

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO Y DE LA INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE DE DIRECCIONAMIENTO DEL MISMO.”

EDGAR SANTIAGO AGUILLÓN VESGA
DIANA MARCELA RUEDA TRIANA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2007

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO Y DE LA INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE DE DIRECCIONAMIENTO DEL MISMO.”

EDGAR SANTIAGO AGUILLÓN VESGA

Código: 2001113

DIANA MARCELA RUEDA TRIANA

Código: 1992753

Trabajo de Grado para optar el título de
Diseñador Industrial

DIRECTOR:

D.I. JUAN CARLOS MORENO MUÑOZ

CODIRECTOR:

ING. JORGE HERNANDO RAMÓN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Bucaramanga, febrero de 2007

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
1.1 TITULO DEL PROYECTO	3
1.2 OBJETIVOS GENERALES	3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
2. DISEÑO METODOLÓGICO	6
2.1 MÉTODO A UTILIZAR	6
2.2 FASES DEL PROYECTO	6
2.2.1 Fase de estructuración.....	6
2.2.2 Fase de investigación.....	6
2.2.3 Fase de requerimientos.....	7
2.2.4 Fase de diseño	7
2.2.5 Fase de realización	8
2.2.6 Fase de valoración.....	8
2.2.7 Fase de conclusión.....	8
3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	9
3.1 APLICACIÓN DE LA ROBÓTICA EN EDUCACIÓN	9
3.1.1 Fundamentos de la robótica en la educación	10
3.1.2 Objetivos de la robótica en el ámbito educativo.....	11
3.2 DISEÑO DE ROBOTS	12
3.3 LOGO	14
4. ESTADO DEL ARTE	16
4.1 LOS ESTUDIOS DEL MIT	16
5. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	18
5.1 ROBOTS.....	18
5.1.1 Antecedentes	19
5.1.2 Tipos de Robots.....	21

5.3.2.a Robots Manipuladores	21
5.1.2.b Robots Autónomos y Telerrobótica.....	22
5.1.2.c Robots Móviles	23
5.1.3 Configuración.....	23
5.1.3.a Sistemas de locomoción.....	23
5.1.3.b Motores	28
5.1.3.c Alimentación Eléctrica	30
5.1.3.d Sensores	34
5.5 LOGO Y LOS INICIOS DE LA EDUCACION INFORMATICA.....	39
5.6 PIAGET Y LOS JUGUETES INTELIGENTES.....	42
5.6.1.a Equilibrio entre el sujeto y el objeto	46
5.6.1.b Equilibrio entre los subsistemas	47
5.6.1.c Contra teorías Piagetianas	48
5.6.1.d La equilibración entre los subsistemas y el todo.....	49
5.7 TEORÍAS DE APRENDIZAJE	50
5.7.1 El Enfoque Conductista	50
5.7.2 El Enfoque Cognitivista.....	50
5.7.3 El Computador en la Educación	51
5.8 INTERFACES PARA NIÑOS.....	53
5.8.1 Diseño inclusivo	56
5.9 EVALUACIÓN	57
6. FASE DE REQUERIMIENTOS	59
6.1 REQUERIMIENTOS DEL ROBOT MÓVIL.....	59
6.1.2 De Función	59
6.1.2.a Versatilidad	59
6.1.2.b Mecánicos	60
6.1.2.c Acabado	60
6.1.2.d Estructurales	60
6.1.2.e Centro de gravedad	61

6.1.3 De Uso	61
6.1.3.a Seguridad	61
6.1.3.b Ergonomía.....	61
6.1.3.c Manipulación.....	62
6.1.3.d Mantenimiento	62
6.1.4 Formal estéticos	62
6.1.4.a Estilo.....	62
6.1.4.b Unidad	62
6.1.4.c Interés.....	63
6.2 REQUERIMIENTOS DE LA INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE	63
6.2.1 Análisis del producto	63
6.2.2 Elementos del lenguaje LOGO.....	64
6.2.2.a Primitivas	64
6.2.2.b Procedimientos	65
6.2.2.c Objetos LOGO e Identificadores	66
6.2.4 Análisis del usuario.....	71
6.2.5 Características específicas del programa y su entorno.....	72
6.2.6 Elaboración del concepto	73
6.2.7 Contenido de la interfaz	74
6.2.7.a Barra de titulo	74
6.2.7.b Barra de menús	74
6.2.7.c Barra de herramientas.....	79
6.2.7.d Ventanas de trabajo	79
6.2.7.e Barra de estado	81
6.3 NARRATIVA DIGITAL DEL PROGRAMA	81
6.4 Diagrama de flujo	84
7. FASE DE DISEÑO	85
7.1 ALTERNATIVAS DE ROBOTS	85
7.1.1 Análisis de las alternativas	87

7.1.1.a	Lista de los Requerimientos de Diseño	91
7.1.1.b	Orden de los Requerimientos	92
7.1.1.c	Ponderación Relativa de los Requerimientos	93
7.2	ALTERNATIVAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA	95
8.	FASE DE REALIZACIÓN	103
8.1	ALTERNATIVA EVOLUCIONADA DEL ROBOT	103
8.1.1	Modelado virtual de la alternativa	106
8.1.1.a	La carcasa o exoesqueleto	107
8.1.1.b	El sistema de locomoción	107
8.1.1.c	El chasis o endoesqueleto.....	108
8.2	PRUEBAS DE COLOR.....	111
8.3	DISEÑO ELECTRÓNICO DEL ROBOT Y DEL MODULO DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA.....	113
8.4	DISEÑO DEL MODULO DE TRANSMICION INALÁMBRICA	114
9.	FASE DE VALORACIÓN	116
9.1	COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ROBOT	116
9.1.1	Locomoción	116
9.1.1.a	Ensayos de avance	116
9.1.1.b	Ensayo Giros	117
9.2	PRUEBA DE USABILIDAD PARA LA INTERFAZ GRAFICA	118
9.2.1	Elaboración de test de usabilidad	122
9.3	COMPROBACION ERGONÓMICA DEL ROBOT	128
10.	FASE DE CONCLUSIÓN	132
10.1	MODELO FUNCIONAL	132
10.2	INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE.....	133
10.3	FACTORES TÉCNICO PRODUCTIVOS	135
10.3.1	Esquema Operacional	135
10.3.2	Producción en Serie	137
10.3.2.a	Proceso de inyección.....	139

11. CONCLUSIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	150

Lista de figuras

Figura 1. Sala de Informática	9
Figura 2. Primer Robot Tortuga.....	9
Figura 3. Estudios del MIT.....	16
Figura 4. Configuración Ackerman	24
Figura 5. Configuración Triciclo.....	24
Figura 6. Configuración diferencial.....	25
Figura 7. Configuración de Skid Steer.....	25
Figura 8. Configuración tipo oruga	26
Figura 9. Configuración Omnidireccional	26
Figura 10. Locomoción mediante patas	27
Figura 11. Configuraciones articuladas	27
Figura 12. Robot submarino.....	27
Figura 13. Servomotores.....	28
Figura 14. Motor paso a paso.....	30
Figura 15. Batería Lead-Acid.....	31
Figura 16. Baterías Ni - Cd.....	31
Figura 17. Baterías Ni – Mh.....	32
Figura 18. Baterías LiPo.....	32
Figura 19. Baterías Li-Ion	32
Figura 20. Baterías LiSO2.....	33
Figura 21. Celdas Solares	33
Figura 22. Celdas de Hidrogeno.....	33
Figura 23. Encoder	35

Figura 24. Encoder Absoluto	36
Figura 25. Encoder incremental	36
Figura 26. Seymour Papert	39
Figura 27. Jean Piaget	42
Figura 28. Diagrama de flujo	84
Figura 29. Alternativa A.....	95
Figura 30. Iconos de la alternativa A.....	97
Figura 31. Alternativa B.....	98
Figura 32. Iconos de la alternativa B.....	99
Figura 33. Alternativa C.....	100
Figura 34. Geometrización alternativa C	101
Figura 35. Iconos Alternativa C	102
Figura 36. Escarabajo	104
Figura 37. Geometrización del escarabajo.....	104
Figura 38. Primeros bocetos	105
Figura 39. Primer modelado virtual	105
Figura 40. Evolución final de la alternativa.....	106
Figura 41. Modelado virtual de la alternativa.....	106
Figura 42. Carcasa.....	107
Figura 43. Sistema de locomoción	108
Figura 44. Chasis	108
Figura 45. Disposición de las pilas y el mecanismo del lápiz	109
Figura 46. Acrílico Fluorescente.....	112
Figura 47. Tarjeta de transmisión inalámbrica.....	115
Figura 48. Alternativas	115
Figura 49. Descripción del robot.....	116
Figura 50. Test de usabilidad en el colegio Beth Salom.....	123
Figura 51. Resultados alternativa A	124
Figura 52. Resultados Alternativa B	125

