género.

Las sesiones de interacción se llevaron a cabo en 4 aulas distintas con una dimensión aproximada de diez por diez metros dentro de las instalaciones de "La Casita de las Ciencias", dentro del aula se instalaron 2 videocámaras fijas y una más operada por un colaborador. Una de las esquinas del salón sirvió para improvisar la cabina de control del equipo teleoperado (imagen 6.2).

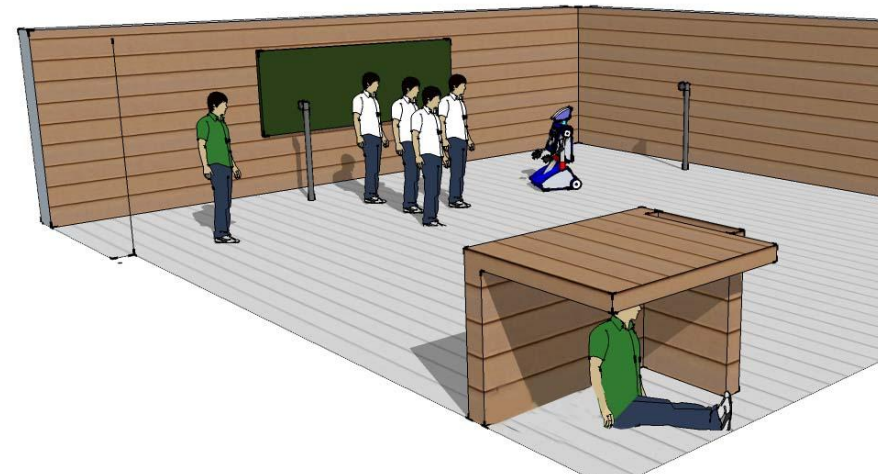


Imagen 6.2 Esquema de salón y posición de cámaras, cabina de operación y robot (los sujetos de verde son los experimentadores).

	EDAD	HORARIO
CATEGORIA A	5 A 6	27 JULIO 13 A 14:30 HRS
CATEGORIA B	6 A 7	27 JULIO 11:30 A 13 HRS
CATEGORIA C	7 A 8	3 AGOSTO 11:30 A 13 HRS
CATEGORIA D	8 A 9	5 AGOSTO 13 A 14:30 HRS
CATEGORIA E	9 A 10	10 AGOSTO 11:30 A 13 HRS
CATEGORIA F	10 A 11	6 AGOSTO 11:30 A 13 HRS
CATEGORIA G	11 A 12	28 JULIO 11:30 A 13 HRS
CATEGORIA H	12 A 13	9 AGOSTO 11:30 A 13 HRS

Tabla 6.1 Edades, categorías y fechas de sesiones con los sujetos de experimentación. El experimento se llevó a cabo durante 2010.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
CATEGORIA A	10 F3 M7	11 F4 M7	14 F6 M8	N/D
CATEGORIA B	10 F5 M5	N/D	N/D	N/D
CATEGORIA C	8 F3 M5	8 F2 M6	8 F3 M5	9 F5 M4
CATEGORIA D	7 F2 M5	9 F5 M4	9 F6 M3	10 F7 M3
CATEGORIA F	9 F8 M1	9 F6 M3	9 F7 M2	N/D
CATEGORIA G	9 F6 M3	9 F9 M0	10 F2 M8	9 F6 M3

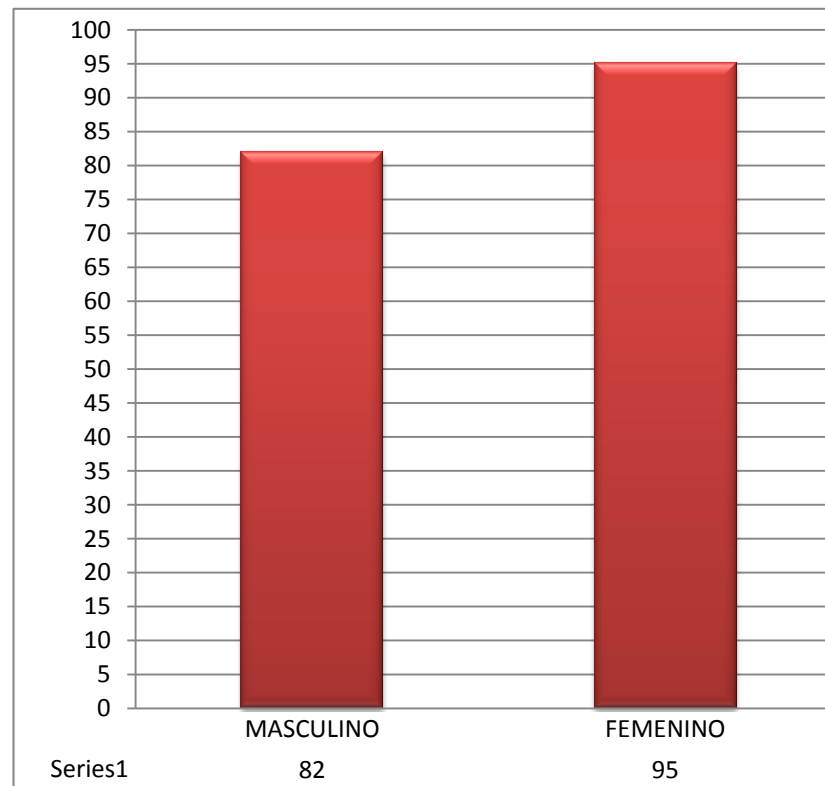
Tabla 6.2 Distribución de grupos, sujetos por categoría y la cantidad por géneros: F (femenino), M (masculino).

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
CATEGORIA A	A1	A2	A3	
CATEGORIA B	B1			
CATEGORIA C	C1	C2	C3	C4
CATEGORIA D	D1	D2	D3	D4
CATEGORIA F	F1	F2	F3	
CATEGORIA G	G1	G2	G3	G4

Tabla 6.3 Nombres asignados a los grupos de cada categoría.

	TOTAL POR CATEGORÍA	FEMENINO	MASCULINO
CATEGORIA A	35	13	22
CATEGORIA B	10	5	5
CATEGORIA C	33	13	20
CATEGORIA D	35	20	15
CATEGORIA F	27	21	6
CATEGORIA G	37	23	14
TOTAL	177	95	82

Tabla 6.4 cantidad de sujetos de experimentación por categoría y género.



Gráfica A. Distribución de sujetos de experimentación por género.

Durante las interacciones se analizaron los siguientes fenómenos:

1. Número de niños y niñas que mantienen la interacción (Latencia de interacción) a lo largo de 5 minutos, de tal manera que no exista una distracción significativa tal como hacer caso omiso al robot o concentrar sus acciones en actividades que no involucren en ningún sentido al mismo. Tal actividad se llevo a cabo con el fin de determinar la relevancia del robot utilizando una interacción abierta a partir del siguiente protocolo:
 - a) El robot dice *“hola, ¿cómo están?”* cuando todos los sujetos entran al aula.
 - b) Después de 5 segundos e independientemente de la respuesta o ausencia de esta, el robot continua con la pregunta *¿Quieres jugar?*
 - c) A partir de este momento la interacción se vuelve abierta y dirigida por el operador del equipo a partir de las repuestas de los sujetos de experimentación, de tal manera que concluyan los minutos destinados para la actividad, cabe señalar que el experimentador se enfocó a mantener el diálogo y movilidad del robot en todo momento, procurando estimular a los niños y continuar la interacción.
2. Cantidad de tiempo transcurrido hasta que uno o varios niños tienen contacto físico con el robot, tales análisis se realizaron a partir de las teorías respecto a las distancias existentes en las relaciones sociales¹⁹ las cuales consideran

que el contacto físico es la actividad social más representativa del estado afectivo y familiar de los individuos.

3. “Cuenta historia y sesión de preguntas”. Se realizó una prueba con las categorías “C, D y F” a las cuales una vez realizada la división en 4 grupos, se contó una historia a los niños cuyo contenido fue cuestionado de manera grupal, al finalizar la misma se hizo una sesión de 7 preguntas. A los Grupos 1 y 3 de cada categoría se les contó la historia y se les aplicó el cuestionario a través del equipo teleoperado o robot, en contraste con los grupos 2 y 4 cuya actividad fue realizada con el apoyo de una persona involucrada con la investigación. El objetivo fue evaluar la efectividad de un robot como emisor de información de contenido relativamente amplio ya que la historia dura 2 minutos aproximadamente y las respuestas requieren de la memorización de elementos dentro de la historia. (La historia y cuestionario se muestran en la sección de anexos al final de este documento)

La experimentación tipo “Mago de Oz” requiere, al menos durante la etapa inicial, una fase de expectativa general que sirva para refinar los experimentos subsecuentes. Los sujetos de la categoría “A” fueron óptimos para esta actividad ya que no solo fueron los primeros en interactuar con el robot, sino que además es la categoría más joven del experimento con 5 a 6 años de edad, de tal manera que se consideran como sistemas psíquicos con mayor apertura y receptividad al entorno, lo cual facilitó la actividad al mostrar un comportamiento accesible hacia la interacción.

¹⁹Todas las personas, según estudios de Allan Pease y Edward T. Hall, tenemos nuestros territorios muy bien delimitados (próxima): la zona zona íntima, de aproximadamente hasta 50cms. de distancia, donde se acercan las personas más allegadas (familia, amigos íntimos, etc.). La zona personal hasta 125 cms. aproximadamente, distancia utilizada en reuniones, entorno laboral y social. La zona social, hasta los 2 ó 3mts. más o menos, que es utilizada con personas que

entablamos conversación pero no existe algún tipo de relación amistosa o solo es temporal y por último la zona pública, en donde no existe algún tipo de interacción.

6.2.1 Procedimiento de la investigación controlada.

La fase de experimentación, abarca la aplicación del equipo tele-operado dentro del Museo Universum desempeñando tareas como centro de información, presentador y anunciador de diversos eventos. Se realizaron dos experimentos dentro del museo, el primero fue en las instalaciones del Museo Universum en el área de recepción donde se buscaba la interacción con los visitantes del museo. El experimento se llevo a cabo los días 7 y 8 de octubre de 2010 en un horario de 14:30 a 15:30 hrs, cabe señalar que esa semana se celebró la Semana Mundial del Espacio y se realizaron diversas actividades de temática astronómica. Se aplicó el siguiente protocolo de interacción:

a) El robot se colocó en medio del área de recepción y se dirigió a los visitantes emitiendo un saludo. De dos a cinco segundos después el robot invita a visitar la sala temática “El Universo” e indica la ubicación dentro del museo. Por último, el robot sugirió al público asistir a una observación estelar como parte de la Semana Mundial del Espacio, este evento se llevó a cabo a partir de las 19 horas. Los diálogos fueron los siguientes:

“Mi nombre es Kepler soy un viajero intergaláctico”

“Te invito a visitar la sala el universo, se encuentra en el segundo piso”

“Recuerda que se llevará a cabo una observación estelar a partir de las siete de la noche.”

b) Cuando los visitantes continuaron con la interacción de manera independiente el robot sugirió tomar fotografías de si mismo junto a los visitantes en cuestión:

“Si quieres, puedes tomarte una foto conmigo”

Ambas actividades constituyeron la continuación de la investigación base, en la primera actividad se pretende analizar la latencia de interacción a

partir de dos estímulos; la presencia misma del robot y la emisión de mensajes adecuados al entorno del Centro de Ciencias. Durante la actividad “b” se sugirió la fotografía con el robot invitando indirectamente al contacto físico con el equipo. Con ambas actividades se analizaron tres fenómenos; el número de visitantes que interactuaron con el robot y de este grupo los que tuvieron contacto físico o tocaron al robot voluntariamente, por último los sujetos que evitaron la interacción alejándose del equipo.

El segundo experimento se llevó a cabo durante la “Noche Galileana”, un evento de corte astronómico con diversas actividades; talleres infantiles, obras de teatro, música en vivo, observaciones astronómicas y presentaciones audiovisuales. La “Noche Galileana” se presentó en la explanada exterior del Museo Universum el día 4 de Diciembre de 2010, la interacción se llevo a cabo desde las 18:30 hasta las 19:30 horas. Durante esta actividad no se siguió un protocolo específico de interacción, por lo que ésta se dio de forma libre.

Durante éste experimento se llevó a cabo un análisis de observación directa y ordinaria (Rojas S. R., 2008, pág. 206)²⁰ Debido a la complejidad del fenómeno, el número de personas involucradas y las edades de los sujetos, se describirán las situaciones, eventos, interacciones y comportamientos que son observados. Cabe destacar que esta investigación corresponde únicamente a la inserción del robot de manera preliminar en el museo e interacción con público en general.

Es importante señalar que no se tomó en cuenta la edad de los visitantes debido a los rangos sumamente amplios. Se puede afirmar, a partir de los archivos de video, que las edades fueron desde los 5 hasta los 50 años aproximadamente, edades que corresponden a personas fuera de visitas guiadas en grupos escolarizados. El uso de un robot como centro emisor, podría representar una alternativa de información para grupos de personas que se congregan voluntariamente en las instalaciones del museo y

²⁰ La técnica de observación ordinaria se emplea en sondeos preliminares para conocer y delimitar el área de trabajo a través de la observación sistemática de los fenómenos.

decidan “explorar” por su propia cuenta las áreas del mismo sin ayuda de personal especializado, el resultado se presentará un reporte con análisis que describen los hechos observados en relación con los fenómenos estudiados en las investigaciones anteriores.

6.2.3 Procedimiento de la investigación conceptual.

Como se mencionó anteriormente, durante esta fase de investigación se aplicó una encuesta dentro del Museo Universum en la sala de “Matemáticas” , la encuesta se llevó a cabo del 14 de Noviembre al 10 de Diciembre de 2011, estas fueron aplicadas a 123 sujetos de 9 a 16 años de edad.

La encuesta contó con dos secciones, la primera de datos generales tales como edad, género, y grado escolar, la segunda sección de conceptos básicos en donde se preguntó pasatiempo de los encuestados, definición propia de museo y robot, después se sugirió la elección de uno de cuatro robots presentados en un cartel complementario (Imagen 6.3). Los robots denominados con letras de la “A” a la “D” pertenecen de manera generalizada a cuatro diseños formales recurrentes en el desarrollo de robots sociales. La figura 6.2 presenta los cuatro tipos de robot dentro de la gráfica de Mori y el valle inexplicable, la cual ofrece una aproximación hacia las preferencias de los equipos.

La descripción de los equipos en las imágenes, se da de la siguiente manera: el equipo “A” es un robot con apariencia mecánica cuyo diseño hace alusión a objetos vanguardistas de alta tecnología capaces de ser utilizados y manipulados por personas. El “B” con apariencia humanoide, morfología geométrica y aditamentos mecánicos, son utilizados dentro de escuelas y tecnológicos como equipo para enseñanza de ensamble y programación, cabe señalar que sus extremidades no presentan detalles en rasgos humanos como dedos o rostro, sin embargo conserva proporciones antropométricas. El robot “C” tiene un diseño con rasgos humanos evidentes; rostro con ojos y orejas, manos con dedos así como extremidades definidas emulando musculatura y por supuesto proporciones antropométricas. El último equipo en las imágenes hace referencia a los robots utilizados dentro de espacios sociales como centros

comerciales y museos, su morfología estilo vanguardista, incluye rasgos humanos poco evidentes tales como un par de barras metálicas tipo brazos además de rostro con ojos y boca representados en un pantalla la cual actúa como cabeza, no tiene proporciones humanas aunque su diseño presenta medidas y ubicación de extremidades en similitud a los seres humanos. Su configuración sugiere capacidad para interactuar con personas.

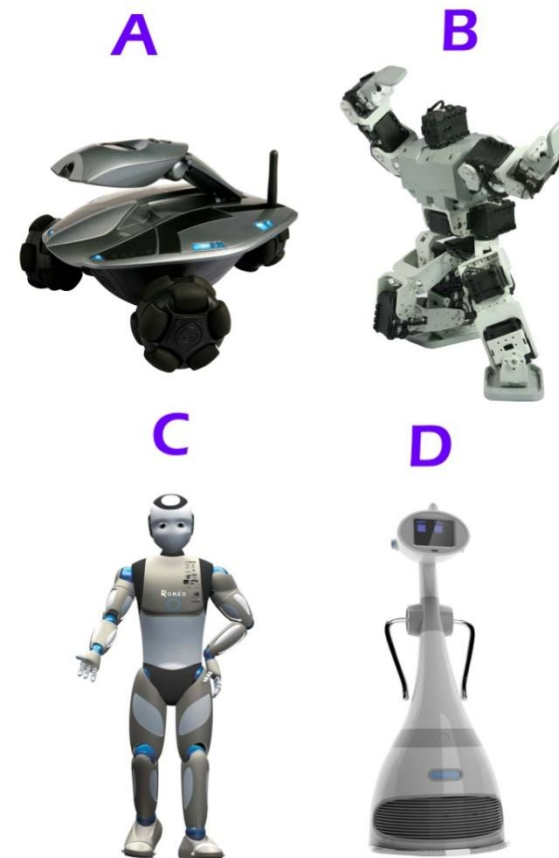


Imagen 6.3. Generalización formal de robots sociales
Fuente. Colección personal del autor.