Figura 53. Resultados alternativa C	126
Figura 54. Prueba ergonómica del robot	131
Figura 55. Modelo final	132
Figura 56. Personaje ayudante	133
Figura 57. Splash con el nombre del software	133
Figura 58. Pantanazo de la interfaz final	134
Figura 59. Maquina inyectora de plásticos	139
Figura 60. Esquema de la maquina inyectora	140
Figura 61. Moldes de dos placas.....	142
Figura 62. Piezas de Lego de diferentes colores moldeados por inyección	143

Lista de tablas

Tabla 1. Estructura del lenguaje logo	68
Tabla 2. Cuadro comparativo de las alternativas	85
Tabla 3. Alternativa 1: Caracol	87
Tabla 4. Alternativa 2: Rana	88
Tabla 5. Alternativa 3: Caracol 2	89
Tabla 6. Alternativa 4: Escarabajo.....	90
Tabla 7. Cuadro comparativo de la ponderación de los requerimientos.....	92
Tabla 8. Cuadro comparativo de la ponderación de las alternativas	94
Tabla 9. Alternativas para el mecanismo activador del lápiz.....	110
Tabla 10. Posibilidades de color para el robot.....	111
Tabla 11. Datos obtenidos en las pruebas	117
Tabla 12. Datos obtenidos en las pruebas	117
Tabla 13. Grado de frecuencia del fallo.....	129
Tabla 14. Grado de gravedad del potencial efecto de fallo	129
Tabla 15. Nivel de detectabilidad del fallo.	130
Tabla 16. Valores comunes de contracción en polímetros para inyección	144

TITULO

“ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO DIRIGIDO POR UN SOFTWARE”
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO Y DE LA INTERFAZ
GRAFICA DEL SOFTWARE DE DIRECCIONAMIENTO DEL MISMO*.

AUTORES: AGUILLON VESGA, Edgar Santiago**.
RUEDA TRIANA, Diana Marcela**.

PALABRAS CLAVES: Robótica móvil, Robótica educativa, LOGO, Escarabajo, LOUIS.

LOUIS es un sistema pedagógico integral enfocado a niños entre los siete y los doce años, compuesto por un lenguaje de programación educativo y un robot móvil, constituido como una herramienta de apoyo para mejorar las habilidades de observación, recolección y análisis de datos, predicción y razonamiento científico en el diseño, la conducción de experimentos y la solución de problemas tecnológicos. Todo esto con el fin de incentivar la creatividad y el ingenio de los estudiantes.

El diseño de la interfaz gráfica del software, permite al usuario relacionarse satisfactoriamente con el programa desarrollado de manera multidisciplinaria, logrando una adecuada interacción con el sistema. La manipulación del robot móvil como complemento, genera un espacio de desarrollo de la robótica educativa, permitiendo la creación de proyectos de carácter matemático. Este tipo de herramientas son la puerta de entrada a la cultura informática y favorecen la repetición continua, brindando al usuario una sensación de control.

El diseño futurista del robot móvil basado en la biónica del escarabajo, reafirma el concepto de robótica. Cuenta con un mecanismo que traza el recorrido según la ruta especificada por el niño en la aplicación y algunos elementos visuales que informan el estado del robot y asignan una personalidad al móvil.

* Proyecto de grado.

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial.
Director de proyecto: D.I. Juan Carlos Moreno.

TITLE

"NON AUTONOMOUS MOBILE ROBOT DIRECTED BY A SOFTWARE"
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A NON AUTONOMOUS MOBILE ROBOT AND OF THE
GRAPHIC INTERFACE OF THE SOFTWARE TO OPERATE IT*

AUTHORS: AGUILLON VESGA, Edgar Santiago**.
RUEDA TRIANA, Diana Marcela.**

KEY WORDS: Mobile robotics, educational robotics, LOGO, beetle, LOUIS.

LOUIS is an integral pedagogic system aimed to children between seven and twelve years-old. It is composed by a programming educational language and a mobile robot conceived as a tool to improve the following skills: observation, data recollection and analysis, prediction, and scientific reasoning. It can be applied for designing, carrying out of experiments and solution of technological problems. The purpose is to stimulate the creativity and inventiveness of the students.

The design of the graphic interface of the software allows the user to establish a satisfactory relationship with the program. The manipulation of the mobile robot generates a space to develop the educational robotics, because it allows the creation of mathematical projects. Tools like this one are the main entrance to the computing culture and, in addition, they favor continuous repetition, which gives the user a feeling of control.

The futuristic design of the mobile robot, based on the bionics of the beetle, confirms the concept of robotics. It has a mechanism that marks the path according to the instructions given by the child and some visual elements that give the information of the state of the robot and give a personality to the mobile.

* Grade Project

** Faculty of Physical - Mechanical Engineering. School of Industrial Design.
Thesis Director: I.D. Juan Carlos Moreno

INTRODUCCIÓN

El propósito de este proyecto es implantar programas innovadores para enseñar ciencia y tecnología a niños y jóvenes con el uso de robots y materiales tecnológicos, por medio de la manipulación de software, en este caso basado en la filosofía de LOGO. Con la intención de que ellos logren desarrollar y mejorar sus habilidades tecnológicas, de observación, de recolección de datos, análisis de los mismos, predicción y razonamiento científico en el diseño y la conducción de experimentos y la solución de problemas tecnológicos, todo esto con el fin de incentivar la creatividad y el ingenio de los estudiantes.

LOGO es un lenguaje de programación orientado al trabajo en el aula tanto para los profesores como para los alumnos y ha sido por años una herramienta útil para enseñar el proceso de aprendizaje y de pensamiento, ya que es comúnmente utilizado para la exploración de las Matemáticas, pues utiliza un trazador de recorridos en la pantalla conocido como “la tortuga” que introduciéndole ordenes a manera de comandos, se mueve una determinada distancia y gira un número dado de grados, así, el estudio de geometría mediante la construcción e investigación de polígonos, figuras y recorridos hace de LOGO una herramienta de aprendizaje poderosa.

Hoy en día la robótica constituye una ciencia aplicada compleja, que merece la mayor atención. Omitir la enseñanza de sus principios sería perjudicial y contradictorio frente a las exigencias de una sociedad que quiere desarrollarse. La implementación de programas de robótica asistida por computador, fomenta las capacidades científicas y tecnológicas de los niños y jóvenes en Colombia, generando un gran impacto social y educativo en el país, ya que actualmente en el mercado no existe material didáctico con este propósito.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Debido a la necesidad de intervención del Diseño Industrial en los diferentes programas de formación superior, surgen proyectos interdisciplinarios, donde además de poseer una excelente fundamentación técnica, es imprescindible la adecuada interacción objeto-usuario, complementándose entre si y cumpliendo con todos los objetivos de cualquier proyecto.

El Diseño Industrial en este proyecto logrará una eficiente interacción objeto-usuario en dos etapas del proyecto: la primera, el diseño del prototipo de la estructura o chasis del robot móvil y la tarjeta de transmisión inalámbrica, donde se cuenta con la asesoría del grupo de Electrónica Recreativa Avanzada, ERA, de la Universidad Industrial de Santander, para poder generar soluciones adecuadas a los planteamientos de Diseño. La segunda etapa se trabaja conjuntamente con la Escuela de Ingeniería de Sistemas en el diseño de la interfaz gráfica del software, que permite la adecuada interpretación del programa basado en la filosofía de LOGO, el cual define los recorridos del robot. Centrando la atención en la correcta comunicación, y basándonos en las técnicas, metodologías y prácticas propias de la Usabilidad y el Diseño Centrado en el Usuario, en este caso, estudiantes de educación básica primaria de la ciudad de Bucaramanga.

La usabilidad y sus técnicas han sido aplicadas al diseño y la producción industrial, en el marco de la ergonomía, y al diseño y producción de software, especialmente en lo correspondiente al diseño y evaluación de interfaces de usuario, que buscan organizar cada página o pantalla de un sistema de la manera más clara posible, en el contexto de la interacción hombre-máquina.

La usabilidad atiende a cuestiones y problemas que son directamente visibles en el producto final, la interfaz de usuario, y no a aspectos de más alto nivel, como

pueden ser la arquitectura de la información, el diseño de navegación, o la estructura hipertextual. Estas razones obligan a integrar la usabilidad como un componente más en el proceso de diseño, íntimamente relacionado con el diseño de la interacción del robot, y en consecuencia con la interfaz¹.

Luego de la realización de modelos virtuales y comprobaciones técnicas y ergonómicas se cumplirán estas etapas y se contará con el prototipo funcional de un robot móvil no autónomo programable, con determinadas cualidades que incentiven al estudiante a interesarse por el mundo de la robótica, el diseño, la programación y la electrónica.

1.1 TITULO DEL PROYECTO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO Y DE LA INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE DE DIRECCIONAMIENTO DEL MISMO.

1.2 OBJETIVOS GENERALES

Diseñar y construir el prototipo funcional de la estructura o chasis² del robot móvil y del modulo de transmisión inalámbrico.

Diseñar y construir la interfaz gráfica del software de direccionamiento del robot móvil.

¹Dr. Jesús Tramillas, Propuestas de análisis de usabilidad para sedes Web, Dpto. Ciencias de la Documentación, Universidad de Zaragoza, tramillas@posta.unizar.es | <http://tramullas.com>

² "La estructura o chasis: es la encargada de darle forma al robot y sostener sus componentes. Puede estar constituida por numerosos materiales, como plásticos, metales, etc. y tener muchas formas diferentes. Los robots pueden ser del tipo "endoesqueleto", donde la estructura es interna y los demás componentes externos, o "exoesqueleto", donde la estructura es externa y cubre los demás elementos." http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar / rob_dis4.htm

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Revisar e identificar la documentación existente sobre usabilidad y el diseño centrado en el usuario.

Aplicar los conceptos de diseño básico y de usabilidad en la creación de la interfaz gráfica del software, la estructura del robot móvil y su modulo de transmisión inalámbrico.

Generar un entorno virtual donde la comunicación entre sistema y usuario sea adecuada para la correcta interacción con el robot móvil.

Construir un prototipo funcional de la interfaz grafica del software, de la estructura del robot móvil y su modulo de transmisión inalámbrica.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Para poder involucrar al estudiante de educación básica primaria de una manera lúdica y mejorar el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, de acuerdo a los nuevos parámetros de educación integral en Colombia, surge la necesidad de implantar proyectos que incentiven al estudiante a familiarizarse con la robótica desde temprana edad.

Los colegios e institutos encontrarán en el Robot móvil asistido por computador, una valiosísima herramienta docente que puede cubrir desde pequeños talleres de robótica a completos cursos de formación, ya que el robot trata las principales materias de la robótica, comenzando por lo más básico hasta llegar a problemas complejos de programación.

La incorporación de este tipo de programas, ofrece a los profesores y alumnos un punto de partida para realizar y resolver distintos problemas planteados, que de una forma amena e interesante motiva a los estudiantes a realizar sus propios programas desde el principio, aprendiendo poco a poco a programar un robot móvil.

La filosofía de LOGO, fue tomada como base del proyecto gracias a sus cualidades en el campo de la educación. Es un lenguaje de programación, sin embargo, es mejor pensar en él como un lenguaje de aprendizaje; un lenguaje que incentiva que los estudiantes exploren, que aprendan, y que piensen. Permitiendo métodos de enseñanza encubiertos que salvan la resistencia a los aprendizajes formales. De modo que, la adecuación de este programa a la robótica móvil, facilita la interacción objeto-usuario, cumpliendo con los objetivos de la implementación de la robótica en la enseñanza, debido a su carácter matemático que es apropiado para el desarrollo de habilidades visomotoras, lateralidad, organización espacial y temporal, imprescindibles para el desarrollo integral de la persona. Además sirven para mejorar los grados de atención, potenciar el razonamiento, la reflexión y el pensamiento deductivo. Son la puerta de entrada a la cultura informática y favorecen la repetición instantánea y continua hasta dominar la situación, adquiriendo sensación de control.

Es importante resaltar que el objetivo primordial de este proyecto es satisfacer las necesidades de nuestra región por medio de elementos que nos acerquen cada vez más a la tecnología de la robótica. Y donde la robótica nos facilite la tarea de aprendizaje y conocimiento, desarrollando nuevas estrategias didácticas que apoyados en la tecnología forjan las capacidades del hombre, tratando siempre de responder a los cuestionamientos de la humanidad, a nivel macro y a nivel micro, conociendo el ser y su propósito.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 MÉTODO A UTILIZAR

Investigación exploratoria: es aquella que permite con más seguridad establecer relaciones de su causa a efecto. La investigación exploratoria se caracteriza por usar grupos experimentales y de control, donde el investigador manipula el factor supuestamente casual usando procedimientos al azar para la selección y asignación del sujeto y tratamiento. Es artificial y restrictiva.

El método deductivo es el más utilizado en la investigación exploratoria, donde se inicia con la observación de fenómenos generales, con el propósito de señalar las verdades particulares contenidas en una situación general³.

2.2 FASES DEL PROYECTO

2.2.1 Fase de estructuración

En esta fase se buscará y se clasificará información obtenida por medio de libros, tesis, revistas, periódicos, Internet, visitas y entrevistas que sirvan de apoyo para la definición del proyecto.

2.2.2 Fase de investigación

Luego de tener definido el proyecto y conocer la información que se necesita para la realización del mismo, en esta etapa se hace una investigación profunda de

³ Fuente: Icfes Opcit. Pag, 51. Metodología de investigación un enfoque para ingenieros. Morales, Martha P.

cada uno de los factores que influyen en la delimitación de los requerimientos y el correcto desarrollo del proceso de diseño.

2.2.3 Fase de requerimientos

Debido a que el proyecto está planteado en dos partes, una del diseño de las estructuras, tanto del móvil como del módulo de transmisión inalámbrica, y otra del diseño de la interfaz gráfica del software, se especifican los requerimientos para cada una. En esta fase se contará con el aporte de los compañeros de Ingeniería Electrónica quienes propondrán los aspectos técnicos del robot, y los compañeros de Ingeniería de Sistemas para el desarrollo de la interfaz.

2.2.4 Fase de diseño

La fase de diseño es la etapa en la que se proponen de acuerdo a los requerimientos planteados, las diferentes alternativas de modo bidimensional, por medio de lluvia de ideas y aplicando conceptos de diseño y técnicas de proporción, ya sean bocetos a mano alzada, o modelados virtualmente por un CAD. Luego se hace un análisis de cada una de las propuestas, para escoger la alternativa que más se adecue a los requerimientos planteados en la etapa anterior. La evaluación de las alternativas será de forma cualitativa, calificando sus características referentes al uso, función, estética, tecnología, mecanismos y producción y así escoger la mejor alternativa, evolucionarla y someterlo a una nueva prueba para obtener el modelo final.

Para el diseño de la interfaz gráfica se analizarán las características de interacción y contenido, para proponer alternativas enfocadas a un público infantil.

2.2.5 Fase de realización

Para tener una idea más real o aproximada de la alternativa seleccionada, es necesario elaborar un modelo físico tridimensional de la estructura del robot y prototipos virtuales de la interfaz gráfica, logrando así conocer con detalle cada una de sus características como dimensiones, materiales, mecanismos, elementos electrónicos, funcionamiento y estandarización.

2.2.6 Fase de valoración

La valoración del modelo funcional se hará por medio de comprobaciones técnicas y ergonómicas de acuerdo a los parámetros y requerimientos establecidos anteriormente. Para hacer las mejoras respectivas y cumplir con los objetivos propuestos.

Las interfaces se evaluarán por medio de test de usabilidad, que se realizará a un público de 7 a 12 años. Extrayendo las mejores características de cada alternativa y poder llegar a una propuesta final.

2.2.7 Fase de conclusión

Esta es la fase final del proyecto, donde después de haber hecho las mejoras a los modelos, se construyen el prototipo funcional, cumpliendo así con los objetivos y los requerimientos propuestos.

Además se entregará el informe final con la recopilación de todos los procesos realizados durante el proyecto.

3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

3.1 APLICACIÓN DE LA ROBÓTICA EN EDUCACIÓN⁴

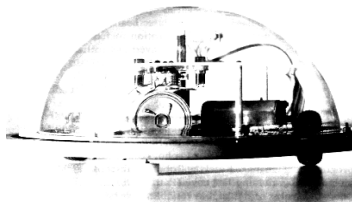
Figura 1. Sala de Informática



<http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/images/FOTO7.JPG>

Los robots están apareciendo en los salones de clases de tres distintas formas. Primero, los programas educacionales utilizan la simulación de control de robots como un medio de enseñanza. Un ejemplo palpable es la utilización del lenguaje de programación del robot Karel, el cual es un subconjunto de Pascal; este es utilizado por la introducción a la enseñanza de la programación. El segundo y de uso más común es el uso del robot tortuga en conjunción con el lenguaje LOGO para enseñar ciencias computacionales. LOGO fue creado con la intención de proporcionar al estudiante un medio natural y divertido en el aprendizaje de las matemáticas.

Figura 2. Primer Robot Tortuga



<http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/images/IMAGE186.GIF>

⁴ http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/apl_educ.htm

En tercer lugar está el uso de los robots en los salones de clases. Una serie de manipuladores de bajo costo, robots móviles, y sistemas completos han sido desarrollados para su utilización en los laboratorios educacionales. Debido a su bajo costo muchos de estos sistemas no poseen una fiabilidad en su sistema mecánico, tienen poca exactitud, no existen los sensores y en su mayoría carecen de software.

3.1.1 Fundamentos de la robótica en la educación⁵

La aplicación de la Robótica comienza con los estudios desarrollados por Newell, Show y Simon y desembocó en estudios que tienen estrechas relaciones con la psicología cognitivista.