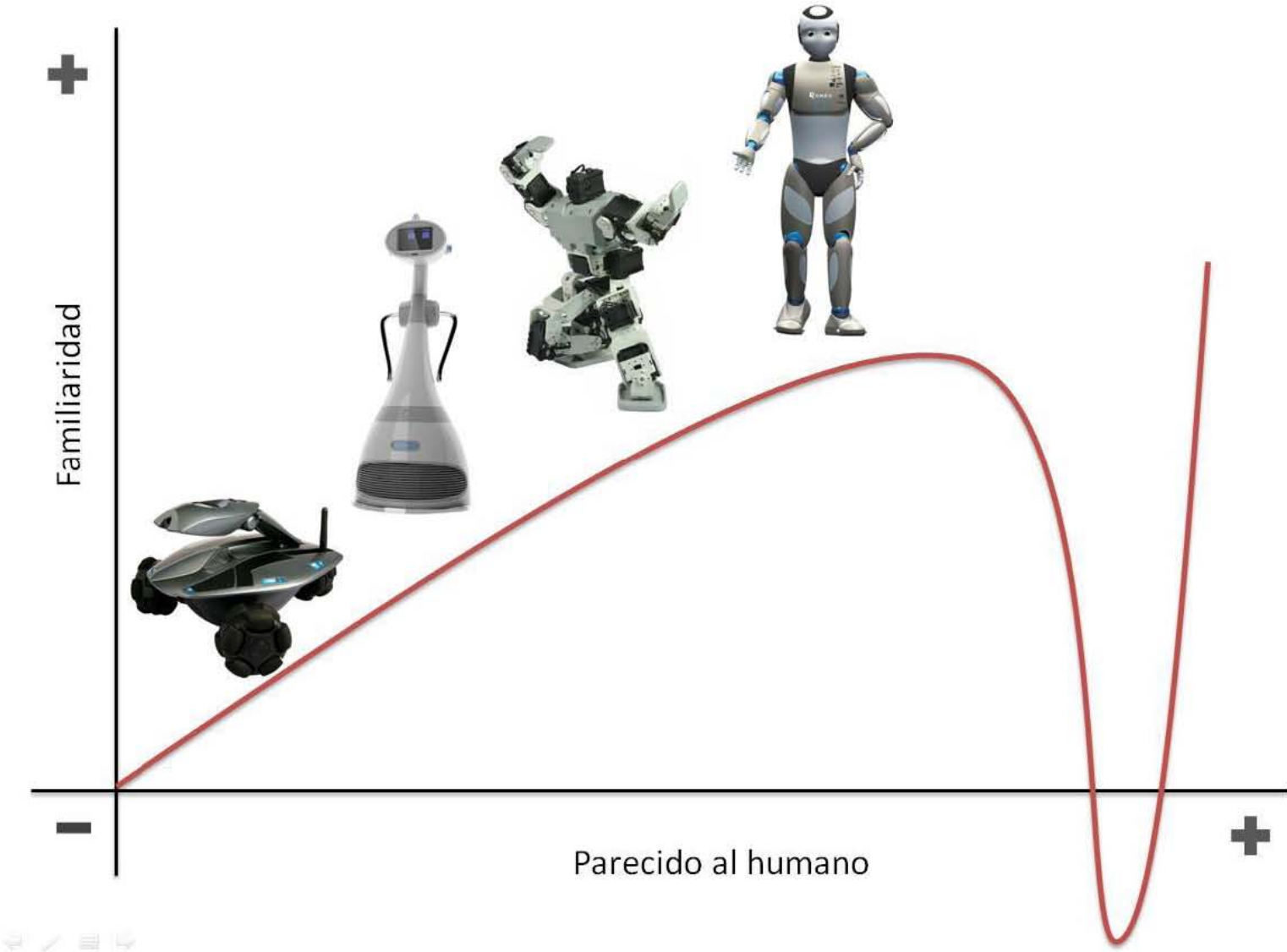


Figura 6.2. Generalización formal de robots sociales dentro de la gráfica del “Valle inexplicable”.
Fuente. Colección personal del autor.

Se cuestionó a los sujetos la razón por la que se eligió al robot determinado y por último se pidió escogiera uno de tres tamaños presentados en el mismo cartel, los tamaños en el cartel representan las dimensiones estandarizadas de robots sociales que van desde 60 centímetros (robots sociales de interacción en laboratorios: Nao, Bioloid Imagen 6.4), 1.10 metros (robots sociales de tamaño de niños de 6 a 9 años de edad en etapa básica de aprendizaje robovie Imagen 6.5) y 1.70 centímetros (tamaño aproximado de un adulto varón). Según algunos estudios de robots sociales (Takayuki, Hiroshi, Tetsuo, Michita, & Ryohei, Development and Evaluation of an Interactive Humanoid Robot "Robovie", 2001) es el de 1.10 a 1.20 el tamaño adecuado para la interacción dentro de museos de ciencias y otros centros de interacción tales como plazas comerciales y supermercados. Finalmente, se anexó una pregunta extra cuestionando el material con el que debería estar hecho un robot, eligiendo uno de cuatro materiales; metal, plástico, madera y peluche.



Imagen 6.4. Bioloid Darwin-OP Deluxe Edition
Fuente: <http://toko-robot-online.com>



Imagen 6.5. Robovie R3
Fuente: <http://www.vstone.co.jp/>

6.3 Resultados.

Los resultados se presentan a partir de las tres investigaciones definidas al principio de este capítulo, el análisis de los resultados se realizarán de manera generalizada en el apartado de discusión, las tablas y gráficas se presentan en la sección final de este capítulo.

6.3.1 Resultados de la investigación base.

El primer fenómeno analizado de esta investigación fue la latencia de interacción que se presenta en la tabla 6.5. Las categorías que llevaron a cabo la actividad fueron el A, B, C, D, F y G, cada categoría fue dividida en 4 grupos los cuales algunos de distintas categorías no fueron registrados por fallas técnicas en el equipo de grabación.

Los datos de sujetos que llevaron a cabo la tarea se presenta con la siguiente codificación dentro de la tabla:

N1 de N2

N1: Numero de sujetos que completaron la interacción.

N2: Numero de sujetos que iniciaron la interacción.

Finalmente la tabla 6.6 presenta el número total de sujetos por categoría que completaron la interacción y su porcentaje total.

Durante el segundo fenómeno se cronometró el tiempo transcurrido desde que los sujetos entran al salón, el robot inicia la interacción a través del saludo y uno o varios niños se acercan a tocar al robot de forma voluntaria en cualquier componente corporal del equipo; el equipo no invita al contacto durante la interacción, cabe señalar según observaciones de los registros en video, el contacto más recurrente fue en manos, brazos y cabeza. La tabla 6.7 presenta el tiempo transcurrido en segundos y minutos por grupo de las categorías participantes, la lectura de los códigos es de la siguiente manera:

Minutos: Segundos

00:00

La tabla 6.8 presenta el tiempo transcurrido en orden ascendente así como las medidas de tendencia central correspondientes, se presenta además una gráfica con tales tiempos por categoría y grupo (Grafica "B").

Finalmente en esta fase de investigación, se muestran las tablas referentes al número de aciertos por grupo de la actividad "Cuenta historia y sesión de preguntas". La tabla 6.9 expone los resultados del robot como emisor y la tabla 6.10 hace referencia a la persona como hablante.

Los números en las casillas fueron los aciertos por grupo y cuya gráfica de porcentajes de aciertos por tipo de emisor se presenta más adelante (Grafica "C").

6.3.2 Resultados de la investigación controlada.

El primer experimento se llevó a cabo dentro del Museo Universum en el área de recepción y se cuantificó en primer lugar, el número de personas que aceptaron la interacción a partir del protocolo definido así como las que negaron la interacción. Se observó a partir de los registros en video, un total de 160 visitantes que tuvieron contacto visual con el robot, de los cuales 110 se detuvieron a escuchar los mensajes e incluso a entablar una conversación, el resto decidió continuar con su camino haciendo caso omiso al mensaje inicial o saludo del equipo teleoperado. La gráfica "D" presenta el porcentaje de personas que interactuaron y las que decidieron no hacerlo. De las 110 personas que interactuaron con el robot solo 22 personas se animaron a establecer un contacto físico con o sin sugerencia indirecta a través de la invitación fotográfica. La gráfica "E" muestra el porcentaje de personas que realizaron y evitaron el contacto físico.

La observación directa producto del segundo experimento de la investigación controlada se resume en términos generales por la interacción activa de los visitantes con el equipo teleoperado, se describe a continuación la actividad.

Lugar: Explanada principal Museo de Ciencias Universum.

Fecha: 4 de Diciembre de 2010, la interacción se llevó a cabo desde las 18:30 hasta las 19:30 horas.

Reporte de observación:

18:45 horas. El equipo se ubica cerca del centro de la explanada en la que se reúnen alrededor de 200 personas, el robot se encuentra en estado inactivo únicamente con las luces en funcionamiento continuo, alrededor

del equipo se congregan 8 niñas y niños de aproximadamente 6 a 11 años de edad junto a sus padres y jóvenes acompañantes, los niños tocan al robot en la cabeza y manos, algunos de ellos hablan al equipo tratando de interactuar con este. El operador pone en funcionamiento el equipo teleoperado y comienza a emitir un saludo e inicia el movimiento de brazos y cabeza, el público reacciona, hace comentarios acerca de la puesta en marcha del equipo. Un niño de 6 a 7 años aproximadamente pone frente al robot a la altura de la cabeza un traspasador espacial de juguete y se dirige al equipo exclamando que si ha visto su avión al momento que toca la parte superior del brazo del robot. De 2 a 3 niños entablan una conversación con el equipo sin que este responda de manera directa.

19:05 horas. El público se toma fotografías junto al robot y escucha atentamente los mensajes emitidos por el equipo de bienvenida al evento y muestras de agradecimiento por su visita. Los niños conversan y tienen contacto físico con el equipo al tocar sus manos y cabeza. La interacción se realiza de manera espontánea. Debido a la cantidad de personas que ya suman alrededor de 500, es complicado manipular el robot por lo que el operador decide controlar al equipo de forma moderada, sin embargo al sugerir al público ir a un lugar determinado los visitantes acceden y acompañan al equipo sin obstaculizar su camino.

19:25 horas. El robot continúa en interacción libre y los visitantes rodean al robot, resulta complicado observar los movimientos del mismo, los niños continúan preguntado y hablando al robot, la pregunta más recurrente es el origen y nombre del mismo, es difícil responder al público debido a que no es posible escuchar claramente los mensajes, los niños hablan al mismo tiempo. El robot es rodeado aproximadamente por 12 niños de ambos géneros, detrás de ellos sus padres y acompañantes. El operador continúa desplazando al robot de un lado a otro sin observar una disminución significativa en el interés mostrado hacia el equipo. El operador desplaza al robot sin razón alguna únicamente avisando de su avance, ocasionalmente

invita al público a acompañarlo con lo que accede sin aparente oposición. Al finalizar la interacción, el operador deja de emitir mensajes sin lograr que el público se aparte, el robot es jalado por el operador para sacarlo de la explanada y finaliza la actividad. A lo largo de la actividad algunos visitantes se dirigen a otro punto de la explanada, sin embargo el robot estuvo rodeado en todo momento desde 5 hasta 10 personas aproximadamente.

6.3.3 Resultados de la investigación conceptual.

Durante la tercera y última fase de investigación, se aplicó la encuesta a 123 individuos de 9 a 16 años de edad, con una escolaridad de quinto año de primaria a tercer grado de secundaria, las gráficas "F, G y H" muestran la cantidad de sujetos por cada nivel escolar, la cantidad de jóvenes por edad, medidas de tendencia central, así como su género.

Las distintas respuestas a la pregunta ¿Para ti, que es un robot?, se ordenaron en las siguientes categorías: Máquina o mecanismo, con similitud al humano, objeto de apoyo, inteligencia artificial, producto hecho de metal, algo extraordinario, artículo de diversión, un amigo y por último otras, siendo la de máquina y mecanismo la más mencionada, la gráfica "I" muestra las veces que fueron mencionadas. Un total de 119 encuestas registraron contestada esta pregunta. Cabe mencionar que las categorías se formaron a partir de la similitud de los términos en las respuestas de los encuestados, es necesario establecer el grado de confiabilidad de las sentencias, sometiéndolas al análisis de varios investigadores y confirmar finalmente que determinada réplica pertenece a una categoría en particular.

La gráfica "J" presenta los resultados en la elección de robot preferido de los sujetos, siendo el robot "B" el de mayor mención, en la gráfica se muestran los puntos registrados por cada robot, la gráfica corresponde a la opción "Elige el robot que más te gusta del cartel".

Para la interpretación de las distintas razones por la que se eligió el robot, se realizó un ejercicio de similitud y categorización entre los distintos términos; proceso similar en el reactivo *“para ti que es un robot”*. Finalmente, se escogieron 4 motivos generales que incluían términos similares o recurrentes, los motivos son:

Diseño: (los encuestados registraron) diseño, forma, figura, modelo, estilo, imagen.

Rasgos Humanos: Se parece o se ve como humano, tiene brazos y piernas, tiene cara ojos y boca.

Postura o Actitud: Su posición dinámica tipo arte marcial, se ve rudo, se ve audaz.

Funcionamiento o capacidades: Se ve más capaz que los otros, tiene distintas funciones, puede ejecutar varias tareas.

Se colocó una categoría denominada como *“omitidas”*; respuestas sin contestar”, poco claras o sin categoría definida, así como tener un solo registro. Cabe señalar que existieron dos respuestas relevantes dentro de esta categoría, la primera se refirió al robot *“A”* por ser un robot del futuro y la segunda refiriéndose al robot *“C”*, el de mayor parecido al humano, registrando que así es como debe ser un robot. La gráfica *“K”* registra los resultados de la pregunta ¿Qué fue lo que más te gusto de ese robot?

Finalmente, el tamaño que mas menciones obtuvo fue el numero 3, el tamaño adulto, la gráfica *“L”* expone los resultados. La gráfica *“M”* corresponde al material con el que debería estar hecho un robot y la elección de uno entre 4 materiales; madera, metal, plástico y peluche, siendo el metal el de mayor puntaje.

Las páginas siguientes presentan las tablas y graficas correspondientes a los resultados de esta investigación, seguidas de figuras con modelos esquemáticos de los resultados generales.

6.4 Tablas y gráficas de resultados.

6.4.1 Gráficas de experimentación base.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
CATEGORIA A	8 DE 10	9 DE 11	13 DE 14	N/D
CATEGORIA B	8 DE 10	N/D	N/D	N/D
CATEGORIA C	8 DE 8	8 DE 8	8 DE 8	9 DE 9
CATEGORIA D	9 DE 9	9 DE 9	6 DE 7	10 DE 10
CATEGORIA F	9 DE 9	9 DE 9	9 DE 9	N/D
CATEGORIA G	10 DE 10	9 DE 9	9 DE 9	9 DE 9

Tabla 6.5 Latencia de interacción. Codificación: N1 de N2. N1 (Numero de personas que finalizaron la interacción) N2 (Numero de personas que iniciaron la interacción)

	INICIAN	TERMINAN	
CATEGORIA A	35	30	
CATEGORIA B	10	8	
CATEGORIA C	33	33	
CATEGORIA D	35	34	
CATEGORIA F	27	27	
CATEGORIA G	37	37	
TOTAL	177	169	95.5 %

Tabla 6.6 Total de sujetos que completaron la interacción y su porcentaje total.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
CATEGORIA A	00:24	00:57	00:25	N/D
CATEGORIA B	00:51	N/D	N/D	N/D
CATEGORIA C	00:29	00:01	00:03	01:11
CATEGORIA D	00:01	00:44	00:01	00:25
CATEGORIA F	01:16	NO HAY CONTACTO	00:20	N/D
CATEGORIA G	00:38	NO HAY CONTACTO	00:30	00:40

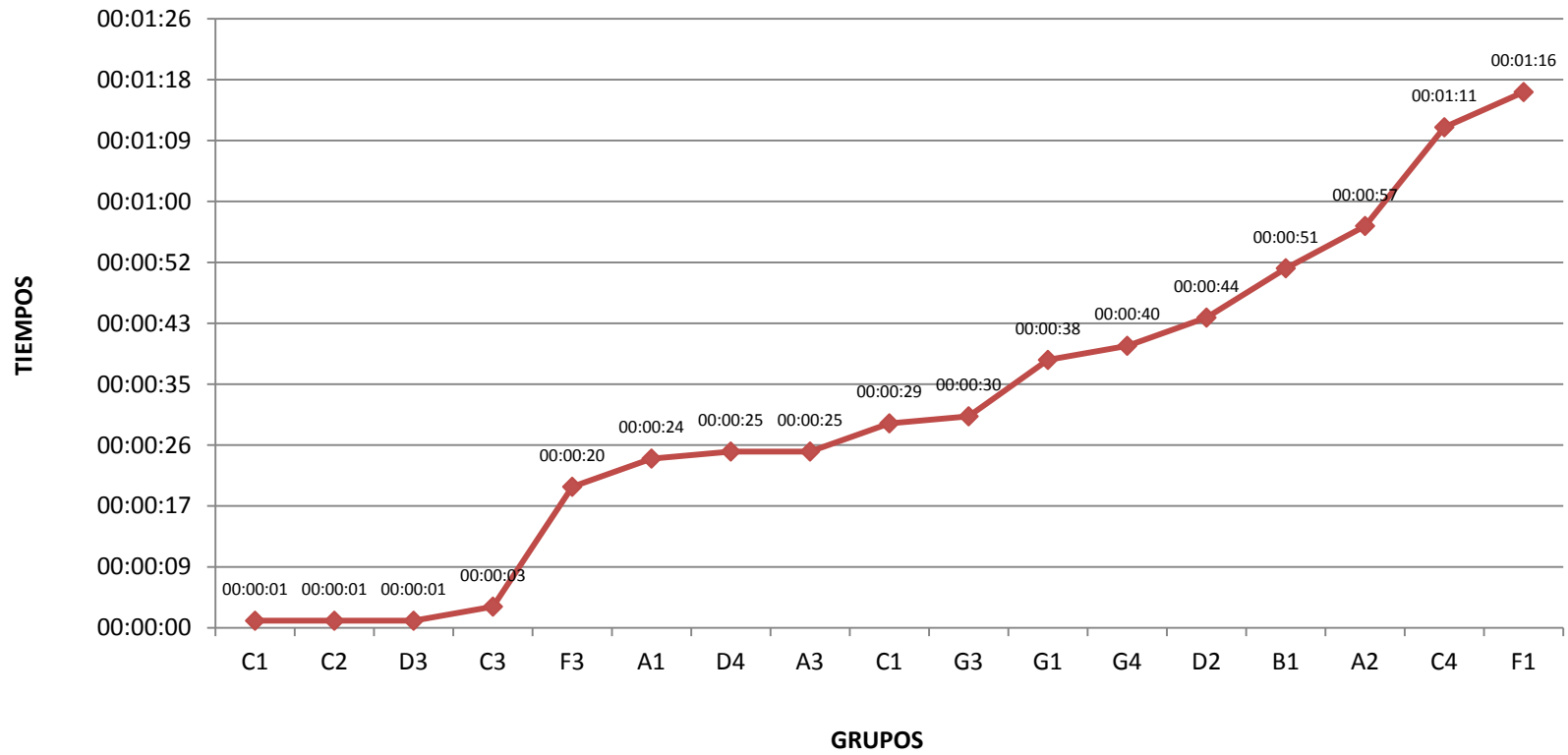
Tabla 6.7 Tiempo transcurrido por grupos desde el inicio de la interacción con el equipo hasta el contacto físico. Tiempo en minutos y segundos (m : s)

TIEMPOS	GRUPOS
00:00:01	C1
00:00:01	C2
00:00:01	D3
00:00:03	C3
00:00:20	F3
00:00:24	A1
00:00:25	D4
00:00:25	A3
00:00:29	C1
00:00:30	G3
00:00:38	G1
00:00:40	G4
00:00:44	D2
00:00:51	B1
00:00:57	A2
00:01:11	C4
00:01:16	F1
NO HAY CONTACTO	F2
NO HAY CONTACTO	G2

MEDIA	33.50
MODA	1
MEDIANA	29.5
DS	23.35

MEDIA	0:00:33.5
MODA	00:00:01
MEDIANA	0:00:29.5
DS	0:00:23.35

Tabla 6.8 Tiempo transcurrido hasta el contacto físico en orden ascendente así como las medidas de tendencia central. DS (Desviación estándar)



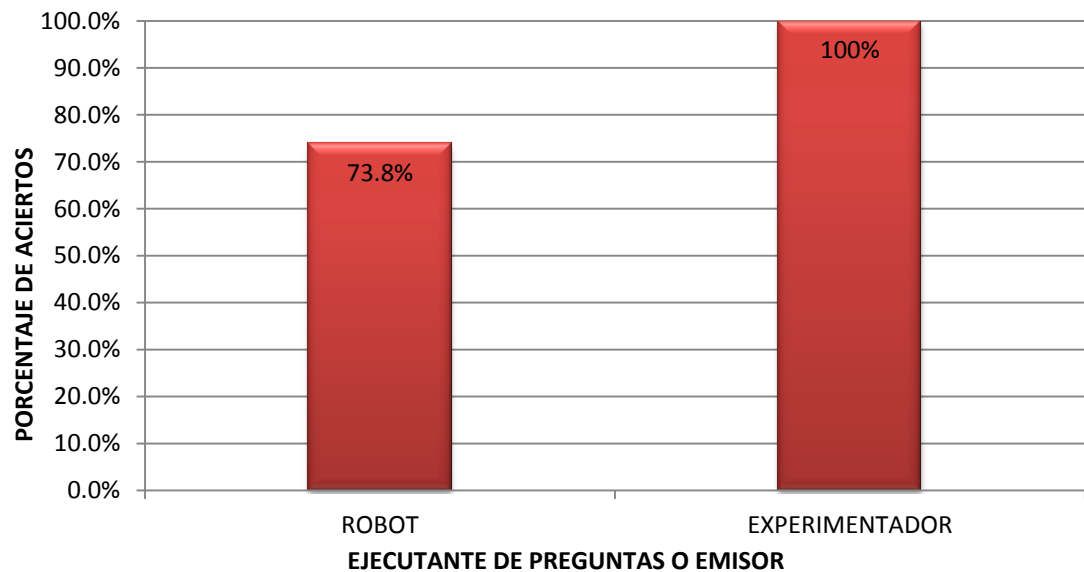
Gráfica B. Distribución de tiempo transcurrido hasta el contacto físico

	GRUPO 1	GRUPO 3	
CATEGORIA C	5	7	12
CATEGORIA D	2	6	8
CATEGORIA F	5	6	11
			31
			73.81 %

Tabla 6.9 Numero de aciertos por grupo y porcentaje de aciertos teniendo al robot como emisor. (La cantidad total de aciertos correctos fue 7).

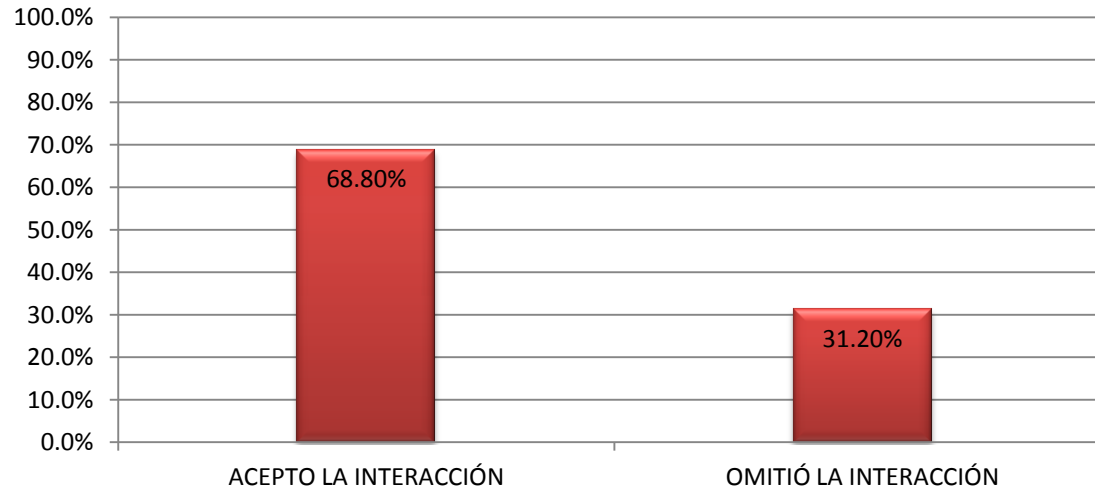
	GRUPO 2	GRUPO 4	
CATEGORIA C	7	7	14
CATEGORIA D	7	7	14
CATEGORIA F	7	7	14
			42
			100%

Tabla 6.9 Numero de aciertos por grupo y porcentaje de aciertos teniendo a una persona como emisor.

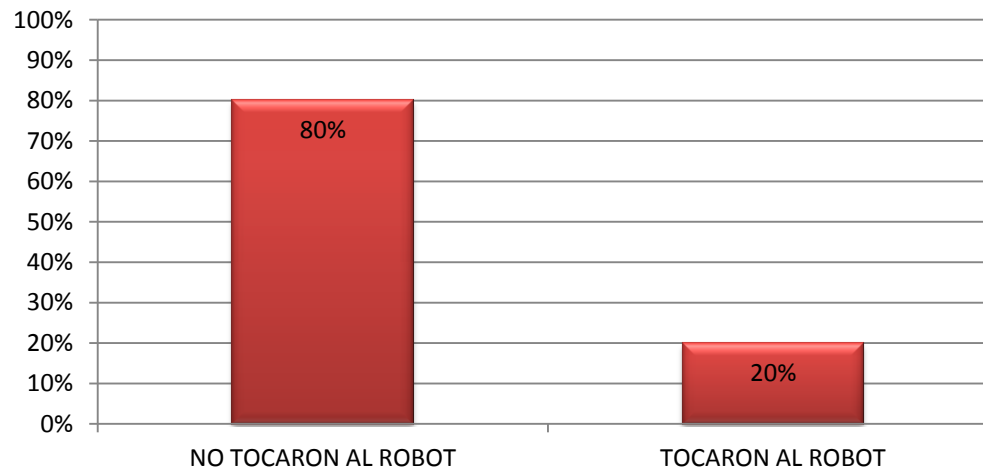


Gráfica C. Porcentaje de Aciertos por tipo de emisor.

6.4.2 Gráficas de experimentación controlada.

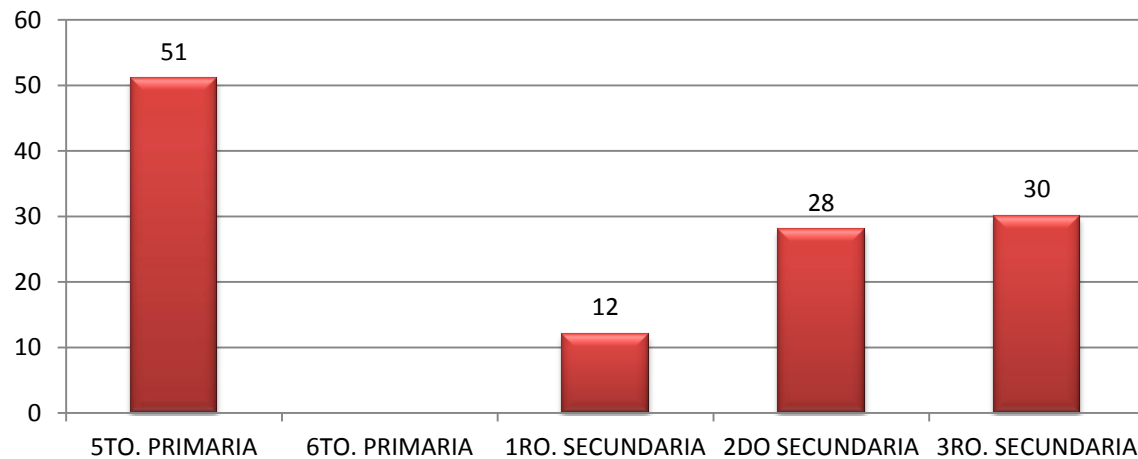


Gráfica D. Porcentaje de personas que interactuaron y las que decidieron omitir la interacción durante el experimento de la investigación controlada dentro de Universum.

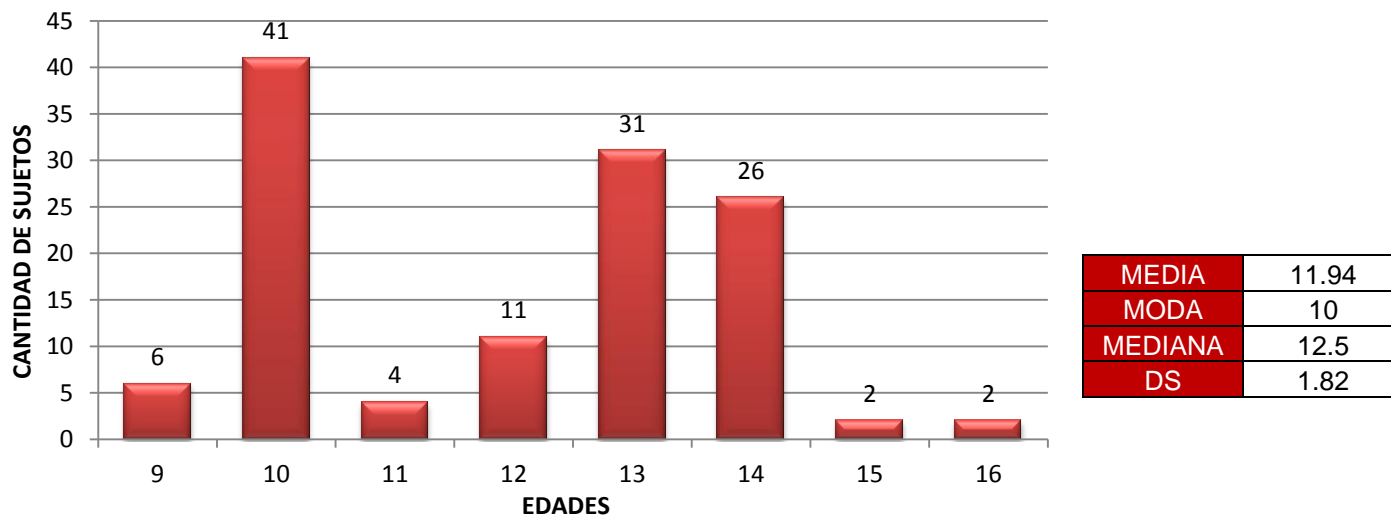


Gráfica E. Porcentaje de personas que llevaron a cabo y evitaron el contacto físico durante la investigación controlada dentro de Universum.

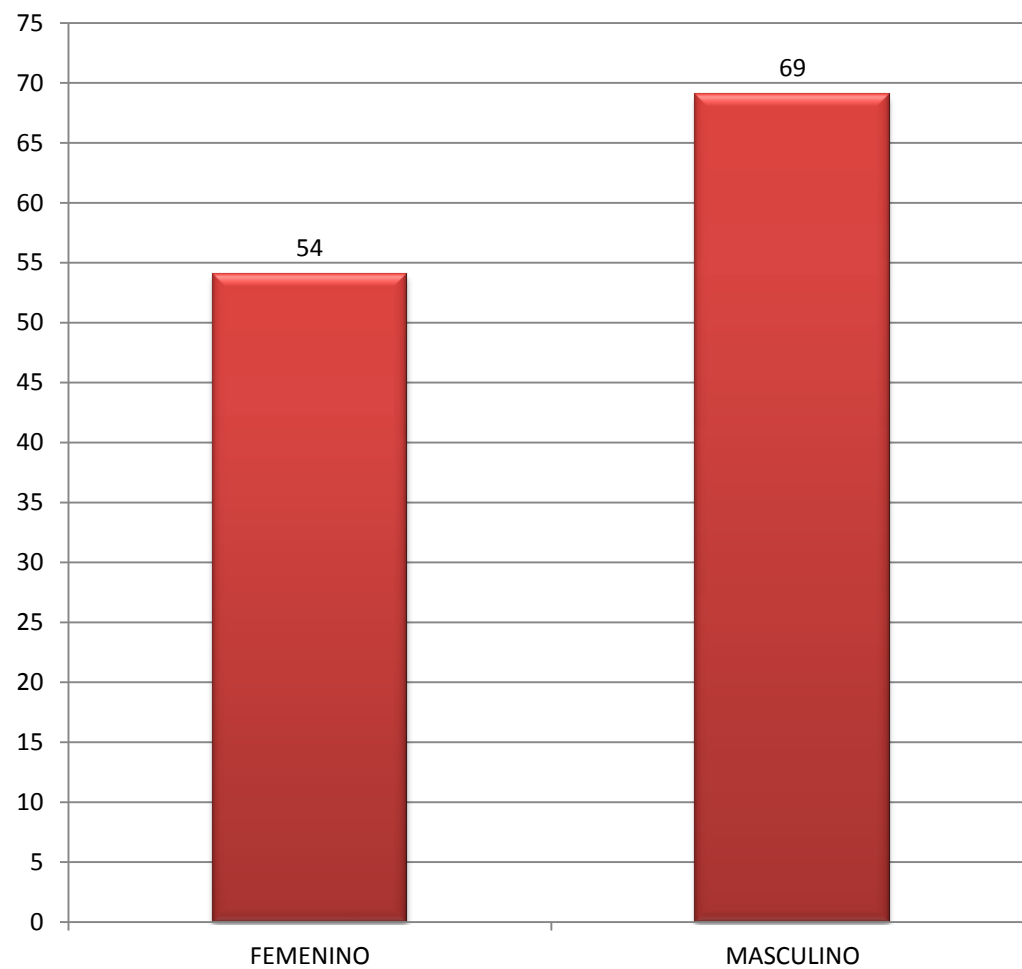
6.4.3 Gráficas de experimentación conceptual.



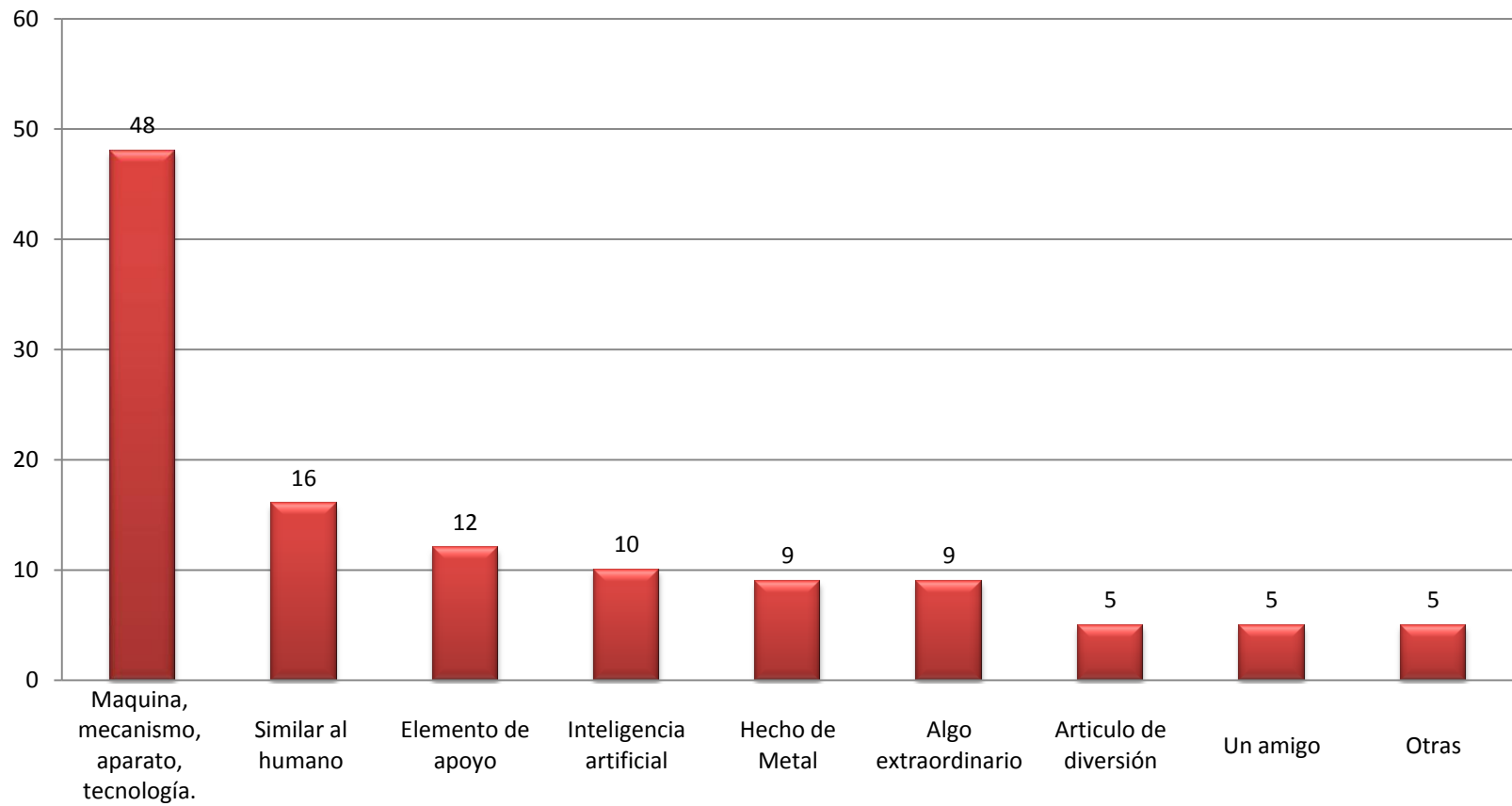
Gráfica F. Cantidad de sujetos encuestados por nivel escolar, durante la investigación conceptual.