En principio, podemos tener en cuenta que actualmente la Educación General Básica (E.G.B.) ya incluye esta área en el curriculum. Sólo se halla en discusión a partir de que ciclo es conveniente hacerlo. El tratamiento de este tema se fundamenta en las palabras de César Coll cuando propone que enseñar debe tener en cuenta:

a) Lógica propia en la disciplina: la robótica es un área de la Tecnología que crea y diseña aplicaciones llamadas máquinas robots cuyas funciones son manipular objetos (cajitas, bolsas de cemento, herramientas) y posicionarlos (llevarlos a un lugar determinado). No es sólo una tecnología, sino que, además, integra Mecánica, Electrónica, Electromecánica e Informática. Alrededor de la Robótica se están desarrollando los siguientes campos conceptuales: Control Automático y Telecomunicaciones

⁵ http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/apl_educ.htm

También posee un importante contenido matemático (especialmente en Trigonometría) y Física (estudio de las máquinas en movimiento y dinámica del movimiento). Existe un componente asociado a la Biología como fuente de ideas (copia de estructuras de movimiento tomados de la naturaleza como por ejemplo: arácnidos, reptiles, trompa de elefante, etc.). De esta forma es como se da fuerte relación de la Biología con los Sistemas de Control Automático.

b) Lógica psicológica: Históricamente, la Robótica Educativa se comenzó a trabajar pensando que ello permitía desarrollar habilidades relacionadas con la resolución de problemas y como una buena oportunidad de plantear para el aprendizaje las ciencias implicadas: Matemática, Física, Biología (entorno de aprendizaje). De esta manera, la Robótica Educativa pasaría a ser una parte del currículo de Tecnología a través de la cual no sólo se pretende que el alumno adquiera habilidades para la resolución de problemas sino para aprender la lógica de la disciplina en sí.

c) Lógica Social: La Robótica es una de las Tecnologías más significativas porque ha tenido un fuerte impacto social como la Informática. Este aspecto no ha sido planteado directamente y es el que se relaciona con la dimensión histórico-social, es decir, con todas aquellas cuestiones que se vinculan más con las Ciencias Sociales como las que se refieren a valores, medio ambiente, calidad de vida, etc.

3.1.2 Objetivos de la robótica en el ámbito educativo⁶

a) Como objeto de estudio en si misma: La Robótica definida como "educación para la robótica", es decir, definida como objeto de estudio y dominio, ya sea para fines industriales, científicos, exploratorios, etc. es el objetivo de las escuelas técnicas o Laboratorios de Automatización.

⁶ http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/apl_educ.htm

b) Como recurso pedagógico: La robótica para la educación definida como medio para estimular el acercamiento personalizado, el estudio e investigación, la construcción e invención de y con los materiales y conceptos de las "ciencias" y "tecnologías" que convergen en ella. Estos objetivos se vinculan con las instituciones educativas no técnicas en todos sus niveles.

Algunos objetivos de la Robótica como recurso pedagógico podrían ser:

1-El desarrollo del pensamiento

a- En el contexto de construcción: desarrollando la inteligencia práctica y el pensamiento creativo.

b- En el contexto de programación: formalizando procesos de acción y retroalimentación.

2-El desarrollo del conocimiento. Específicamente de mecánica, electricidad, física en general, matemática y geometría aplicadas, y programación.

3-La adopción de criterios de diseño y evaluación de las construcciones.

4-La valoración de sí mismos como constructores e inventores en este contexto.

5-La comprensión y valoración del aporte de la tecnología en el mundo a través de una comprensión más íntima y más personal de la misma.

3.2 DISEÑO DE ROBOTS⁷

Como todo dispositivo funcional, los robots tienen una estructura formada por sistemas o subsistemas y componentes. Si observamos la forma y el funcionamiento de los diferentes tipos de robots podemos deducir que todos tienen algo en común:

⁷ http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/rob_dis4.htm

La estructura o chasis: es la encargada de darle forma al robot y sostener sus componentes. Puede estar constituida por numerosos materiales, como plásticos, metales, etc. Y puede tener muchas formas diferentes. Los robots pueden ser del tipo "endoesqueleto", donde la estructura es interna y los demás componentes externos, o "exoesqueleto", donde la estructura es externa y cubre los demás elementos. Las formas de las estructuras son de lo más variadas, tanto hasta donde la imaginación y la aplicación que se le va a dar al robot lo permitan.

Las fuentes de movimiento: Las fuentes de movimiento son las que le otorgan movimiento al robot. Una de las más utilizadas es el motor eléctrico. Un motor es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica rotacional que se utiliza para darle movimiento a ruedas y otros medios de locomoción. En robótica se utilizan motores de CC (corriente continua), servomotores y motores paso a paso. Una fuente de movimiento nueva que apareció recientemente en el mercado son los músculos eléctricos, basados en un metal especial llamado Nitinol.

Los medios de transmisión de movimiento: Cuando las fuentes de movimiento no manejan directamente los medios de locomoción del robot, se precisa una interfase o medio de transmisión de movimiento entre estos dos sistemas, que se utiliza para aumentar la fuerza o para cambiar la naturaleza del movimiento, por ejemplo para convertir un movimiento circular en lineal, o para reducir la velocidad de giro. Se suelen emplear conjuntos de engranajes para tal fin, aunque también se usan ruedas de fricción o poleas y correas.

Los medios de locomoción: Los medios de locomoción son sistemas que permiten al robot desplazarse de un sitio a otro si éste debe hacerlo. El más utilizado y simple es el de las ruedas y le siguen en importancia las piernas y las orugas.

Los medios de agarre: Algunos robots deben sostener o manipular algunos objetos y para ello emplean dispositivos denominados de manera general medios de agarre. El más común es la mano mecánica, llamada en inglés "gripper" y derivada de la mano humana. En los robots industriales se usan mecanismos especiales para sostener herramientas o piezas de formas determinadas.

La fuente de alimentación: La fuente de alimentación de los robots depende de la aplicación que se les dé a los mismos, así si el robot se tiene que desplazar autónomamente, se alimentará seguramente con baterías eléctricas recargables, mientras que si no requiere desplazarse o sólo lo debe hacer mínimamente, se puede alimentar mediante corriente alterna a través de un convertidor. En los robots de juguete o didácticos se pueden emplear baterías comunes o pilas, y en los de muy bajo consumo celdas solares.

3.3 LOGO

"Logo es el nombre de una filosofía de educación y de una familia en continua evolución de lenguajes de programación que contribuye a su realización"

Harold Abelson / Apple Logo, 1982

En 1964, Seymour Papert pasó al Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts, el célebre MIT, para trabajar con Marvin Minsky. Llevó consigo las ideas centrales de su maestro Piaget al nuevo entorno computacional de alta tecnología de los Estados Unidos. Su primer "objeto computacional" fue, precisamente una "tortuga" controlada con LOGO, un novedoso lenguaje de programación que habría de constituirse rápidamente en un instrumento educativo muy valioso en todo el mundo. Las primeras tortugas eran mecanismos tan grandes y resistentes como para poder resistir el peso de un niño

sobre ellas, después se convirtieron en modelos reducidos con motores, sensores y sintetizadores de voz. Pronto las tortugas físicas se convirtieron en "metáforas computacionales" de gran utilidad y se incorporaron a la pantalla bidimensional de la computadora con el propósito de trazar imágenes y diseños complejos simulando un lápiz de enorme poder y flexibilidad.⁸

3.3.1 LOGO: Una herramienta para enseñar a pensar⁹

LOGO no es solamente un Lenguaje de Programación, sino toda una filosofía del Aprendizaje, que consiste en crear un clima propicio para que los niños razonen permanentemente (no solo en una determinada etapa de la clase, sino en todo su desarrollo) mediante proyectos de tipo fundamentalmente gráficos (aunque esto no sea más que al comienzo) y sumamente interesantes para ellos.

Durante el transcurso del aprendizaje, el niño va desarrollando conjuntos de estrategias para encarar la resolución de situaciones problemáticas. Divide el proyecto propuesto por el maestro o por el mismo en partes más sencillas (Análisis), lo analiza detallada y concienzudamente en conjunto con los demás integrantes de su equipo de trabajo, lo esboza en su cuaderno, lo desarrolla en la computadora en forma modular, en procedimientos y sub-procedimientos, lo depura (corrige, modifica, agrega, quita, etc.), lo reúne en procedimientos de mayor nivel o superprocedimientos (Síntesis) lo almacena en su diskette de trabajo (registración), lo imprime (gráficos y procedimientos), lo compara con los trabajos hechos por otros grupos de trabajo (similitudes y diferencias), lo muestra a sus maestros y compañeros, se enorgullece de sus logros y descubrimientos y alardea sobre las dificultades superadas (fortalecimiento de su autoestima), etc. Todo ello en un clima de alegría, entusiasmo y hasta euforia (si son bien guiados).