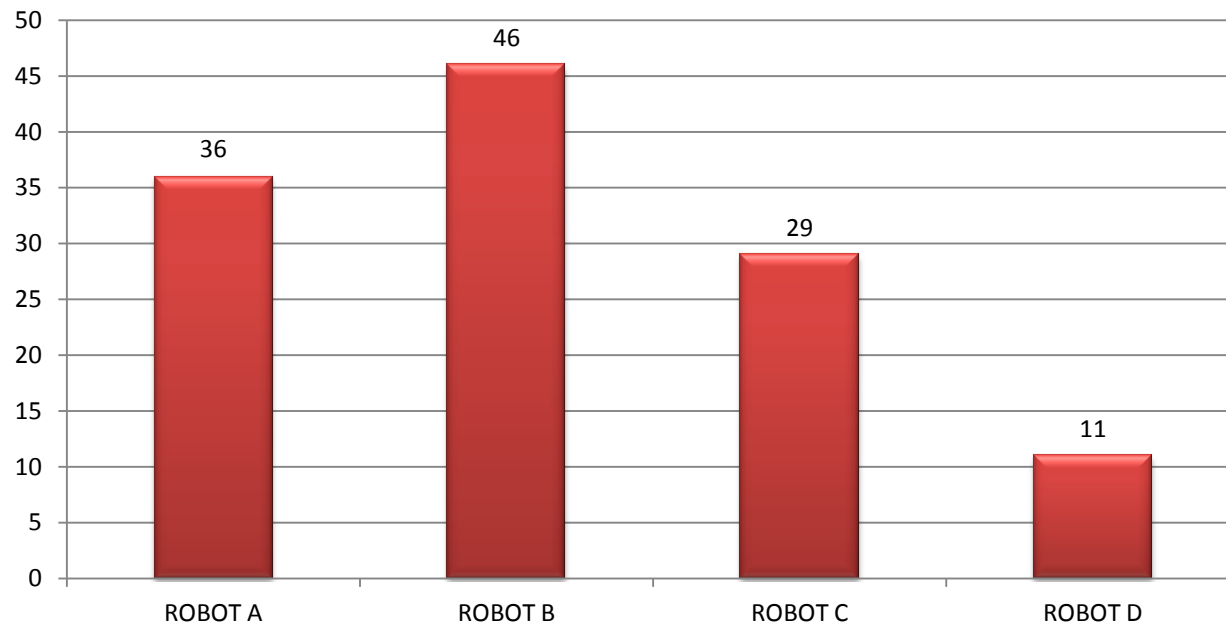
Gráfica G. Cantidad de sujetos encuestados por edad y medidas de tendencia central, durante la investigación conceptual.



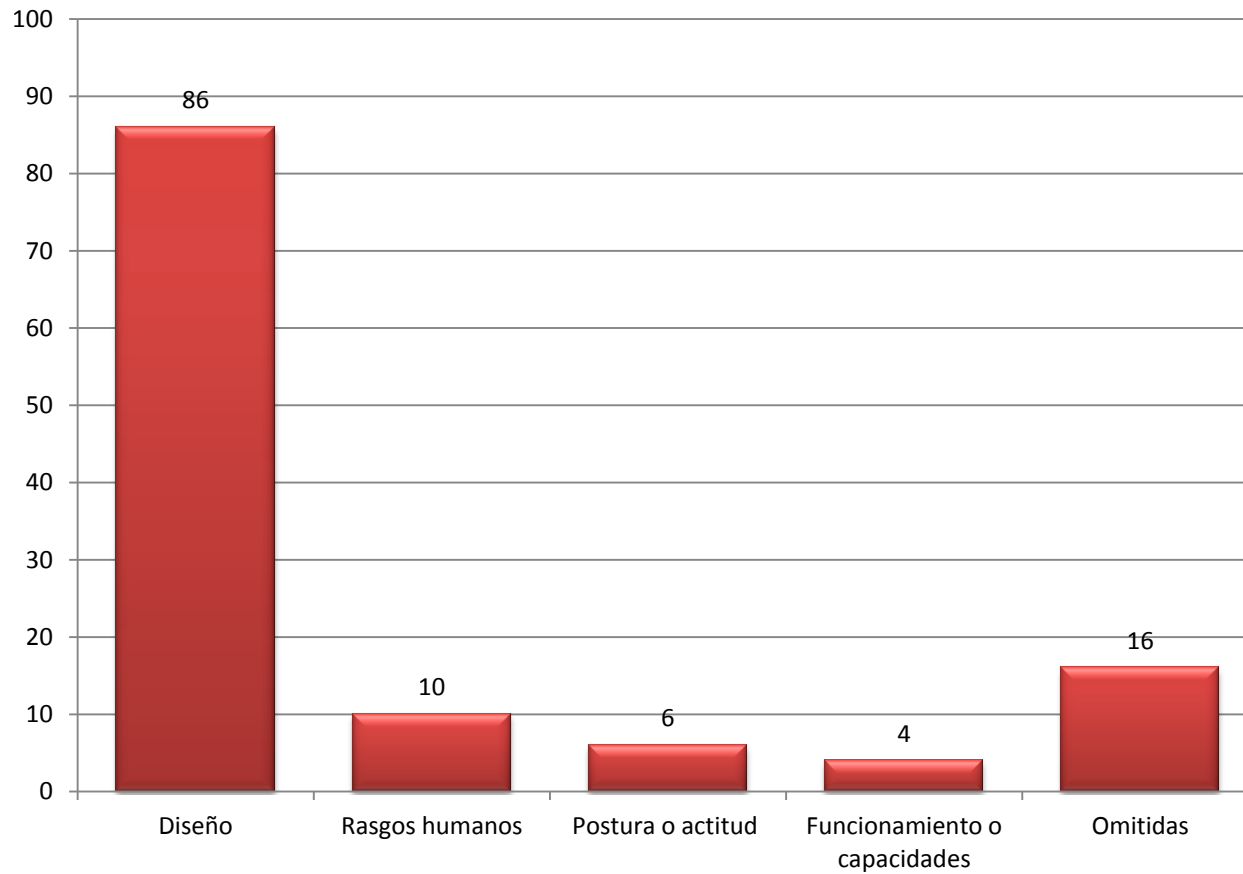
Gráfica H. Cantidad de sujetos encuestados por género, durante la investigación conceptual.



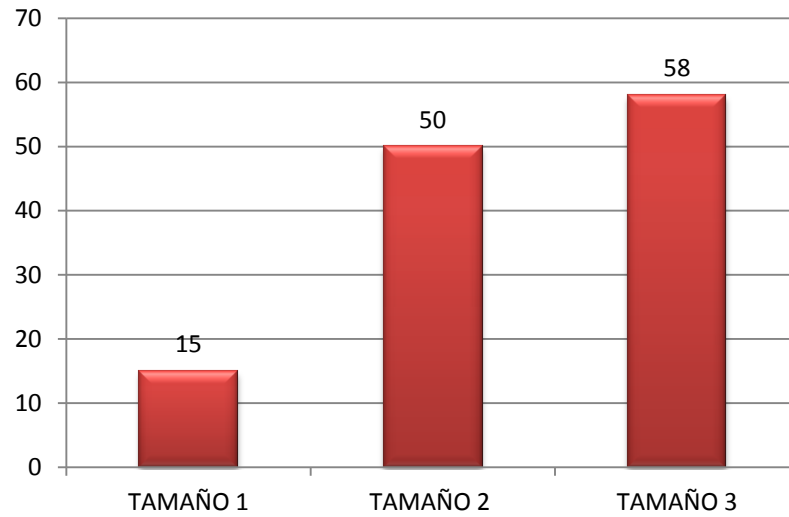
Gráfica I. Numero de respuestas categorizadas a la pregunta ¿Para ti que es un robot?, durante la investigación conceptual.



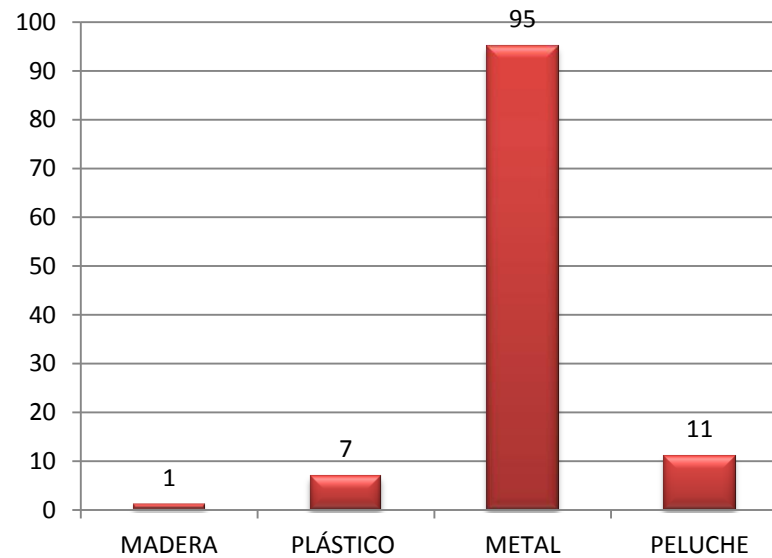
Gráfica J. Cantidad de menciones por tipo de robot, durante la investigación conceptual.



Gráfica K. Numero de respuestas categorizadas a la pregunta ¿Qué fue lo que más te gusto del ese robot? (Robot seleccionado en el reactivo anterior), durante la investigación conceptual.



Gráfica L. Numero de menciones por tamaño de robot, durante la investigación conceptual.



Gráfica M. Numero de menciones por tipo de material idóneo para fabricar un robot, durante la investigación conceptual.

6.4 Modelos esquemáticos de resultados.

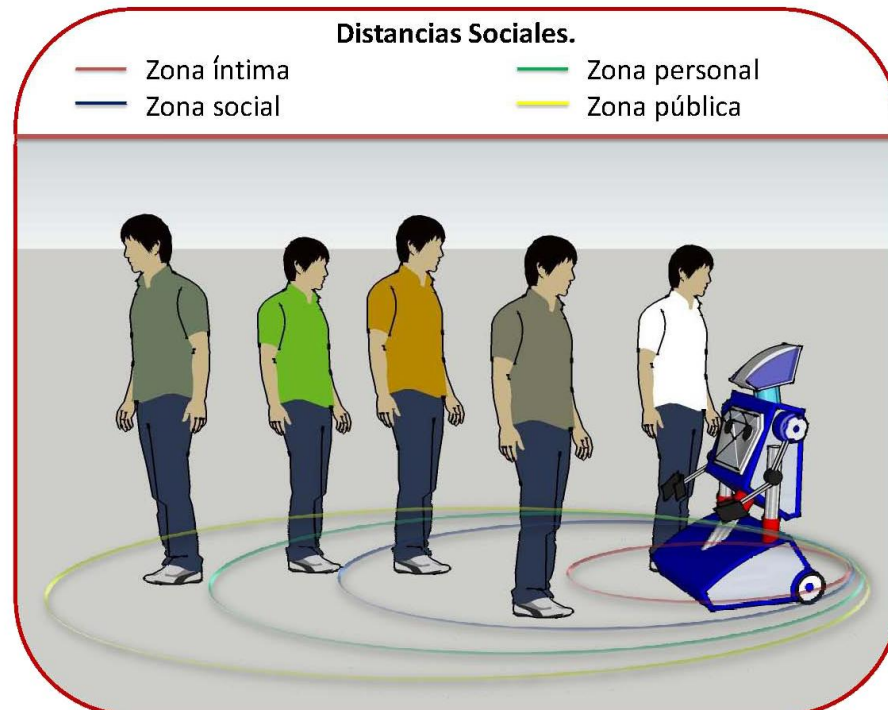
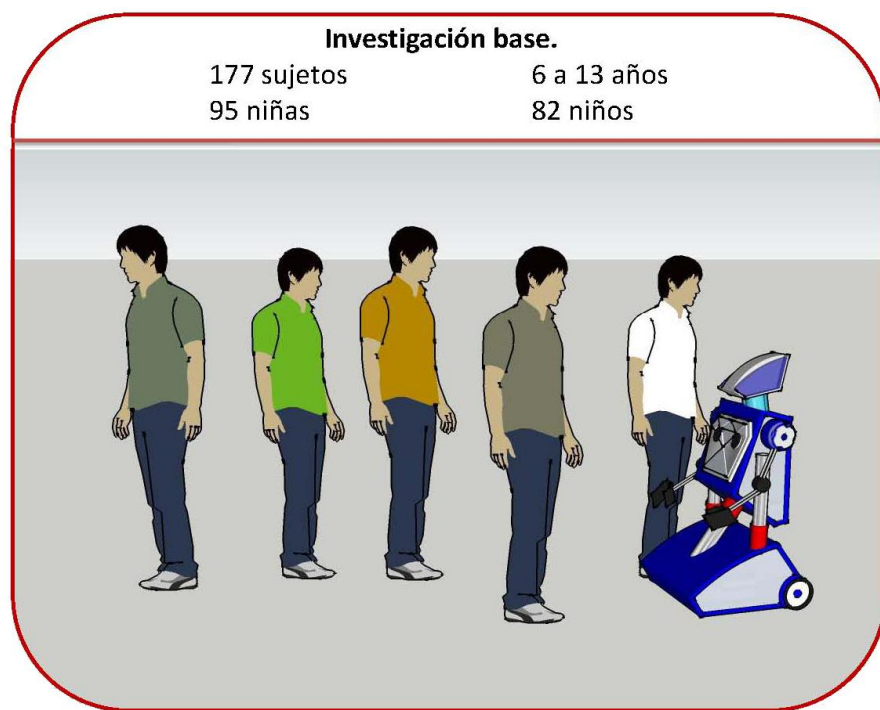


Figura 6.3 (Izq.) Modelo esquemático de investigación base.
Figura 6.4 (Der.) Modelo esquemático de distancias sociales.

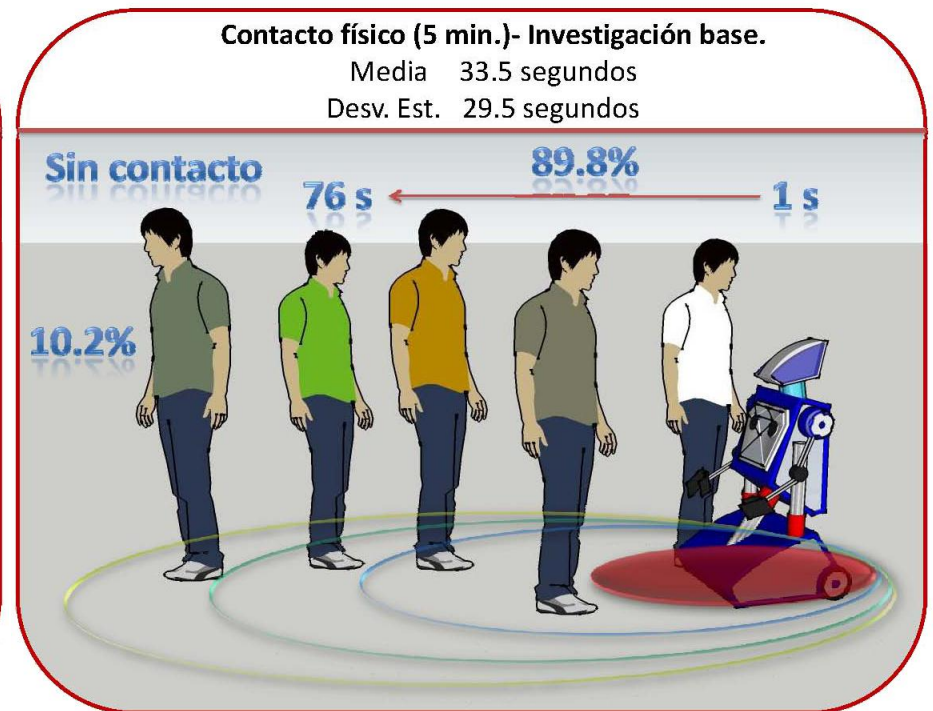
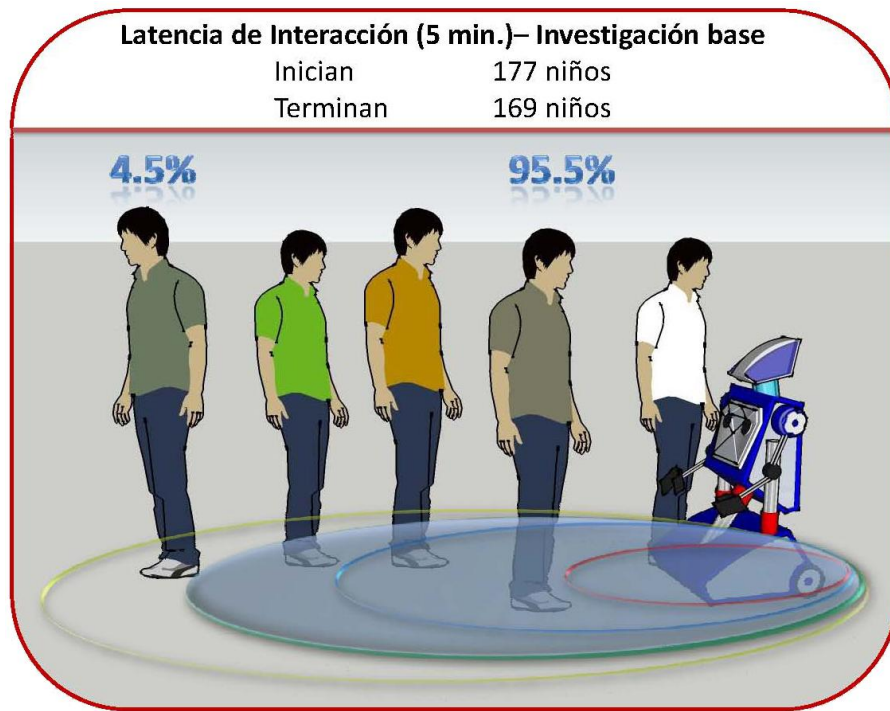


Figura 6.5 (Izq.) Experimento de latencia de interacción (investigación base).

Figura 6.6 (Der.) Experimento de contacto físico (investigación base).

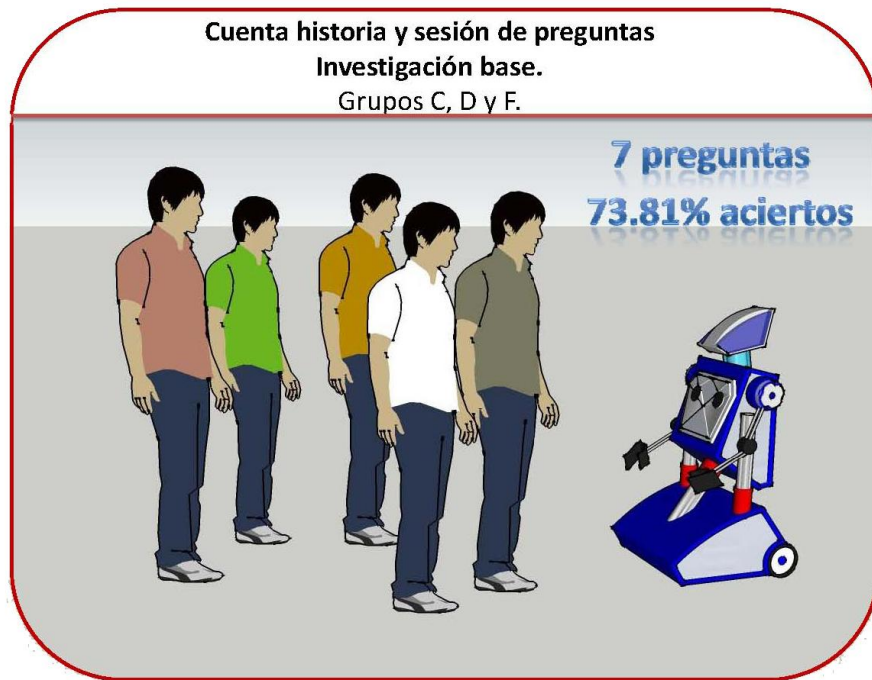
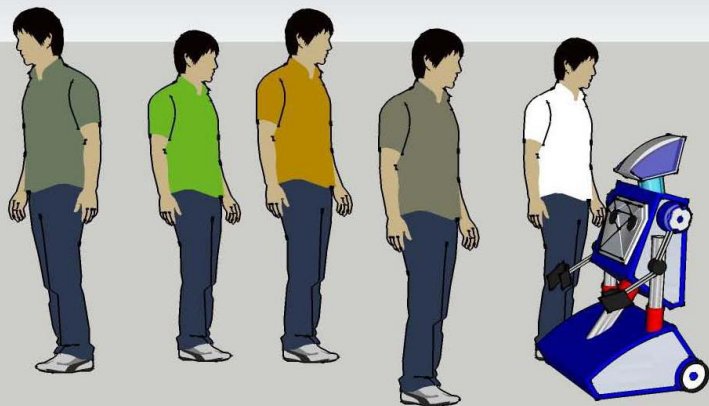


Figura 6.7 (Izq.) Experimento de cuenta historia y robot como emisor (investigación base).
 Figura 6.8 (Der.) Experimento de cuenta historia y persona como emisor (investigación base).

Investigación controlada.
160 visitantes



Interacción en el museo – Investigación controlada

31.2% No acepto

68.8% Acepto

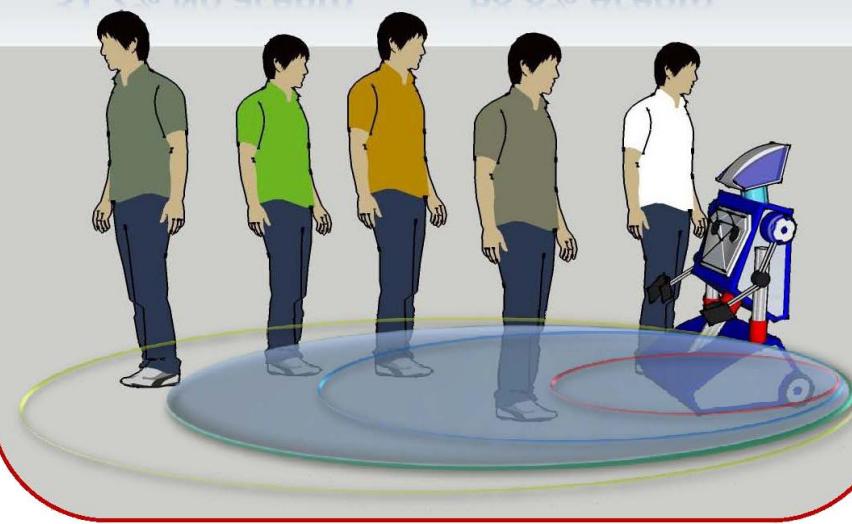


Figura 6.9 (Izq.) Modelo esquemático de investigación controlada.
Figura 6.10 (Der.) Experimento de interacción en museo (investigación controlada).

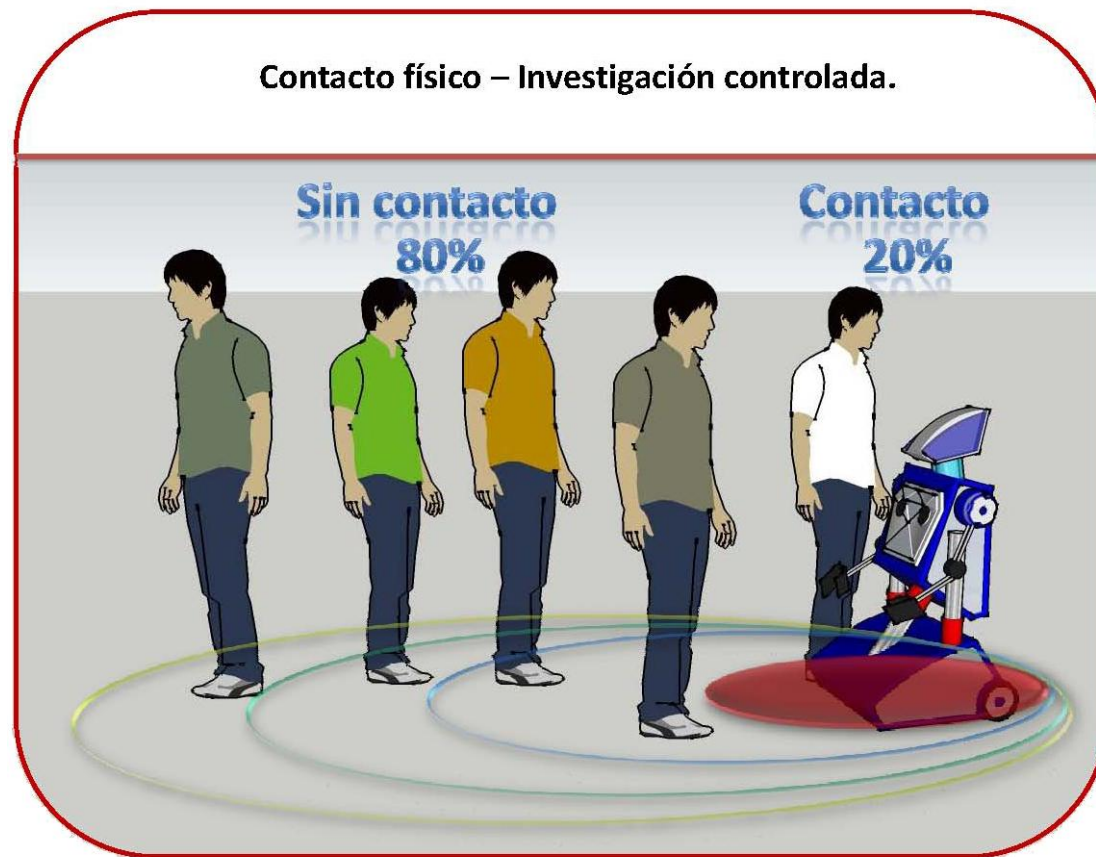


Figura 6.11 (Der.) Experimento de contacto físico en museo (investigación controlada).

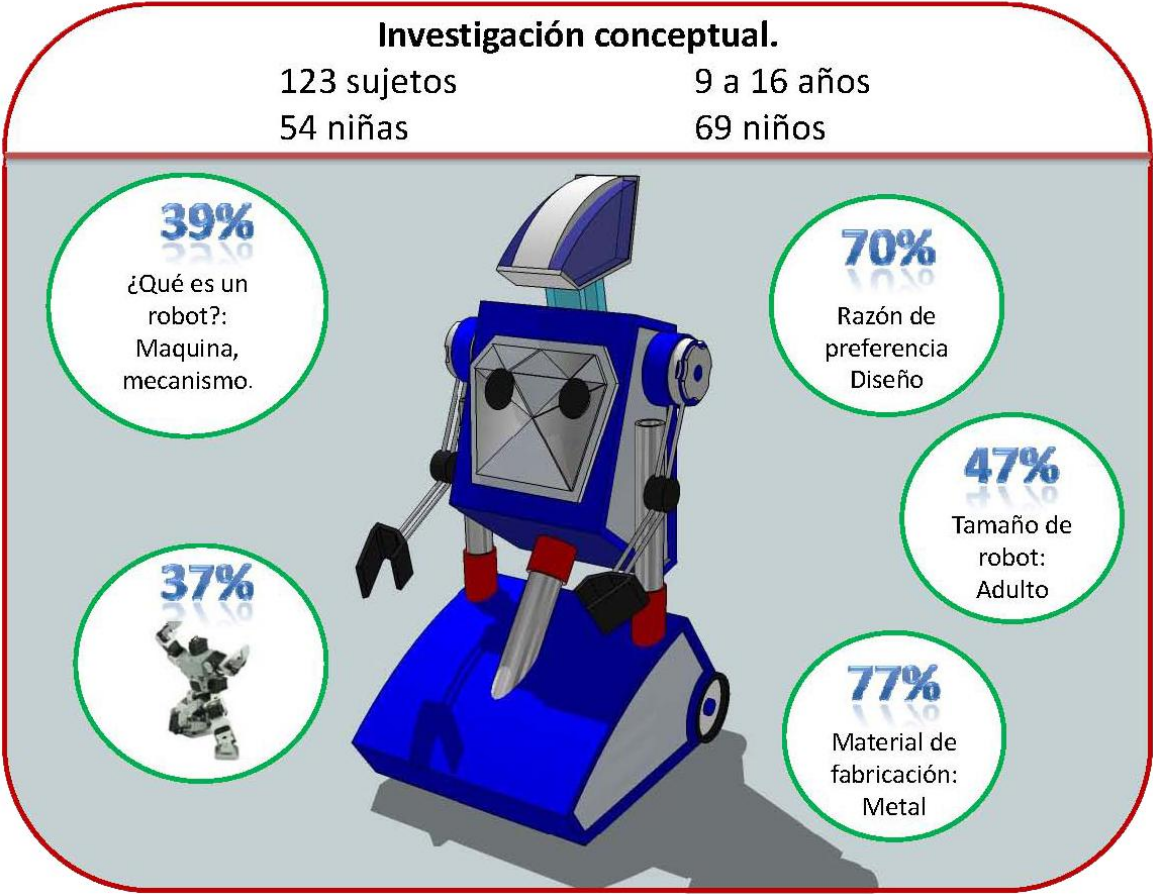
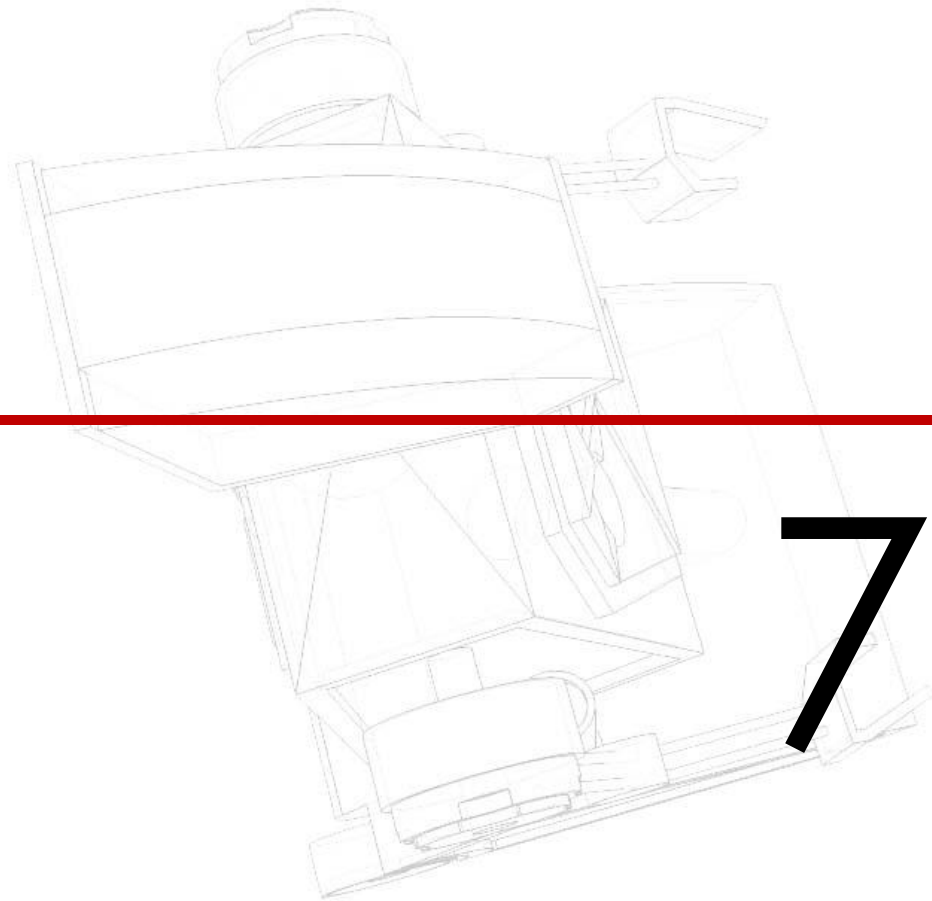


Figura 6.12 (Der.) Síntesis de respuestas con mayor porcentaje en encuesta (investigación conceptual).

CAPÍTULO



CAPÍTULO 7. INTERPRETACIÓN DE HALLAZGOS.

7.1. Discusión.

A partir de los datos encontrados en la investigación base, se puede deducir que la presencia del robot en un espacio cerrado puede influir en el interés de niños en etapa básica de aprendizaje, en primera instancia el principal factor de atención es la configuración formal o morfología del robot, la mayoría de los sujetos durante el inicio de la interacción de 5 minutos exclamaban palabras de asombro y agrado e incluso avanzaban directamente al equipo para tocarlo, cabe señalar que los diálogos emitidos por el robot a lo largo de la interacción eran bajo criterio libre y no hacían referencia a un tema en particular, sin embargo la curiosidad de los sujetos ocasionaba preguntas al robot tales como su origen y procedencia. El diseño formal del robot evoca desarrollo tecnológico y tecnología avanzada aplicada lo que dirigió en gran parte el sentido de la interacción.

En los videos y resultados del experimento se pudo observar además que la interacción con niños de 5 a 7 años con un robot social podría ser más efectiva si se coordina con ayuda de un tutor o encargado del grupo de niños, ya que fueron las edades menos atentas a la interacción. Por otro lado a partir de los 8 hasta los 12 años, los sujetos mantuvieron la interacción por más de 5 minutos.

En lo que respecta al tiempo de contacto de los sujetos y el robot, de manera premeditada se dio en un tiempo de no más de minuto y medio lo que representa un posible acto de efectividad en los mensajes y que el o los sujetos muestren afecto hacia el equipo, es importante señalar que todos los sujetos dispuestos a tocar al robot eran del género masculino, como se puede observar en las tablas, los grupos que no tuvieron contacto con el robot o que registraron el mayor tiempo desde que inició la interacción hasta la consecución del contacto, fueron grupos compuestos

por el género femenino en su totalidad, en el caso del grupo G2, o en el que la gran mayoría eran niñas, caso F1 y F2.

Al analizar detenidamente los videos, los sujetos de más de 7 años de edad que manifestaron rechazo hacia el equipo fueron del género femenino, expresando aparente miedo o desinterés, sin embargo fueron los grupos compuestos por niños, o que en su mayoría eran de este género, quienes más interés demostraron hacia el robot durante la emisión de mensajes y formulación de preguntas hacia el equipo, de hecho los niños del género masculino sin importar la edad interrumpían al robot durante los diálogos, generalmente para formular una pregunta fuera de contexto en determinada conversación.

Durante la actividad de contar la historia y la formulación de preguntas fue evidente que una persona, tiene mayor efectividad en la transmisión de información en un diálogo relativamente largo y cuya latencia de interacción sea necesaria para entender la mayoría de los mensajes de un discurso de aproximadamente 4 minutos. Se pueden formular distintas hipótesis respecto a este fenómeno; la presencia misma del equipo y su estructura formal, la voz distorsionada emitida por medio de bocinas, aunada al movimiento mecánico y pausado de sus extremidades podría generar una expectativa tal que limite la atención hacia la historia, por otro lado la expresión corporal desincorporada del diálogo, podría acotar la efectividad en la comprensión de los mensajes. En nuestros días, la estructura de la educación formal contempla la participación de un adulto como conductor en la forma y contenido de la información, sustentada por las estructuras educativas y culturales. Sin embargo a lo largo de la actividad y como producto de la interacción gestionada por el operador del equipo, los sujetos acataban ordenes emitidas por el robot tales como, fórmate, siéntate o acérquense, a tal grado que uno de los supervisores de las categorías mostró admiración por esta capacidad del equipo.

El desarrollo de protocolos de interacción compuesto por diálogos con información directa de contenido relevante para el centro de ciencias, tal como mensajes cortos e indicaciones emitidas por el robot social, serán útiles para iniciar una interacción con el público en etapas básicas de aprendizaje. En esta fase de investigación, se demostró que el robot es aceptado, al menos durante la parte inicial de interacción, presentándose como un objeto novedoso, lo que podría representar una variación en el entorno con altas posibilidades de ser aceptada y comprendida, por otro lado una adecuación del equipo hacia los elementos del entorno, evidenciará la intención de la presencia de un robot en las salas del museo interactivo.

La interacción casual en el vestíbulo del Museo Universum, al contrario de la actividad realizada en las aulas de la “Casita de las Ciencias”, se dio de manera efectiva aunque definitivamente fue evidente la indiferencia hacia el robot por casi el 32% del público que entabló contacto visual con este, quizás debido a la complejidad del entorno cargado de estímulos visuales. Se demuestra la importancia de incursionar robots sociales en ámbitos cotidianos, como bien lo planteó el congreso de HRI 2011; interacción en el “mundo real”. En el experimento de latencia de interacción dentro de la “Casita de las Ciencias”, se mostró al robot como principal foco de atención, en donde se canalizaba a los sujetos de experimentación de manera directa a la interacción, en cambio dentro del museo, el robot es una variable en el contexto y en ningún momento se busco incitar al público a interactuar²¹.

La trascendencia del robot como recurso para integración dentro del museo, radica en que el 69% de los visitantes prestó atención por unos minutos al robot, es imposible deducir en esta instancia la retención de algún tipo de información, la motivación infringida por el robot hacia los

²¹ Es similar la comparación entre las condiciones que ofrece un laboratorio a condiciones de un entorno social cotidiano.

visitantes a dirigirse hacia la sala del “Universo” o asistir al evento astronómico en cuestión, sin embargo el equipo predominó en medio de un ambiente lleno de estímulos audiovisuales, saturado de personas y de juegos de interacción con diversos equipos electromecánicos, como se mostró a lo largo de los dos experimentos que configuraban esta fase de la investigación.

Las posibilidades de incrementar el porcentaje de atención, radicará en la implementación y diseño de estímulos diversos tales como los diálogos acompañados por movimientos del robot y efectos audiovisuales, todos ellos bajo un escrupuloso análisis que incluya la aportación de especialistas en divulgación científica y pedagogos.