⁸[http:// www.proyectodegrado\logo\RobóticaenMendoza\DGE2\Mendoza\Argentina.htm](http://www.proyectodegrado\logo\RobóticaenMendoza\DGE2\Mendoza\Argentina.htm)

⁹ <Http://www.educomp.esc.edu.ar/> <ftp://ftp.educomp.esc.edu.ar/> Por Gustavo O. Delfino master@canopus.com.ar

4. ESTADO DEL ARTE

4.1 LOS ESTUDIOS DEL MIT¹⁰

Figura 3. Estudios del MIT



<http://mondragon.angeltowns.net/paradiso/HistoriaLogo01.jpg>

Los estudios iniciales de MIT, son la base del programa LOGO, fueron el surgimiento de un nuevo sistema de enseñanza. Con la tecnología actual y propia de nuestra región se pueden implantar estos proyectos a modo de talleres de laboratorio para la enseñanza de la robótica y la programación.

A lo largo de los 70s, LOGO se estuvo incubando en el MIT y en algunos otros lugares: Edimburgo, Escocia y Tasmania, Australia. Hubo pequeñas actividades de investigación conducidas en escuelas locales, incluidas las escuelas públicas de Brookline, justo más arriba del MIT siguiendo el Río Charles. Dan Watt y otros investigadores del MIT documentaron su trabajo con un pequeño número de estudiantes de escuelas primarias que usaron Logo. Sus reportes están entre las varias docenas de Memos Logo publicados por el MIT durante ese período.

El Lenguaje de Programación LOGO, es un dialecto de Lisp, que fue diseñado para ser una herramienta para aprender. Sus características (modularidad, extensibilidad, interactividad y flexibilidad) solo buscan este objetivo. Para la

¹⁰ Generado con PureJoy de Daniel Ajoy. Fecha: 15:43 - Jun 02, 2005 <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/about/index.html>

mayoría de la gente, el aprender LOGO no es un fin en sí mismo, de igual manera que el programar también es un medio. Las actividades de programación en LOGO son sobre matemáticas, lenguaje, música, robótica, telecomunicaciones y ciencias. Es usado para desarrollar simulaciones, y para crear presentaciones multimedia.

Los ambientes más populares de Logo involucran a la Tortuga, que era originalmente una criatura robótica que se colocaba en el suelo y podía instruir para que se desplazara tecleando comandos en el computador. Pronto, la tortuga se trasladó a la pantalla de gráficos del computador donde es utilizada para realizar dibujos, diseños y figuras. Algunos tipos de tortugas pueden cambiar de forma y convertirse en aves, autos, aviones, o cualquier cosa que el diseñador escoja. En ambientes LOGO con muchas de tales tortugas, o "sprites" como se les llama a veces, pueden ser creadas animaciones elaboradas y juegos.

5. FASE DE INVESTIGACIÓN

5.1 ROBOTS

Los robots son máquinas en las que se integran componentes mecánicos, electrónicos, eléctricos y de comunicaciones, y dotadas de un sistema informático para su control en tiempo real, percepción del entorno y programación.

Una de las aplicaciones más importantes de la robótica es la robótica industrial la cual se trata fundamentalmente de dotar de flexibilidad a los procesos productivos manteniendo al mismo tiempo la productividad que se consigue con una máquina automática especializada. Así, se han abordado aplicaciones en la exploración espacial, actividades subacuáticas, manipulación y transporte de materiales peligrosos, minería, agricultura, construcción, cirugía, etc. La mayoría de estas máquinas son fundamentalmente teleoperadas, pero se trata de dotarlas de una mayor autonomía llegando a construir robots.

Otro sector de importancia creciente en las aplicaciones de la robótica es el de los robots de servicios, entre los cuales se incluyen los robots domésticos, robots de ayuda a los discapacitados, robots didácticos y robots asistentes en general. Tampoco hay que olvidar que los humanos siempre han sentido una gran atracción por las máquinas que imitan los gestos más visibles de los seres vivos en general y de las personas en particular. Por tanto, tampoco hay que extrañarse de la importancia creciente de las aplicaciones recreativas de la robótica.

Los robots actuales son obras de ingeniería y como tales concebidas para producir bienes y servicios o explotar recursos naturales. Desde esta perspectiva son máquinas con las que se continúa una actividad que parte de los propios orígenes

de la humanidad, y que desde el comienzo de la Edad Moderna se fundamenta esencialmente en conocimientos científicos.

En nuestro siglo el desarrollo de máquinas ha estado fuertemente influido por el progreso tecnológico. De esta forma se pasa de máquinas que tienen como objetivo exclusivo la amplificación de la potencia muscular del hombre, sustituyéndolo en su trabajo físico, a máquinas o instrumentos que son también capaces de procesar información, complementando, o incluso sustituyendo, al hombre en algunas actividades intelectuales.

5.1.1 Antecedentes

Desde la antigüedad, el hombre ha sentido fascinación por las máquinas que imitan la figura y los movimientos de seres animados. Existe una larga tradición de autómatas desde los antiguos egipcios que unían brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses y los griegos que construían estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, las cuales se utilizaban para fascinar a los adoradores de los templos.

En los siglos XVII y XVIII, había varios sistemas mecánicos que tenían algunas de las características de los robots. Por ejemplo, Jacques de Vaucanson, construyó una réplica de un músico (humano) a mediados de 1700. En 1805, Henri Maillardet construyó una muñeca mecánica la cual era capaz de realizar algunos dibujos, por medio de una serie de levas y dispositivos mecánicos que eran usadas como el "programa" para el control automático de los movimientos y para guiar al dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. En esencia, éste tipo de robots mecánicos se construían con el propósito de entretener al rey o a la gente. Por otro lado, también surgieron otro tipo de invenciones mecánicas durante la revolución industrial: este tipo de creaciones se enfocaban principalmente al campo textil, por ejemplo, el hiladero jenny de Hargreaves

(1770), la mula de hilados de Crompton (1779), el telar de poder de Cartwright, el telar de Jacquard en (1801), entre otros.

El campo de la robótica tiene sus orígenes de la ciencia la ficción. Una obra checoslovaca publicada en 1917 por Karel Kapek, denominada "Rossum's Universal Robots", dio lugar al término robot. La palabra checa 'Robota' significa servidumbre o trabajador forzado, y cuando se tradujo al inglés se convirtió en el término robot. La Ciencia Ficción, sin duda, ha contribuido de manera muy importante al desarrollo de la robótica por medio de las ideas, formas y diseños que en ocasiones son muy difíciles de llevar a la realidad.

En los siguientes años, los sistemas numéricos y los sistemas de control remoto son dos de las tecnologías que sustentan el desarrollo de robots. El control numérico (NC) fue creado para máquinas y herramientas al rededor de la década de 1940 y principios de 1950. Esta basado en el trabajo original de John Parsons, el cual concibió el uso de ciertas tarjetas las cuales contenían los datos de posición para controlar los movimientos axiales en una máquina y herramienta. Él demostró su concepto en la fuerza aérea de los Estados Unidos, lo cual sustentó el desarrollo de tal tecnología en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). El proyecto del MIT, usó tres ejes en una máquina para demostrar el prototipo para NC en 1952.

En los años ochenta y noventa se han diseñado un gran número de máquinas cuyo objetivo no es sustituir la actividad directa de un trabajador en una cadena de producción. Se trata de realizar tareas en lugares difícilmente accesibles, con riesgo de accidentes, en condiciones peligrosas para la salud, o trabajos que resultan difíciles por el tamaño de los objetos que es necesario manipular.

La investigación en inteligencia artificial desarrolló maneras de emular el procesamiento de información humana con computadoras electrónicas. Hoy en

día, los robots, son sistemas altamente automatizados controlados por medio de computadoras, además del desarrollo en la tecnología, los actuadores de control retroalimentados, transmisión de potencia a través de engranes, y la tecnología en sensores han contribuido a flexibilizar los mecanismos autómatas para desempeñar tareas dentro de la industria.

En fin, existen muchas contribuciones del mundo al campo de la robótica y aún quedan una infinidad de problemas sin resolver. Científicos de todo el mundo se encuentran trabajando para mejorar los métodos modernos de control y manejo de los robots, así como en sus diversas aplicaciones, lo cual permitirá poco a poco irlos introduciendo de forma comercial al mercado global.

5.1.2 Tipos de Robots¹¹

5.3.2.a Robots Manipuladores

La gran mayoría de los robots industriales son en principio brazos articulados. Según la definición del “Robot Institute of America”, un robot industrial es un manipulador programable multifuncional diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos variados, programados para la ejecución distinta de tareas.

Su sistema mecánico esta compuesto por diversas articulaciones como el brazo y el órgano terminal que pueden ser pinzas o un dispositivo específico dependiendo de la tarea. A mayor número de articulaciones mayor maniobrabilidad pero menor control, lo que disminuye su precisión.

¹¹ *MOBILE ROBOTS, Joseph L. Jones, Anita M. Flynn, Bruce A. Seiger – Second edition
*<http://www.austec.cl/cursos.html>

Los actuadores empleados para generar la fuerza y necesarios para animar la estructura son por lo general hidráulicos y neumáticos, pero últimamente se están empleando motores eléctricos de corriente continua servocontrolados como los paso a paso, ya sea directamente o empleando engranajes u otras transmisiones, controlados a su vez por sistemas de control y sensores en lo que respecta a velocidad y posicionamiento.