Resulta interesante observar el resultado del experimento de contacto físico durante la interacción en el área de recepción del museo, ya que solo el 20% de los 110 sujetos que interactuaron con el robot manifestaron interés en tocarlo, a diferencia de la investigación base en donde la mayoría de los sujetos establecieron contacto físico con el equipo en un tiempo relativamente corto (1 minuto 16 segundos como máximo). Sobre este fenómeno se establecen 2 hipótesis, la primera se sustenta en la condición del robot como instrumento electromecánico del museo, susceptible a descomposturas infringidas por contacto físico, y la segunda se establece a partir del tipo de participantes en ambos experimentos; grupos de niños en conducta de libre albedrío²² por un lado, y por el otro grupos de personas de diferentes edades en su mayoría y niños acompañados de sus padres. Cabe señalar que los grupos de 5 a 7 sujetos en etapas escolares básicas y media superior, compuestos por ambos géneros o únicamente del género masculino, fueron los que entablaron contacto físico con el robot en el área de recepción.

²² Esta conducta se debe al tipo de procedimiento aplicado en el curso de verano y actitud no restrictiva de los encargados de los grupos, cuyas edades no rebasaban los 20 años de edad.

Es importante mencionar que la decisión del autor a anular el registro del tiempo en contacto físico durante la interacción en la sala de recepción del museo, se debió al tiempo registrado de más de 5 minutos aproximadamente, por lo que salía del parámetro de comparación con la investigación base. Los análisis que acompañaron a las mediciones y cronometrajes en los videos, se complementan de distintos fenómenos susceptibles a estudio, sobre todo cuando se observó la intención de los sujetos a entablar una conversación o a interactuar de forma personal y afectuosa. Los análisis de esta índole podrían ser relevantes para actividades educativas con tendencia de exclusividad, trabajos personalizados e incluso bajo criterios especiales, psiquiátricos y terapéuticos.

Los resultados de la investigación conceptual inician con el resultado de la definición de robot según el criterio de los encuestados, en donde la gran mayoría lo señala como una máquina o aparato tecnológico, el resultado es indiscutible, sin embargo el resto de las respuestas complementan al concepto máquina como tal dotándolo de atributos recurrentes en robots dentro de los desarrollos tecnológicos recientes surgidos en las áreas de computo e ingenierías con interés en los estudios de HRI, mismos que se acompañan de conceptos provenientes de historias y películas de ciencia ficción. Se encontraron respuestas como: la similitud al ser humano, objeto que apoya a las personas en sus tareas, ente con inteligencia artificial, producto fabricado en metal, equipo para divertirse, incluso respuestas tales como un amigo y un objeto extraordinario o maravilloso. Estas dos últimas definiciones reflejan una carencia para expresar el concepto de robot, sin embargo se denota la aceptación hacia estos productos e incluso rebasan las expectativas positivas de los encuestados.

Respecto a la elección del robot preferido mostrado en el cartel, se puede contemplar una ligera tendencia humanoide en su morfología. Como se pudo observar, la imagen de robot que más menciones obtuvo fue la del robot tipo “B”; el equipo con apariencia humanoide, morfología

geométrica y aditamentos mecánicos, que presenta además similitud en proporciones humanas, el robot “A” quedó en segundo lugar de preferencia; robot con apariencia mecánica cuyo diseño hace alusión a objetos vanguardistas de alta tecnología capaces de ser utilizados y manipulados por personas. La fusión de estas descripciones puede dar paso a una configuración inicial adecuada para su aplicación dentro del museo de ciencias. Cabe señalar que el resultado obtuvo una tendencia diferente a la establecida por la idea de Masahiro Mori respecto a la “familiaridad” o mayor preferencia hacia los robots según el parecido al ser humano, el orden del menos al más preferido es: A, D, B Y C, en la gráfica del “Valle inexplicable”, y los resultados obtenidos fueron: D, C, A y B, siendo este último el de mayor mención de preferencia o aceptación, un estudio posterior podría arrojar datos en donde los factores socioculturales sean determinantes en este fenómeno. Por otro lado la teoría de Mori hace referencia a robots como objetos físicos y no como una mera imagen.

El motivo de elección del robot favorito, fue en mayor medida determinado por el diseño formal, posiblemente producto del contacto visual inmediato, sin embargo el resto de los motivos presentados sugieren una reflexión posterior al simple vistazo y es producto del análisis de las estructuras, componentes del equipo así como capacidades y posibilidades de acción de estos. Hasta este punto es indiscutible que la apariencia formal como impacto inicial puede generar interés, curiosidad u observación, elementos propicios para iniciar una interacción.

El siguiente reactivo fue la elección de tamaño, siendo la talla de un varón adulto el preferido, sin embargo a partir de lecturas y videos registrados, el tamaño de robot más recurrente en la interacción dentro de museos interactivos es alrededor de 1.20 metros, el robot de tamaño adulto presenta rechazo e intimidación sobre todo en niños de no más de 1.50 metros de altura. La hipótesis que se sugiere la explicación a la elección de tamaño adulto, se da a partir de la representación estática de la figura del robot en el cartel, como plantea la teoría de Masahiro Mori y su “Valle

inexplicable”, una forma estática presenta menor rechazo a diferencia de las que presentan algún movimiento, sin embargo vale la pena reflexionar en el motivo de los individuos a elegir esta opción, en donde caben ideas de protección, fortaleza y seguridad.

Por último la encuesta concluyó con la elección de un posible material utilizado en la fabricación de un robot dentro del museo, indiscutiblemente el metal fue el que obtuvo una mayor cantidad de menciones con el 83.3% de respuesta, esta elección se puede dar a partir de varios aspectos, el primero proviene del concepto de “humano mecánico y metálico” producto de la idea de robot en diversos referentes en la cultura occidental. El segundo aspecto se aproxima al criterio generalizado de robot en la encuesta realizada, visto como una máquina y aparato tecnológico. El metal, lejos de las propiedades desde el punto de vista técnico, representa resistencia, se relaciona con la electricidad y la electrónica, además se transforma de manera serial en espacios industriales con diversas maquinas y herramientas; la gran mayoría de electrodomésticos así como automóviles tienen estructuras de origen metálico, presentan cubiertas plásticas que protegen u ocultan componentes. Sin lugar a dudas el plástico tiene un lugar privilegiado en la industria del consumo, sin embargo fue mínimamente mencionado con el 6.1% de registros por debajo del material textil peluche con el 9.6%.

7.1.1 Sumario.

De manera generalizada podemos afirmar que la incursión de uno o varios robots sociales dentro del espacio de un museo de ciencias nacional se dará en primera instancia por su morfología y diseño exterior, siendo el estímulo predominante en una etapa inicial y que no invita necesariamente al acercamiento o interacción, recordemos el capítulo de integración el cual abordó el tema de la evolución de los sistemas psíquicos haciendo referencia a las personas o grupos de ellas, tal evolución, está compuesta por la variación en el propio entorno del sistema, la selección de un

estímulo dentro de este entorno y la re estabilización del sistema respecto a esta nueva selección, recordemos además que algunas posibilidades o variaciones son negadas permaneciendo accesibles para una eventual selección y posible comunicación y derivadas de una etapa de reflexión en segundo plano. De esta forma y como se pudo observar, el robot es desatendido en el momento del contacto visual, según la teoría de la evolución de los sistemas psíquicos el visitante del museo especulará en la presencia de este y por lo tanto existe la posibilidad de una futura interacción, independientemente si la imagen del equipo es meritoria de ser evocada, tal alusión posterior será positiva si el diseño tiene los elementos suficientes para el agrado o aceptación generalizada del público y por supuesto la incursión así como el criterio del diseñador industrial resulta fundamental en este proceso.

La atención otorgada hacia el robot en la mayoría de los visitantes dentro del espacio del museo de ciencias, aunada a la latencia de interacción, otorga al equipo atributos para integrarse adecuadamente en la divulgación científica a través de diversos aspectos, por un lado el aspecto motivacional en situación educativa al despertar el interés de las personas y dirigir su atención para realizar alguna actividad o proporcionar cierta información y con ello, estimular el deseo de aprendizaje capaz de inducir al esfuerzo. La información y mensajes deberán estar sustentadas por la gestión y estudio previo para dirigir este interés hacia el logro de fines apropiados y por lo tanto la realización de propósitos definidos.

Por otro lado las posibilidades en el uso de robots, permiten a los encargados de la divulgación científica presentar información de forma novedosa y sorprendente con una alta posibilidad de activar la curiosidad e interés en los visitantes. Un estudio de mayor complejidad en el uso de robots permitirá diversificar los elementos de las tareas existentes dentro del museo o generar actividades que permitan mantener la atención al coordinar las ejecuciones del robot con las funciones de los elementos, juegos y equipos interactivos establecidos dentro del museo.

De esta manera, existe la posibilidad de que un acto de comunicación con bajas probabilidades de ser comprendido como lo es algún tema científico, se convierta en probable gracias a un recurso alternativo de difusión. Una vez establecida la interacción con el visitante, será importante dar sentido a las ejecuciones del robot coordinando cada acción con el resto de los componentes del mismo, ya sea con el desarrollo de elementos que enfatizan los mensajes; por ejemplo los diálogos, gesticulaciones y lenguaje corporal interaccionando con luces, sonidos, imágenes y movimientos.

El análisis del concepto socialmente generalizado a través de la encuesta realizada otorga sin lugar a dudas una base para generar propuestas fundamentadas en ideas preexistentes, únicamente con la finalidad de complementar el trabajo de generación de conceptos, así como el análisis en las capacidades y estructuras posibles. Cualquier proyecto deberá ser gestionado en conjunto con los programadores e ingenieros y deberá ser un trabajo posterior al estudio que fundamente la aplicación del robot.

Finalmente y hasta este punto, se plantea que el uso de diseño industrial como aportación para el desarrollo de robots, llega más allá de la contribución formal y apariencia de objetos físicos, la intervención del diseño penetra y define la estructura así como el comportamiento y modo de ejecución de los sistemas que son operados e interactúan con el usuario. El diseñador involucrado con la interacción, en este caso la definida por humanos y robots, crea relaciones significativas entre las personas, productos y servicios (Interaction Design Association, 2004). Tales relaciones significativas serán capaces de contribuir a la consecución y efectividad de las tareas que competen a la divulgación científica en un centro de ciencias nacional.

7.2 Propuesta.

Para la generación de una propuesta de diseño se deberán exponer los factores que influyen directamente en el desarrollo de un robot social como recurso para divulgación, a partir de las áreas que intervienen durante la conceptualización inicial hasta la aplicación de los equipos. Como se ha visto hasta este momento y como producto de la interacción, se deberá contemplar la incursión del usuario dentro de tal análisis, en este caso el visitante del museo de ciencias, cuyas experiencias dan sentido a los previos y futuros desarrollos. Para esta tarea será de gran utilidad interpretar tal desarrollo a partir de la figura de la semántica del objeto de diseño, especificada al inicio de este documento, la cual se utilizará como base para insertar los factores presentes en el desarrollo de robots sociales capaces de contribuir a la divulgación científica, la figura 7.1 presenta la yuxtaposición sobre el cuadro de la semántica de diseño, de los elementos existentes según el presente planteamiento, los cuales serán útiles en el desarrollo de estos equipos.

La figura 7.1, enfatiza la participación del usuario cuyas actividades, producto de esta intervención, determinan las prioridades en la acción del diseño. La implementación de nuevos diseños de productos dentro de sus respectivos entornos de uso, acelerarán la adecuación y optimizan su desarrollo, omitiendo las conjeturas subjetivas de los creadores y enfocándose en los hechos evidenciales producto de la interacción activa.

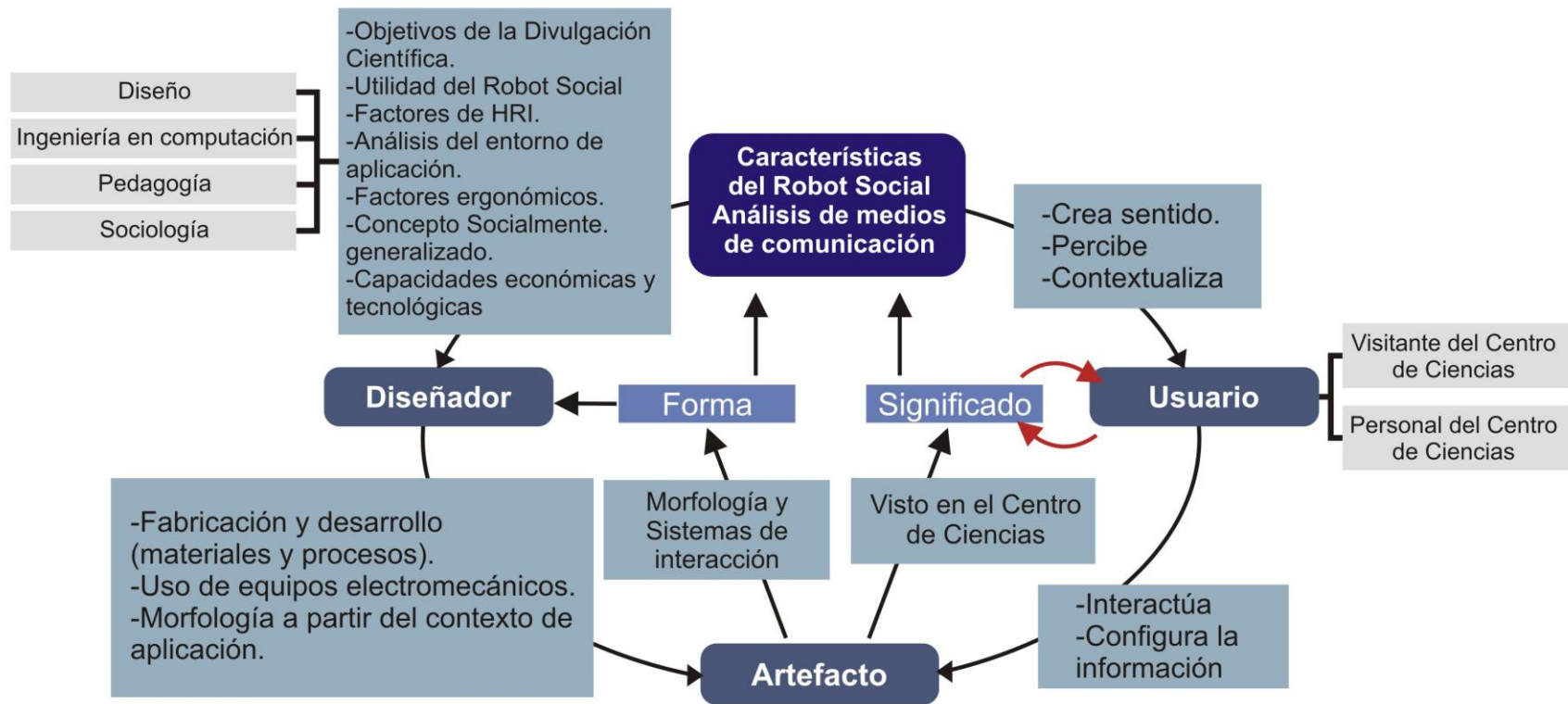
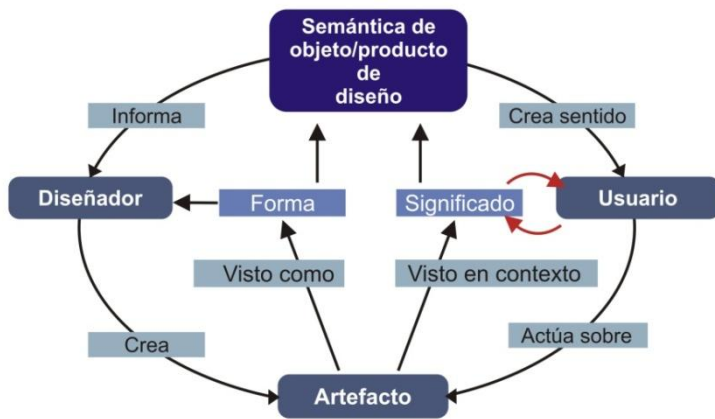


Figura 7.1 La semántica del objeto, el papel del diseñador industrial y el usuario en el desarrollo de robots sociales dentro de los centros de ciencia.
 Página siguiente La semántica del objeto. Original



La semántica del objeto. Diagrama original

La figura 7.1 permite ver de manera global la incursión del diseño industrial en el desarrollo de robots sociales, la interacción con otras áreas académicas así como el objeto de estudio a partir de la información requerida para los desarrollos, misma que fue parte del objeto de investigación de esta tesis. En cuanto a la contribución del diseño en conceptos de forma, más allá de la interpretación estética como aportación a la imagen del robot, se debe considerar que la configuración formal se convierte en un sistema de interacción, el cual proporciona información acerca del equipo, haciendo que el usuario pueda entender su función, limitantes así como expectativas e intenciones de los desarrolladores.

Por otro lado esta figura permite evidenciar no solo la participación del usuario directo, en este caso el visitante del museo sino que muestra además la intervención de otros usuarios indirectos que se encuentran dentro del contexto, como los operadores del robot, personal del museo e incluso los encargados de la seguridad del centro de ciencias. El análisis detallado del significado del robot como recurso para divulgación de las ciencias dentro del museo permite, con la relación que se propone en el diagrama, continuar con futuras propuestas sujetas a los cambios de expectativas en el usuario así como nuevos planteamientos o enfoques

que adapte al museo. La implementación de nuevos diseños dentro de sus respectivos entornos de uso, acelerarán la adecuación y optimizarán su desarrollo, omitiendo las conjeturas subjetivas de los creadores y enfocándose en los hechos evidenciales producto de la interacción activa.

Lejos de realizar una propuesta determinante, este planteamiento se estructura a partir de los fenómenos investigados en esta tesis de investigación, por lo que un desarrollo de mayor trascendencia deberá realizarse de manera multidisciplinaria con las áreas concernientes mencionadas en la figura, siendo el personal encargado de la coordinación del museo así como los curadores de las salas factibles para el uso de robots, los directores y facilitadores en la consecución del proyecto.

Cabe señalar que la integración de los sistemas sociales desde el punto de vista de la Sociología se llevó a cabo de manera reservada, un tratado de mayor amplitud será posible si se analiza en conjunto con especialistas en el área. El tema desarrollado dentro de esta tesis permite aproximarnos objetivamente a la relación entre los razonamientos de la Sociología y la aplicación del diseño industrial, ofreciendo un soporte teórico capaz de integrar los fenómenos sociales de un entorno y los alcances de la tecnología al servicio de las personas.

El desarrollo de un robot social como recurso para divulgación científica a partir de la investigación presente, comienza por la recopilación de los conceptos útiles surgidos en las propuestas y lecturas de la aplicación de robots sociales e investigaciones de HRI.

Corporalidad.

Recordemos que la corporalidad se basa en la relación entre un organismo o sistema y su medio. Cuanto más un robot puede perturbar a su entorno y ser perturbado por este, más existe la corporalidad. Analizar la relación entre su estructura física externa y el medio ambiente en el que interactúa. En este caso, los componentes y estructuras que constituyen la corporalidad del robot deberán ser capaces de establecer un vínculo con el contexto del museo como centro de ciencias al evidenciar la condición del robot como producto de la evolución e investigación tecnológica, su

configuración, por lógica, deberá inducir al visitante a entablar una interacción a prestar atención a cierta información, siempre y cuando la finalidad inmediata sea la emisión de mensajes. El robot, por su corporalidad, deberá ser capaz de captar la atención visual del visitante al menos en una etapa de contacto inicial, tal etapa ofrecerá posibilidades de dar paso a una interacción a través del diálogo.

La eventualidad y éxito de una interacción estarán determinados por la morfología de los elementos útiles en tal interacción. Se presentan a continuación.

Morfología.

La estructura y el estudio de la forma de los robots, están orientadas a establecer las expectativas sociales:

El diseño de la estructura del robot debe coincidir con la función para la que fue destinado, en este caso se deberá mostrar o hacer creer al usuario que el robot es capaz de hablar, escuchar, ver, desplazarse, mover algunos de sus componentes a través de sus articulaciones y procesar cierto tipo de información.

El usuario deberá apreciar en el robot, algunos elementos útiles en la emisión de mensajes, tales como bocinas, altavoces e incluso una boca. Es importante evidenciar la capacidad del robot para escuchar los diálogos o preguntas de los visitantes, será necesario el desarrollo de dispositivos o detalles formales capaces de fomentar en el visitante la idea de que el robot lo puede escuchar; resulta claro que si el robot responde a una pregunta del visitante, este último se percatara de tal condición, sin embargo en un ambiente saturado de personas existe la posibilidad de que los dispositivos de recepción de audio disminuyan en su desempeño. Existe la posibilidad de que el visitante se dirija o se acerque a unos supuestos “oídos” en el robot para comunicarle algo, lo que implicara que el mensaje se transmita con mayor claridad en un espacio con ruido ambiental.

El robot deberá contar con elementos que sean interpretados por el usuario como ojos, en los videos de experimentación resulta claro que los

sujetos intentan observar directamente a la cara del robot, la interacción mejora si el robot “dirige la mirada” al voltear la cabeza para escuchar al emisor del mensaje e intensifica la interacción. En algunos diseños, las cámaras utilizadas para la navegación y reconocimiento de objetos sirven adecuadamente para este fin, sin embargo algunos equipos tienen más de un par de cámaras lo que obliga a establecer otros adiamientos para que el usuario sea capaz de identificarles como ojos.

Por otro lado existe la posibilidad que la configuración formal de un lente de cámara, resulte inexpresivo y poco amigable, tal percepción puede generar el rechazo del visitante y reducir la posibilidad de interacción. La expresividad emocional, lenguaje corporal y gesticulación, está relacionada con este fenómeno y será tratado más adelante.

La locomoción del equipo tiene varias interpretaciones, a partir de las observaciones en los videos de experimentación, la posibilidad de desplazarse induce a una interacción de mayor relevancia, sin embargo esta capacidad provoca en algunos sujetos, sobre todo en los menores de 6 años y los del género femenino sin importar la edad, un rechazo derivado de la desconfianza hacia el equipo e incluso miedo, tal expresión fue evidente²³ en un sujeto femenino de la categoría F (10 a 11 años de edad) en los videos de la experimentación base y en varios sujetos del mismo género en la experimentación controlada. El desplazamiento del equipo podrá estar acompañado de elementos formales que evoquen seguridad tales como colchonetas en la parte inferior aunadas a la baja velocidad durante el inicio del movimiento, este podrá ser incremental de tal manera que sea suave al inicio y durante un desplazamiento en una distancia de más de 1 metro el robot pueda aumentar su velocidad para evitar la impaciencia de los usuarios, en caso de que el robot tenga que desplazarse a expensas de estos.

Durante el movimiento de los miembros del robot se presentan fenómenos similares al desplazamiento completo del equipo, es factible durante el

²³ El rostro y expresión corporal de la niña fue de sorpresa así como rechazo e incluso menciona “tengo miedo” a una de sus compañeras mientras observaba al robot.

movimiento, evidenciar la incapacidad para infringir algún tipo de daño, los materiales, velocidad de desplazamiento y alcance reducido de los miembros serán de utilidad para establecer una idea de interacción segura, ya sea para desplazarse durante alguna gesticulación o manipular algún objeto.

Es importante mostrar al público que el robot es capaz de procesar los datos del exterior; en cierto sentido simular que el equipo es capaz de pensar y mostrarse afectado por las situaciones del entorno, es común encontrar destellos de luz en cabeza y ojos simulando que existe una actividad a nivel cerebral en una gran parte de robots sociales, así mismo tales destellos, son recurrentes en equipos de cómputo durante la etapa de procesamiento de datos; proporciona la suficiente información al usuario para deducir actividades en los componentes de la máquina. Algunos efectos audiovisuales extras a los destellos, reducen la ansiedad del usuario durante la espera de la respuesta que será dada por el robot.

Si el diseño está orientado a la realización de tareas para los seres humanos, entonces debería transmitir fácilmente la usabilidad y aspectos de confort durante la colaboración. Por ello, el estudio de los materiales útiles en la función del equipo y las características físicas de los mismos proporcionarán en gran medida los criterios de interacción definidos por los desarrolladores así como las expectativas de los usuarios.

En el mismo sentido, el diseño debería contar con ciertos rasgos positivos de la “naturaleza humana”. El usuario encontrará familiar la interacción y por ende fácil de llevar a cabo, cabe señalar la incursión de los aspectos y expectativas socioculturales producto de un estudio de mayor profundidad tal que acote diversas características capaces de ser estandarizadas y aplicadas en robots sociales. Estos rasgos positivos podrán ser encausados a manifestar el estado accesible del robot para entablar una interacción a partir del acercamiento del usuario hacia el equipo. Por otro lado y en un sentido de aplicación inmediata, la seguridad tanto del usuario como del mismo robot se dará en gran medida a partir de este criterio.

Por último, el robot deberá expresar en su estructura, la tecnología implícita en su desarrollo, lo que ayudará a que el usuario no se forme

falsas expectativas en las capacidades del equipo, es decir, la estructura física por sí debería dar una idea lo bastante amplia acerca de sus limitantes. Dentro del contexto de la divulgación científica se justifica el uso de medios diversos para lograr una aproximación de la sociedad hacia la ciencia, según la sociología, hacer que una comunicación poco probable de entenderse se convierta en probable mediante el uso de algunos medios de difusión, logrando reproducir contenidos comunicativos con un lenguaje que sea comprendido. Bajo este criterio es posible justificar en cierta medida, la inclusión de capacidades aparentes en el robot, únicamente con la finalidad de generar en el usuario una expectativa de desarrollo en tecnología de punta aplicada, relacionado al trabajo académico y científico.

Expresión emocional y expresión facial.

Las emociones artificiales favorecen la retroalimentación de los mensajes enviados, pueden proveer de información acerca del estado interno del robot, metas e intenciones, no dejando únicamente al diálogo como principal fuente de información. Hoy en día los principales desarrollos en robótica social, toman a la aplicación e integración de emociones en los equipos como punto crucial de investigación, estos estudios abarcan aspectos socioculturales y psicológicos, sin embargo se han formado intensos debates acerca de las limitantes en su uso debido a las diversas interpretaciones y reacciones por parte de la sociedad hacia los equipos.

De manera general es posible establecer en esta propuesta al menos tres estados en la expresión emocional en los robots, de tal manera que estos caracteres sirvan de base para establecer otros de mayor complejidad dentro de la comunicación humana. Así, los tres estados posibles para su aplicación parten del estado neutro, seguido del agrado o contento y finalmente el estado de tristeza, afligido o apenado.

Como parte subsecuente a las investigaciones realizadas, es posible integrar el estado de agrado en el robot, producto de una interacción adecuada, donde el visitante del museo comprenda el mensaje emitido por el equipo, generando un vínculo al margen de la efectividad tecnológica y expectativas del usuario. En este mismo sentido, utilizar el estado de tristeza puede generar en el visitante la idea de que el robot es incapaz de

resolver eficazmente algunas actividades; eventos no incluidos en su función y programación, de tal manera que el usuario pueda adaptarse a los límites y en cierta medida sea tolerante durante la interacción²⁴.

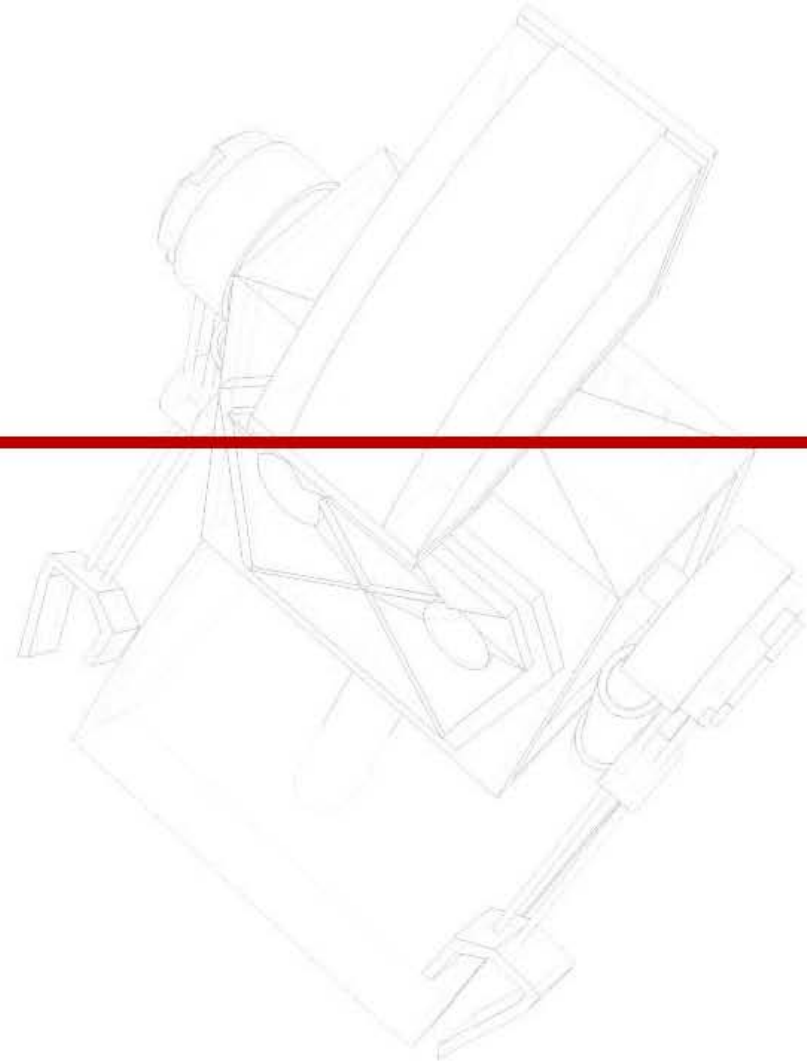
A partir de los videos observados durante la investigación controlada el robot se desenvuelve con una actitud servil, esto será tratado en el apartado de personalidad. El robot en todo momento tuvo una expresión emocional neutra, el operador del equipo llevó a cabo la operación de esta manera evitando generar una expectativa negativa en el usuario, se evitó en todo momento generar un conflicto con el usuario limitándose a las actividades apegadas al protocolo de investigación. El seguimiento ocular resulta indispensable durante la interacción; el sujeto se muestra complacido cuando el robot le dirige su atención y diálogos al voltear la cabeza hacia su posición; incluir un estado emocional a esta interacción podrá intensificar la transmisión del mensaje.

Personalidad.

En términos psicológicos, la personalidad es una serie de cualidades distintivas que describen el comportamiento individual y característico de una persona. Las características de los robots sociales y la forma como se integran al espectro social, responden a las expectativas culturales. En este caso la intención de servicio manifestada por parte del robot, es crucial en la integración de las características del equipo, derivada de la actitud positiva en educadores y pedagogos. Para el estudio de esta característica se deberá realizar un trabajo en conjunto con las áreas de psicología y pedagogía tal que determine y limite las capacidades del robot en este sentido.

²⁴ Por supuesto en el mejor escenario posible. Ocasionalmente los visitantes generar actitudes negativas hacia los equipos tales como agresiones verbales y físicas. Un estado emocional de enojo por parte del robot podría enfatizar tales actitudes del usuario hacia el equipo.

CONCLUSIÓN



CONCLUSIÓN

Esta tesis, reporta la exploración de cualidades de los robots sociales para ejecutar tareas afines al entorno educativo, siendo la divulgación de la ciencia dentro del ámbito nacional, el contexto específico de aplicación. A través del caso de estudio llevado a cabo en el museo de ciencias Universum, en donde se sometieron actividades de interacción de un robot social con niños en etapas básicas de aprendizaje, se pudieron encontrar tres fenómenos relevantes que pueden ser útiles en la transmisión del conocimiento científico:

1. Configuración formal como enlace de interacción inmediata.
2. Disponibilidad de interacción a partir del acortamiento de las distancias sociales.
3. Latencia de interacción con duración adecuada para la emisión de datos dentro del contexto de divulgación.

Los resultados de los experimentos permiten afirmar que la configuración formal (morfología) como sistema de interacción, aunado a las cualidades de los robots sociales, tales como el lenguaje corporal, expresión emocional y personalidad, pueden ser desarrollados por actividades concernientes al diseño industrial, cuyos alcances pueden dar sentido a las capacidades tecnológicas dentro de las expectativas sociales y culturales, no solo a través de formas novedosas y adecuadas a las personas por medio de factores ergonómicos, sino además al proponer métodos de ejecución y uso, amplificando así la eficiencia de los productos y sistemas durante su interacción con el usuario dentro de un contexto determinado.

El trabajo del diseñador dentro del desarrollo de robots sociales, abordará aspectos informativos tales como el uso de materiales y procesos de fabricación, ergonomía, adecuaciones al entorno sociocultural definido y costes de producción, todo esto dirigido a la creación de formas, sistemas y elementos capaces de enriquecer las modalidades de interacción del robot social para convertirlo en un recurso para divulgación científica como una herramienta alternativa de difusión.

Con tales afirmaciones, es posible confirmar el supuesto en donde el diseño industrial es capaz de contribuir en el desarrollo de robots sociales aplicados en contextos educativos a través de centros de ciencia, apegándose a los objetivos que persigue la divulgación científica dentro de nuestro medio sociocultural.

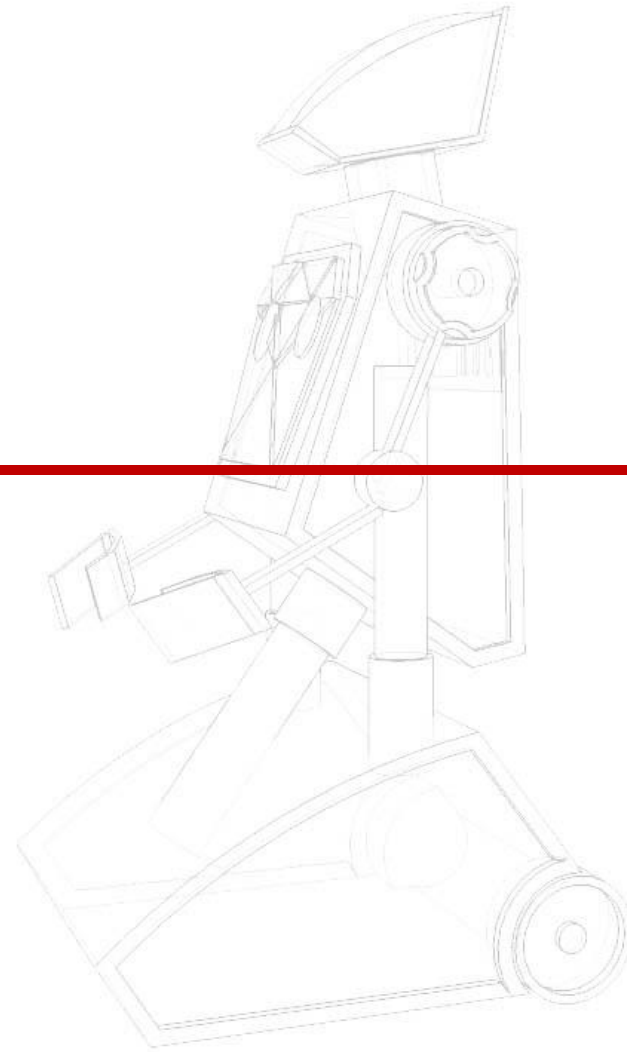
En nuestros días, la creación de robots con aplicaciones sociales en México se encuentra en su etapa inicial, la mayoría de las responsabilidades recae en ingenieros de varias ramas, lo que representa una enorme tarea debido a la complejidad de los factores a resolver, por ejemplo: la búsqueda y desarrollo de algoritmos y programación para la ejecución de supuestas actividades sociales, el uso de diversos lenguajes de programación, formas de procesamiento de la información, búsqueda de dispositivos tales como bases electromecánicas, brazos, cámaras, sensores, equipo de audio y diversos dispositivos todos de origen extranjero. A partir del estudio de las necesidades reales del entorno social de aplicación, será posible delimitar los desarrollos, así como equipos tecnológicos involucrados, para ello se deberá recurrir al trabajo multidisciplinario entre ingeniería, sociología, psicología y diseño industrial; solo a través de un análisis objetivo en donde sean claras las tareas de cada actor, se conseguirá un avance en la integración de robots en un medio social establecido, lo que permitirá a su vez la administración adecuada de los recursos económicos y humanos. La omisión de esta convergencia de áreas sucumbirá en trabajos aislados dentro de los institutos y centros de investigación así como la carencia de aplicación en áreas sociales.

En el caso particular del análisis de esta investigación y de manera prospectiva, la integración del robot social en las actividades del museo Universum se podrá dar de manera paulatina producto del trabajo multidisciplinario, inicialmente se plantea su incursión como medio de difusión con un grado de aspecto motivacional y posteriormente a través del análisis de tal incorporación, se pueden desarrollar diversos protocolos de interacción que amplifiquen la efectividad de talleres, exposiciones temporales, demostraciones, cursos, obras teatrales entre otras, como una forma novedosa de divulgar la ciencia.

El avance de la investigación aquí presentada, caminará a la par con el progreso de las expectativas hacia los robots a nivel mundial; las experimentaciones de esta tesis se basan en la inserción de robots sociales en centros de ciencia nacionales sin tener como referencia alguna indagación previa, los resultados positivos son en gran medida producto del concepto novedoso que representa el uso de robots dentro de museos interactivos, sin embargo existe la probabilidad de que tal fenómeno se vea afectado progresivamente respecto al interés generado debido al cambio de las expectativas en la sociedad y al posible estado rutinario de las interacciones; debe hacerse un estudio prospectivo y evolutivo. Una posibilidad de desarrollo se dará en el análisis de diversas formas para insertar robots sociales en otras áreas de educación no formal así como en aulas de centros académicos dentro del criterio formal educativo nacional, sobre todo en la creación de métodos efectivos para medir calidad de interacción y evaluar el avance de aprendizaje en los individuos.