5.1.2.b Robots Autónomos y Telerrobótica

De acuerdo con su grado de autonomía, los robots pueden clasificarse en teleoperados, de funcionamientos repetitivos y autónomos o inteligentes. En los robots teleoperados las tareas de percepción del entorno, planificación y manipulación compleja son realizadas por humanos. Es decir, el operador actúa en tiempo real cerrando un bucle de control de alto nivel. Los sistemas evolucionados suministran al operador realimentación sensorial del entorno (imágenes, fuerzas, distancias). En manipulación se emplean brazos y manos antropomórficos con controladores automáticos que reproducen los movimientos del operador.

Los robots de funcionamiento repetitivo son la mayor parte de los que se emplean en cadenas de producción industrial. Trabajan normalmente en tareas predecibles e invariantes, con una limitada percepción del entorno. Son precisos, de alta repetibilidad y relativamente rápidos; incrementan la productividad ahorrando al hombre trabajos repetitivos y, eventualmente, muy penosos o incluso peligrosos.

Los robots autónomos o inteligentes son los más evolucionados desde el punto de vista del procesamiento de información. Son máquinas capaces de percibir, modelar el entorno, planificar y actuar para alcanzar objetivos sin la intervención, o con una intervención muy pequeña, de supervisores humanos.

5.1.2.c Robots Móviles

El desarrollo de robots móviles responde a la necesidad de extender el campo de aplicación de la Robótica, restringido inicialmente al alcance de una estructura mecánica anclada en uno de sus extremos. Se trata también de incrementar la autonomía limitando todo lo posible la intervención humana.

Desde el punto de vista de la autonomía, los robots móviles tienen como precedentes los dispositivos electromecánicos, creados para desarrollar funciones inteligentes como descubrir caminos en laberintos, pero el incremento de la capacidad computacional y el desarrollo de nuevos sensores, mecanismos y sistemas de control, ha permitido aumentar su autonomía.

5.1.3 Configuración¹²

El primer paso en la construcción de un robot móvil es su configuración, esto es, definir como estarán distribuidos los principales elementos que lo componen: sistemas de locomoción, sensores, motores y tipo de alimentación eléctrica.

5.1.3.a Sistemas de locomoción

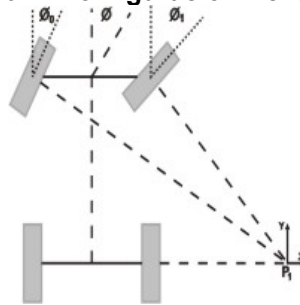
Los robots móviles emplean diferentes tipos de locomoción algunos más complejos y eficientes que otros, pero aun siguen siendo más comunes los sistemas que emplean ruedas, las cuales otorgan características y propiedades diferentes respecto a la eficiencia energética, dimensiones y maniobrabilidad.

a. Configuración Ackerman. Es el empleado en vehículos de cuatro ruedas convencionales. La rueda delantera interior gira un ángulo ligeramente superior al exterior para eliminar el deslizamiento. Las prolongaciones de los ejes de las dos

¹² *MOBILE ROBOTS, Joseph L. Jones, Anita M. Flynn, Bruce A. Seiger – Second edition

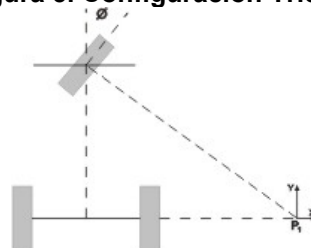
ruedas delanteras se intersectan en un punto sobre la prolongación del eje de las ruedas traseras. Su mayor problema es la limitación en la maniobrabilidad.

Figura 4. Configuración Ackerman



b. Configuración en Triciclo. La rueda delantera sirve tanto para la tracción como para el direccionamiento. El eje trasero, con dos ruedas laterales es pasivo y sus ruedas se mueven libremente. La maniobrabilidad puede presentar problemas de estabilidad en terrenos difíciles. El centro de gravedad tiende a desplazarse cuando el vehículo se desplaza por una pendiente, causando la pérdida de tracción.

Figura 5. Configuración Triciclo



c. Configuración Diferencial. La configuración diferencial se presenta como la más sencilla de todas. Consta de dos ruedas situadas diametralmente opuestas en un eje perpendicular a la dirección del robot. Cada una de ellas irá dotada de un motor, de forma que los giros se realizan dándoles diferentes velocidades. Así, si queremos girar a la derecha, daremos mayor velocidad al motor izquierdo. Para girar a la izquierda, será el motor derecho el que posea mayor velocidad. Con dos ruedas es imposible mantener la horizontalidad del robot. Se producen cabeceos

al cambiar la dirección. Para solventar este problema, se colocan ruedas “locas”. Estas ruedas no llevan asociadas ningún motor, giran libremente según la velocidad del robot. Además, pueden orientarse según la dirección del movimiento, de forma análoga a como lo hacen las ruedas traseras de los carritos del supermercado. Dependiendo de las necesidades, se pueden colocar una, dos o más ruedas “locas”. Sin embargo, la presencia de más de tres apoyos en el robot (incluidas las dos ruedas de tracción), puede llevar a graves cálculos de odometría en terrenos irregulares, e incluso a pérdida de tracción total.

Figura 6. Configuración diferencial



d. Dirección Sincronizada. Consiste en tres o más ruedas, todas ellas dotadas de tracción y acopladas mecánicamente, de forma que todas rotan en la misma dirección y a la misma velocidad. Se necesita que todas ellas pivoten de la misma manera al cambiar la dirección.

e. Configuración Skid Steer. Se disponen varias ruedas en cada lado del vehículo que actúan de forma simultánea. El movimiento es el resultado de combinar las velocidades de las ruedas de la izquierda con las de la derecha.

Figura 7. Configuración de Skid Steer



f. Configuración tipo oruga. Es similar al skid steer pero sustituyendo las ruedas por orugas en las que tanto la impulsión como el direccionamiento se consiguen mediante pistas de deslizamiento, las cuales actúan de forma análoga a ruedas de gran diámetro. Se emplea en casos en los que el terreno presente irregularidades.

Figura 8. Configuración tipo oruga



g. Configuración Omnidireccional: Se trata de dotar al robot con ruedas especiales denominadas “ruedas suecas” o omnidireccionales que permiten conseguir el movimiento en cualquier dirección.

Figura 9. Configuración Omnidireccional



h. Locomoción mediante patas. Permiten aislar el cuerpo del terreno empleando únicamente puntos discretos de soporte permitiendo estabilidad y sobrepasar obstáculos, asimismo, es posible conseguir omnidireccionalidad y un deslizamiento en la locomoción mucho menor sobre casi cualquier superficie, ya que se le pueden adicionar garras o dispositivos de succión o magnéticos a los extremos de las patas. En los robots con este sistema la complejidad de los mecanismos necesarios es mucho mayor, así como el consumo de energía en la locomoción. Los problemas de planificación y control son más complejos que en los vehículos con ruedas.

Figura 10. Locomoción mediante patas



i. Configuraciones articuladas. Son de interés para terrenos difíciles a los que debe adaptarse el cuerpo del robot. La solución más simple consiste en articular dos o más módulos con locomoción mediante ruedas.

Figura 11. Configuraciones articuladas



j. Robots submarinos y aéreos. El interés de las aplicaciones tales como la inspección, recolección de datos o mantenimiento de instalaciones en entornos naturales a los que el acceso del hombre resulta muy difícil, o incluso imposible, ha motivado también el desarrollo de este tipo de vehículos. Los cuales son el resultado de la evolución de vehículos teleoperados o pilotados por el hombre.

Figura 12. Robot submarino



5.1.3.b Motores

a. **Servomotores**¹³. Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia. El recorrido del eje de salida es de 180° en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para tener un recorrido libre de 360° y actuar así como un motor. En la composición interna de un servomotor se podrán observar los circuitos de control (potenciometro o sistema de retroalimentación de posición usado para el control de la misma), un motor DC y un juego de piñones.

También se puede ver los 3 cables de conexión externa. Uno es para alimentación Vcc (+5volts), conexión a tierra y el de control de señales. Su velocidad varía según voltaje de funcionamiento y ángulo de movimiento.



El control de posición lo efectúa el servo internamente mediante un potenciometro que va conectado mecánicamente al eje de salida y controla un pwm (modulador de anchura de pulsos) interno. Una posición central sería un pulso de 1.5

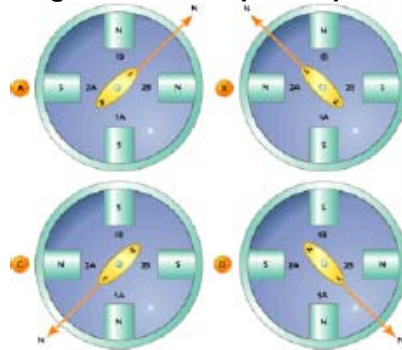
¹³ *MOBILE ROBOTS, Joseph L. Jones, Anita M. Flynn, Bruce A. Seiger – Second edition
*<http://www.x-robotics.com/>

milisegundos, que es enviado 50 veces por segundo al motor. Un pulso de 1 ms rotará el eje totalmente a la izquierda y un pulso de 2 ms rotará totalmente el eje a la derecha. Cualquier valor intermedio hará posicionar el eje entre los +/-90 grados, con respecto al centro (1.5 ms).

b. Motores DC. Los clásicos micromotores DC (Direct Current) o también llamados CC (corriente continua) son usados generalmente en robótica, en juguetes, walkmans, carros teleoperados, ventiladores, etc. Los hay de distintos tamaños, formas y potencias, pero todos se basan en el mismo principio de funcionamiento. Por lo general tienen muchas revoluciones por minuto RPM (velocidad), pero bajo torque (fuerza), pero esto se soluciona poniendo engranajes reductores que bajarán la velocidad pero aumentaran la fuerza. Al aplicar un voltaje DC el motor empieza a girar, al quitarlo se detiene, si se quiere cambiar la dirección del motor, se debe cambiar la polaridad. A diferencia de los motores paso a paso y los servos, los motores DC no pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.

c. Motores paso a paso. Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8°, es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360°. Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizadas, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

Figura 14. Motor paso a paso



5.1.3.c Alimentación Eléctrica¹⁴

En un robot móvil la fuente de poder, debe de ser suficiente para que él actúe de una manera adecuada durante el tiempo necesario para finalizar cada una de las tareas asignadas. Para asegurar esto, es necesaria la implementación de una fuente de poder constante la cual generalmente es proporcionada por una batería. Las baterías son la solución más común empleada en robots móviles. Una batería convierte la energía química en energía eléctrica. Por su naturaleza, las baterías varían por la diferencia en sus propiedades. El escoger una batería adecuada puede ser todo un reto. Sin embargo, consideraciones principales dictan que para la mayoría de las aplicaciones, es posible utilizar baterías con celdas alcalinas, si baterías primarias son requeridas, o baterías de níquel-cadmio (NiCds) si es necesaria su constante recarga.

Las baterías de carbo-zinc han existido desde hace mas de 100 años, y a pesar de su bajo costo, tiene el más bajo nivel de densidad de energía. Las baterías de celdas alcalinas, tienen mayor densidad de energía. Cuentan con una resistencia interna mucho menor y su costo es moderado. La densidad de energía de las baterías de plata y las de mercurio es muy buena. También tienen buena curva

¹⁴ * MOBILE ROBOTS, Joseph L. Jones, Anita M. Flynn, Bruce A. Seiger – Second edition
* <http://www.austec.cl/cursos.html>

muy plana de descarga, sin embargo, son relativamente caras. Por otro lado, las baterías de Litio tienen el mayor nivel en su densidad energética, curva plana de descarga y tienen mayor resistencia interna que las baterías alcalinas.

La capacidad de la batería usualmente se mide en amperes - hora (amphour ó miliamp-hours). Para obtener la energía, se multiplica la cantidad de amphour por el voltaje de la celda. Esto da el Watt-hora, el cual tiene unidades de energía: 1 Watt = 1 Joule/seg.

I. Tipos de baterías

a. Lead-Acid. Bajo precio, alto peso y no requieren de grandes cuidados pero por su alto peso muchas veces no son una buena alternativa. Hasta 90 Ah sin mayores problemas. Esencialmente dos tipos: de plomo ácido acuoso que es vulnerable a derrames y plomo ácido gel que evita derrames de ácido y permite mayor movilidad.

Figura 15. Batería Lead-Acid



b. Ni-Cd. (Celdas de Níquel-Cadmio) presentan alta tasa de carga /descarga (30 Ah) y posee efecto memoria además se pueden guardar descargadas. Densidad de carga: 1000, 2100, 5000 mAh por celda de 1,2 V y son económicas.

Figura 16. Baterías Ni - Cd.



c. Ni-Mh. (Celdas de Níquel-Metal) menor tasa de carga /descarga que las ni-cd (20 Ah) y no posee efecto memoria, se guardan cargadas pero pierden capacidad al estar descargadas. Densidad de carga: 2300, 5000, 10000 mAh por celda de 1,2 V. Son económicas.

Figura 17. Baterías Ni – Mh.



d. LiPo. (Celdas de Polímetro de Litio) 2,4 Ah de carga / descarga, presentan peligro de explosión si se sobrepasa la carga. No posee efecto memoria y se guardan cargadas. Se caracterizan por su bajo peso. Densidad de carga: Múltiplos de 700 mAh por celda de 3,7 V, se debe a que se venden por lo general los pack ya hechos pero su precio es mas alto.

Figura 18. Baterías LiPo



e. Li-Ion. (Celdas de Ion de Litio) baja tasa de carga / descarga (2,4 Ah / 5 Ah), no posee efecto memoria, se guardan cargadas, por lo menos 3 veces mas densidad de carga que una ni-mh y se caracterizan por un bajo peso pero son mas robustas que las LiPo. Densidad de carga: 2000mAh por celda de 3,7 V. Son un poco más costosas.

Figura 19. Baterías Li-Ion



f. LiSO_2 . (Celdas de dióxido de litio y azufre (Saft)) tienen aplicaciones espaciales y militares. Baja tasa de carga / descarga. No posee efecto memoria y se guardan cargadas. Especiales para condiciones extremas, se ha comprobado que la carga dura mas de 7 años con muy poca alteración. Densidad de carga: Hasta 16 Ah, cada celda es de 2,5 V pero son muy costosas.

Figura 20. Baterías LiSO_2



g. Celdas solares. Baja alimentación. Se debe usar con algún medio químico para almacenar energía. Por lo general se deben usar partes y motores de bajo consumo. El medio ambiente lo limita mucho. El área cubierta por una celda solar es proporcional a la energía entregada 1.5V y 400mAh.

Figura 21. Celdas Solares



h. Celdas de hidrogeno. Baja alimentación. Se debe usar con algún medio químico para almacenar energía. Utilizadas en el espacio desde la década de los 60's. La interacción de hidrógeno y oxígeno produce energía eléctrica. Sólo emiten agua como residuo pero no es fácil conseguir hidrogeno.

Figura 22. Celdas de Hidrogeno



5.1.3.d Sensores¹⁵

Una parte importante a la hora de construir un robot es la incorporación de sensores. Los sensores trasladan la información desde el mundo real al mundo abstracto de los microcontroladores.

Una gran variedad de sensores, tales como: sensores propioceptivos o internos nos dan información del estado del robot (velocidad, aceleración, temperatura circuitos, etc.) y sensores exteroceptivos o externos que le permiten informarse donde se encuentra, distancia a obstáculos y fuerzas aplicadas a objetos del entorno; pueden ser adquiridos a precios variados y conectarlos por medio de una interfase al robot. Muchos sensores pueden ser conectados de manera directa al microprocesador, sin embargo, algunos de los sensores necesitan ser amplificados o controlados por medio de unos circuitos al microprocesador.

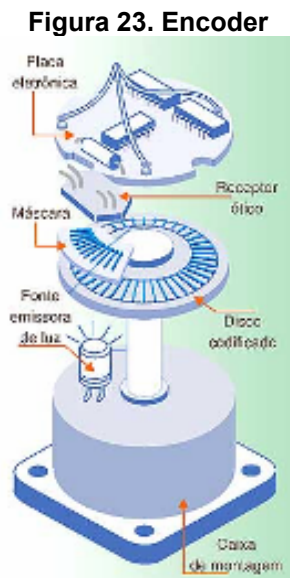
Una vez que un sensor ha sido seleccionado y la interfase apropiada fue diseñada para conectar el sensor al microprocesador, se tiene que realizar un programa para que las señales provenientes de los sensores sean leídas. Esto es escrito en un lenguaje ensamblador y se conoce como drivers del software.

Dos conceptos importantes que tienen que ser comprendidos a la hora de analizar un sensor son: el rango y la sensibilidad. La sensibilidad es la medida del grado en el cual la señal de salida cambia al cambiar la cantidad medida. Un dispositivo sensor reacciona a los niveles de variación de un estímulo físico por medio de variaciones en la señal de salida (la cual puede ser un voltaje, frecuencia, corriente, etc.). Usualmente los circuitos asociados a un sensor amplifican o transforman el voltaje que alimenta a la entrada del convertidor análogo - digital (A/D).

¹⁵ * MOBILE ROBOTS, Joseph L. Jones, Anita M. Flynn, Bruce A. Seiger – Second edition

I. Sensores Internos

a. **Encoders.** Básicamente, consisten en un emisor de luz infrarroja enfrentado a un receptor de infrarrojos. El haz de luz es periódicamente interrumpido por un disco codificado con un patrón de ranuras, que está unido en su centro al eje del motor y, por tanto, gira a la misma velocidad que éste. Teniendo en cuenta el patrón con el que está codificado el disco, y la velocidad a la que se producen las interrupciones del haz de luz, se puede obtener la velocidad a la que está girando el motor.