Finalmente es posible que la integración de las distintas disciplinas involucradas sea llevada a cabo desde el punto de vista del diseño, cuya naturaleza teórica-práctica permite realizar análisis metódicos, así como dar sentido social a los equipos tecnológicos, con la finalidad de crear relaciones significativas entre los usuarios y robots, tomando como base el entorno sociocultural mexicano.

ANEXOS



ANEXOS.

Historia y cuestionario durante la investigación base.

Jack y los robots sin amigos.

Había una vez un científico muy inteligente que construía robots, los robots ayudaban a los humanos en distintas tareas. El científico, que se llamaba Jack se dio cuenta de que sus robots eran muy trabajadores pero no tenían amigos. Jack el científico pensó: ¡desearía poder hacer un robot que haga muchos amigos y así trabajará más feliz!

Un día, Jack decidió inventar un robot que pudiera hacer muchos amigos. En primer lugar invento un robot que platicaba mucho al que llamo Palabrín, pero los otros robots no lo querían pues platicaba mucho y no los dejaba trabajar, así que invento otro que le puso Juguetón este siempre pedía que jugaran con él, pero los otros robots se escondían pues no permitían ninguna distracción en sus trabajos. Jack, fabricó un robot más que hacia regalos muy bonitos al que llamo Sorpresas, pero ningún robot tenía tiempo de abrir sus regalos así que después de un tiempo lo olvidaron. Jack estaba muy enojado y dijo: ¡no puedo construir un robot que tenga amigos! y tristemente se fue olvidando poco a poco de su robot amistoso. Para animarse Jack construyo un robot que pudiera trabajar más que todos los otros robots y sin darse cuenta Jack logro algo que no esperaba. Este robot se llamaba Relámpago, era tan rápido y hábil en su trabajo que ayudaba a los robots en sus tareas.

Los robots trabajadores se dieron cuenta que al acabar rápido sus tareas les quedaba mucho tiempo de sobra y todos juntos se divertían en los juegos mecánicos después de sus labores, acompañados de este gran científico.

Fin

Cuestionario

1. *¿Cómo se llama el científico?*
2. *¿Qué hacen los robots trabajadores?*
3. *¿Cómo se llama el robot que platica mucho?*
4. *¿Qué hace el robot que se llama sorpresas?*
5. *¿Cómo se llama el robot que le gusta jugar?*
6. *¿Qué hace el robot que se llama relámpago?*
7. *¿En donde juegan los robots al final de sus labores?*

Encuesta aplicada durante la investigación conceptual.

Mi robot ideal.

Instrucciones: A partir de tus propias ideas, contesta la siguiente encuesta:

Sección I. Datos generales

Edad: _____ Genero: Femenino Masculino

¿En qué año vas? : _____

Sección II. Conceptos básicos.

1. ¿Cuál es tu pasatiempo favorito?
2. Para ti ¿Que es un Museo?
3. Para ti ¿Qué es un robot?
4. De las imágenes del cartel, escoge el robot que más te guste. (elige solo 1)

a b c d

5. ¿Qué es lo que más te gusta de ese robot?
6. ¿Qué te gustaría que hiciera un robot en un museo?
7. De los tres tamaños en el cartel. Escoge el que debe tener un robot. (elige solo 1)

1 2 3

Continúa atrás...

Sección III. Diseño del Robot

Si tu robot estuviera en un museo ¿Qué debería tener? (Tacha solo una respuesta por cada opción)

Ejemplo: opción a) Con dedos ó ~~sin dedos~~

- a) con cabeza ó con casco
- b) con ojos ó con luces
- c) con voz ó con sonidos
- d) con boca ó con bocinas
- e) con orejas ó sin orejas
- f) con brazos ó con pinzas
- g) con piernas ó con ruedas

8. ¿Qué más te gustaría que tuviera el robot?
9. ¿De qué material te gustaría que estuviera hecho este robot? (Elige 1)

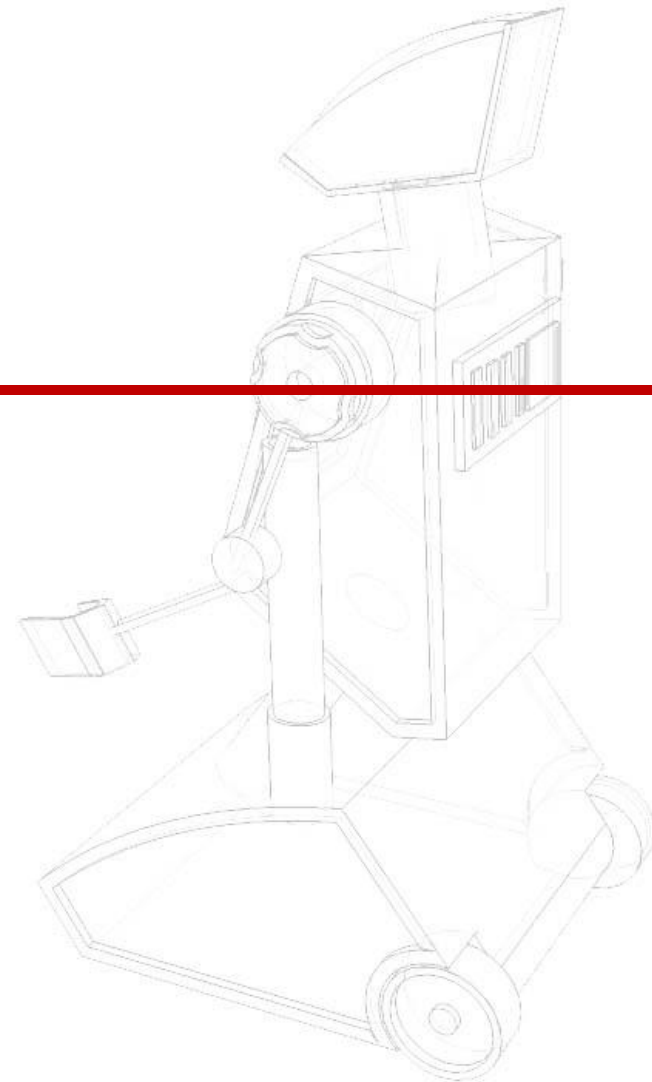
Madera Plástico Metal Peluche

¿Qué otros materiales te gustaría? _____

10. ¿De qué color te gustaría este robot?

¡¡¡MUCHAS GRACIAS!!!

REFERENCIAS.



REFERENCIAS.

- Arkin, R. C.** (1998). Behavior-Based Robotics. Boston: Bradford Books.
- Arras, K. O., Tomatis, N., & Siegwart, R.** (2002). Robox, a Remarkable Mobile Robot for the Real World. Lausanne, Switzerland: Autonomous Systems Lab, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL).
- Athie, L.** (2007). Robotica, los jóvenes que se atreven a hacerla en México. México: N/D.
- Ausubel, D.** (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48. , 251-257.
- Ausubel, D.** (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H.** (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: : Holt, Rinehart & Winston.
- Avilés, H., Alvarado, M., Venegas, E., Rascón, C., Meza, I., & Pineda, L.** (2010). Development of a Tour-Guide Robot Using Dialogue Models and a Cognitive Architecture. *Proceedings IBERAMIA 2010. LNCS (LNAI)*, Vol. 6433 , pp. 512-521.
- Bartneck, C., Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., & Kennsuke, K.** (2005). A cross-cultural study on attitudes towards robots. *Proceedings of the HCI International*, Las Vegas. , 1981-1983.
- Bennewitz, M., Burgard, W., Cremers, A. B., Dellaert, F., Fox, D., H'ahnel, y otros.** (1999). *Minerva: A Second-Generation Museum Tour-Guide Robot*. Recuperado el Julio de 2010, de Carnegie Mellon School of Computer Science:
http://www.cs.cmu.edu/~thrun/papers/thrun.icra_minerva.pdf
- Billard, A., & Dautenhahn, K.** (1999). Experiments in Learning by Imitation. *Grounding and Use of Communication in Robotic Agents. Adaptive Behavior* 7:3 , 411-434.
- Blanco, A.** (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y la divulgación de las ciencias* , 70-86.
- Breazeal, C.** (2003). Toward sociable robots. *Robotics and Autonomous Systems* , 167-175.
- Brenton, H., & Gillies, M.** (2005). The uncanny valley: does it exist. 19th British HCI Group Annual Conference: workshop on human-animated character interaction .
- Bruner, J.** (2001). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- Buhmann, J., Burgard, W., Cremers, A. B., Fox, D. H., Schneider, F. E., Strikos, J., y otros.** (1995). The Mobile Robot RHINO. *AI Magazine*, 16:1 , Bonn, Germany.
- Cáceres, J., & Ribas, C.** (1996). La sociedad opina sobre la ciencia. *Mundo científico* nº 167, Abril , 347-353.
- Calvo, M.** (2000). Líneas generales de un programa de difusión de la ciencia al público. *Actas del I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia*, (págs. (págs. 293-311). Granada.
- Carballo, P. A., & García, A. J.** (2003). *Modelo de Alianzas Asociativas Universidad-Empresa para la formación de profesionales en Chile*. Chile.
- Chávez, R. I.** (2008). *¿Cómo surge UNIVERSUM?* Recuperado el 18 de Agosto de 2011, de SOMEDICyT: http://www.somedicyt.org.mx/tesis_universum.html

- Contreras, F.** (2000). La divulgación científica en la televisión: el espectáculo de lo. Actas del I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, (pág. n/d). Granada.
- Corsi, G., Esposito, E., & Baraldi, C.** (1996). Glosario sobre la teoría Social de Niklas Luhmann. México D.F.: Universidad Iberoamericana. A.C.
- Díaz, B. F., & Hernández, R. G.** (1997). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: Mc Graw Hill.
- Douma, M.** (2005). *Michael Douma*. Recuperado el 10 de Abril de 2010, de <http://www.michaeldouma.com/projects.html>
- Durkheim, E.** (1991). Educación y Sociología. México: Colofón.
- Duschl, R. A., & Rubio, A. M.** (1997). Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo. Madrid: Narcea Ediciones,.
- Estrada, L.** (2003). La divulgación de la Ciencia en México. México: UNAM DGDC.
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K.** (2002). A Survey of Socially Interactive Robots: Concepts, Design, and Applications. Pittsburgh, Pennsylvania: The Robotics Institute.
- Gallese, V. E.** (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 119 , 593–609.
- García, G. E.** (2008). Neuropsicología y Educación. De las neuronas espejo a la teoría de la mente. *Revista de Psicología y Educación*, , pp. 69-89. ISSN 1699-9517.
- Gardner, H.** (1983). *Multiple Intelligences*. Nueva York: Paidós.
- Hall, E. T.** (1989.). *El lenguaje silencioso*. Madrid: Alianza.
- Hall, E. T.** (1978). *Más allá de la cultura*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Happe, F.** (2007). *Introducción al Autismo*. Madrid: Alianza.
- Hernández J. E.** (Enero de 2005). La divulgación de la Astronomía en el Museo de las Ciencias, UNIVERSUM. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de SOMEDICyT: http://www.somedicyt.org.mx/tesis_universum.html
- Hernández, R.** (Julio de 2008). Zentrale Hochschulbibliothek Flensburg. Recuperado el 2011 de Febrero de 15, de El vínculo universidad-empresa y su relación con la competitividad de los países: <http://www.zhb-flensburg.de/dissert/russbel/Diss%20Russbel.pdf>
- Hinds, P., Wang, L., Rau, P.-l. p., Evers, V., & Robinson, B. K.** (2009). When in Rome: the role of culture & context in adherence to robot recommendations. In *Proceedings of HRI'2010* , pp.359~366.
- Huerta, O. A.** (1996). La difusión cultural en la UNAM. México: Tesis Licenciatura Psicología.
- Ichbiah, D.** (2005). *Robots, From Science Fiction to Technological Revolution*. Francia: Abrams Inc.
- Interaction Design Association.** (2004). *IXDA*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2011, de <http://www.ixda.org/about/ixda-mission>
- International Federation of Robotics.** (2007). *International Federation of Robotics*. Recuperado el 12 de octubre de 2010, de <http://www.ifr.org/service-robots/>
- Jiménez, M., & Sanmartí, N.** (1997). ¿Qué ciencia enseñar: objetivos y contenidos en la educación secundaria? La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. *Cuadernos de Formación del Profesorado*
- Kaplan, F.** (2004). Who is afraid of the humanoid? Investigating cultural differences in the acceptance of robots. *International journal of humanoid robotics* 1(3) , pp. 465-480.
- Kurzweil, R.** (2005). *The Singularity is Near. When Human Transcend Biology*. New York, NY: Viking Penguin Group.

- López, P. A., & Kyriakou, D.** (31 de Julio de 2007). Robots, genes and bytes: technology development and social changes towards the year 2020. Recuperado el 2011 de Febrero de 13, de www.sciencedirect.com.
- Lovgren, S.** (6 de Septiembre de 2006). National Geographic News. Recuperado el 6 de Enero de 2011, de <http://news.nationalgeographic.com/news/2006/09/060906-robots.html>
- Luhmann, N.** (2007). La sociedad de la sociedad. México: Herder.
- Lujan, S. H.** (1989). El centro universitario de comunicación de la ciencia y sus antecedentes. Una experiencia de comunicación de ciencia en la UNAM. México: Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias.
- Malec, J.** (2002). Some thoughts on robotics for education. Suecia: Department of Computer Science Lund University.
- Martínez, Carballo, N.** (28 de octubre de 2009). El Universal. Recuperado el 26 de Noviembre de 2010, de <http://www.eluniversal.com.mx/notas/636445.html>
- McLean Kathleen.** (1993). The manual of museum planning. Planning for people in museum exhibitions. Planning for People in Museum Exhibitions. n/d: ASTC.
- Mehrabian, A.** (1972). Nonverbal Communication. Nueva York: Transaction.
- Meza, I., Salinas, L., Venegas, E., Hayde, C., & Pineda, L.** (2010). Specification and Evaluation of a Spanish Conversational System Using Dialogue Models. Proceedings IBERAMIA 2010. LNCS (LNAI) , Vol. 6433, pp. 346-355, 2010.
- Moncayo, G. L.** (2001). Estudio de un modelo de talleres de Ciencia en el Museo UNIVERSUM. Recuperado el 5 de Agosto de 2011, de SOMEDICyT: http://www.somedicyt.org.mx/tesis_universum.html
- Moravec, H.** (1999). Robot. Mere machine to transcendent Mind. New York: Oxford University Press.
- Oliva, J., & Matos, J.** (2000). Sobre las relaciones entre la didáctica de las ciencias y la comunicación de la ciencia. Actas del I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, (págs. 338-341). Granada.
- P. John, O., & Srivastava, S.** (1999). The Big-Five Trait Taxonomy:History, Measurement, and Theoretical Perspectives. En H. o. research, P. John, Olive; Srivastava, Sanjay (págs. 2-71). Nueva York: Guilford.
- Padilla, J.** (Diciembre de 2007). Diseño construcción y operatividad de exhibiciones interactivas. Obtenido de www.redpop.org
- Pineda, L., & GolemGroup.** (2010). The Golem Team, RoboCup@Home 2011. Proceedings of Robocup 2001 .
- Pineda, L., Meza, I., & Salinas, L.** (2010.). Dialogue Model Specification and Interpretation for Intelligent Multimodal HCI. Proceedings IBERAMIA 2010. LNCS (LNAI), vol 6433, , 20-29.
- Pozo, J., & Gómez, C.** (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata.
- Rascon, C., Aviles, H., & Pineda, L.** (2010). Robotic Orientation towards Speaker for Human-Robot Interaction. Advances in Artificial Intelligence . BERAMIA 2010, Vol. 6433, Springer. Eds. Kuri-Morales, Angel, and Simari, Guillermo R. , 10-19.
- Rennie, L., & McClafferty, T.** (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria, and zoos to promote learning in science. Journal of Science Teacher Education , 175 - 185.
- Rojas, S. R.** (2011). Guía para realizar investigaciones sociales. México DF.: Plaza y Valdéz Editores.

Salcedo, A. E., Zuleta, M. M., Rubio, M., & Beltrán, I. d. (16 de abril de 2006). Neuronas espejo, Teoría de la Mente y Corrupción, Neuropsicología para prevenir la corrupción. Recuperado el 20 de Septiembre de 2011, de <http://www.grupometodo.org/netomyc.pdf>

Schultz, A., & Goodrich, M. (2007). Human–Robot Interaction: A Survey. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction* Vol.1 No.3 , 203–275.

Spencer-Oatey, H. (2000). Rapport management: A framework for analysis. . *Culturally speaking - Managing rapport through talk across cultures* , 11-46.

Steffoff, R. (2005). *Robot*. n/d: Marshall Cavendish.

Takayuki, K., Hiroshi, I., Tetsuo, O., Michita, I., & Ryohei, N. (2001). Development and Evaluation of an Interactive Humanoid Robot “Robovie”. Wakayama Japon: ATR Media Integration & Communications Research Laboratories and Wakayama University.

Takayuki, K., Hiroshi, I., Tetsuo, O., Michita, I., & Ryohei, N. (2001). *Robovie: an Interactive Humanoid Robot*. Wakayama Japon 2001: Department of Computer & Communication Sciences, Wakayama University.

Tapia, A. (2005). *Motivar en la escuela, motivar en la familia*. Madrid: Morata.

Tapia, A. (1997). *Orientación educativa. Teoría, evaluación e intervención*. Madrid: Síntesis.

Tapia, J., & Fita, E. (1998). *La Motivación en el Aula*. Madrid: PPC ediciones.

UNICEF. (Septiembre de 2011). *UNICEF México*. Recuperado el Septiembre de 2011, de http://www.unicef.org/mexico/spanish/ninos_6876.htm

Universum Museo de las Ciencias de la UNAM. (2011). *Universum*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2011, de <http://www.universum.unam.mx/conocenos.php>

Usability Net Project. (Enero de 2006). *UsabilityNet*. Recuperado el Octubre de 2011, de <http://www.usabilitynet.org/tools/wizard.htm>

Villalpando, J. M. (2009). *Historia de la Educación en México*. México: Porrúa.

Wang, L., Rau, P., Krisper, R. B., & Pamela, H. (2010). When in Rome. *Proceeding HRI '10 Proceeding of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction* ACM New York, NY, USA , n/d.

Wilczynski, V., & Slezycski, S. (2007). *First robots: aim high*. n/d: Rockport publishers inc.