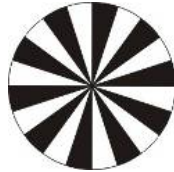
Encoder Absoluto: En los absolutos, se hace incidir una línea de luz infrarroja en la dirección radial del disco. Éste, presenta ranuras según una codificación Gray, donde los agujeros corresponden a unos lógicos, y las zonas opacas a ceros. El detector de infrarrojos está conectado a un dispositivo lógico que es capaz de decodificar la posición en la que se encuentra el disco. Se denominan absolutos porque dan en todo momento, para una determinada posición de del eje, la misma codificación Gray, siempre que no deslice el disco sobre el eje del motor.

Figura 24. Encoder Absoluto



Encoder Incremental (Óptico): En los incrementales, por el contrario, el disco se encuentra simplemente ranurado a intervalos constantes. El detector infrarrojo devuelve un tren de pulsos periódico. Contando el número de pulsos que se han dado en cierto intervalo de tiempo, si se sabe el número de pasos del encoder por cada vuelta, se podrá hallar la posición, e incluso la velocidad de giro del motor. Se podrían llamar encoders relativos, por que la posición la da a partir de un punto en el que hemos empezado a contar.

Figura 25. Encoder incremental



Potenciómetro: Son dispositivos útiles capaces de medir la posición angular y pequeños desplazamientos de posición lineal. Consta de una resistencia sobre la cual vamos variando nuestra posición de contacto, que denominamos 'wiper'. Generalmente sometemos sus extremos a un potencial conocido y medimos en el wiper. Los utilizan los motores servo.

b. Transformador diferencial de variación lineal (LVDT)

Se une al eje cuyo desplazamiento vamos a medir un núcleo ferromagnético. Si situamos este núcleo entre una serie de inductancias, la diferencia de potencial será proporcional al movimiento del eje. No permite grandes desplazamientos.

c. Global Positioning System (GPS). Se basa en una constelación de 24 satélites. El receptor mide el tiempo de vuelo de las señales que le llegan de los distintos satélites y por triangulación es capaz de deducir su posición en términos de longitud, latitud y altitud. Sin aplicar ningún tipo de corrección y con ocho satélites a la vista, la precisión es de 6 a 15 metros; pero puede obtenerse más precisión usando sistemas de corrección.

d. Brújula Digital. Sensor de campos magnéticos terrestres. Distintas precisiones e interfaces de salidas. En imagen CMPS03 que cuenta con salida dos posibles salidas: I2C y pulso de ancho variable.

e. Sensor de Temperatura. Generalmente entregan una salida proporcional a la temperatura, de fácil medición. Típico es el LM35 su salida es lineal y equivale a $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ por lo tanto: $+250\text{mV} = 25^{\circ}\text{C}$.

II. Sensores Externos

a. Sensores de Contacto (Bumper). Conmutador de 2 posiciones con retorno a la posición de reposo y palancas de accionamiento de distinto largo. De fácil acceso en cualquier tienda de electrónica.

b. Sensores de Deformación de Fuerza (PiezoResistivo). Proporciona una medida de fuerzas, con tecnología basada en un elemento piezorresistivo micromecanizado en silicio. Proporciona una señal de salida en mV sobre un margen de fuerzas de 1.500gr.

c. Sensores Ultrasónicos. Capaces de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra. Utilizan pulso ultrasónico y miden tiempo de retorno.

Interfaces Típicas: Pulso con ancho dado por tiempo de vuelo e Interfaz Serial (I2C, RS-232).

d. Sensores Infrarrojos de Distancia. Entregan una Medida de la distancia mediante el uso de un par emisor-receptor infrarrojo. Línea GP2D de Sharp es altamente utilizada en robótica.

e. Sensores Láser (Distancia). Se basa en la medida del tiempo que tarda en regresar de forma coaxial (por la misma trayectoria) un pulso de luz emitido. La distancia se podrá calcular dividiendo ese tiempo por dos y multiplicando por la velocidad de la luz.

f. Sensores Laser (Range Finder 3D). Permite obtener una imagen 3D del entorno con gran precisión. Varias imágenes en 1 [s]. Alto Peso (>5 Kg) y alto costo.

5.5 LOGO Y LOS INICIOS DE LA EDUCACION INFORMATICA.

Figura 26. Seymour Papert



<http://www.hln.nf.ca/hook99/images/seymour.gif>

Seymour Papert es matemático del MIT y uno de los pioneros de la Inteligencia Artificial. Nació el año 1928 en Sudáfrica. Trabajó junto a Piaget, en la Universidad de Ginebra, durante 5 años (1954-1958) donde fue infectado por las ideas del Constructivismo.

El aporte principal de Papert es haberse dado cuenta que las capacidades de representación de la información de las computadoras, sumadas a la interactividad que estas ofrecen al usuario, podrían permitir a los niños conducir sus experimentos y sus juegos en una escala completamente diferente a la que tienen en un arenero, en una pizarra o en una película de vídeo.

El estudio del desarrollo cognitivo de los niños hecho por el psicólogo suizo Jean Piaget y el científico matemático Seymour Papert, en la década de los 80´as, dio como resultado las metáforas de la tortuga y los micro mundos. Estas se llevaron a cabo por medio de LOGO, un programa diseñado para que el usuario diera las ordenes de direccionamiento a una tortuga y con esto generara gráficos en la pantalla. El famoso psicólogo infantil pensaba que el aprendizaje de un niño

debería realizarse a través de sus propios descubrimientos. Fue un gran avance para la era de la computación pues desde entonces la edad de iniciación frente a un PC pasó a ser de tan solo 7 años. Logo, el lenguaje de programación creado por Papert en el año 1968, tiene como objetivo que los niños puedan programar las computadoras y que estas sirvan de contexto para una exploración diferente a la que otros medios nos tienen acostumbrados.

Mary Minsky, investigadora de la inteligencia artificial, aportó sus conocimientos de simulación de mecanismos de la inteligencia humana con máquinas, cuando Seymour y su grupo intentaban buscar un puente por el cual los niños se pudiesen acercar al ordenador, encontrando tres áreas de interés para los niños: gráficos, música y robótica. De hay resultado que la robótica era la más excitante y sugestiva, lo que llevó a los científicos a crear la tortuga robótica. Esta tortuga es un robot que se mueve por el suelo llevando un lápiz y es controlada por la computadora. El lápiz puede subirse o bajarse a medida que la tortuga se va moviendo, permitiendo, así, el trazado de dibujos. La tortuga generalmente se maneja con el lenguaje Logo pero también se puede hacerlo con Basic.

El nombre de "tortuga" para el robot surgió en honor a Grey Walter¹⁶, un neurólogo británico que construyó "tortugas cibernéticas" en los años '50. Se trataba de vehículos accionados eléctricamente que median el nivel de carga de sus baterías, y cuando estaban "bajas" iban hacia un dispositivo de carga al que se enchufaban solas. La "tortuga" de Grey Walter fue unos de los primeros robots verdaderos.

¹⁶ W. Ross Ashby (Design for a Brain, N. York, 1952) y Gray Walter (The Living Brain, N.York, " 1952) Este último creó las tortugas que se auto-controlaban y auto-dirigían, por ejemplo: "buscaban una fuente de alimentación" (en este caso un acumulador para las baterías, cuando éstas estaban por agotarse), "se perseguían entre sí o se evitaban, se miraban en un espejo", etc., (simulación de conductas condicionadas).

Las primeras tortugas creadas por el MIT¹⁷, eran mecanismos tan grandes y resistentes como para poder resistir el peso de un niño sobre ellas, después se convirtieron en modelos reducidos con motores, sensores y sintetizadores de voz. A finales de la década de 1980, Seymour creó el concepto de los “mindstorms”, ó revolución de la mente, por medio de lego-logo, como resultado del análisis del constructivismo pedagógico, era una forma de pensar en acción!

Pronto las tortugas físicas se convirtieron en "metáforas computacionales"¹⁸ de gran utilidad y se incorporaron a la pantalla bidimensional de la computadora con el propósito de trazar imágenes y diseños complejos simulando un lápiz de enorme poder y flexibilidad.

Finalmente las tortugas LOGO aprendieron a navegar por el espacio virtual del monitor gracias a los procedimientos tridimensionales y de esa manera introdujeron rigurosamente la geometría tridimensional en la escuela primaria por primera vez. Y así, en poco tiempo, las experiencias LOGO se extendieron a los campos más diversos de las ciencias y de las artes.

Logo tuvo gran aceptación en Latinoamérica, donde se realizaron congresos educativos en Chile, Costa Rica y demás. Logo "caló" mas hondo en América Latina como tendencia educativa que en el propio Estados Unidos, donde fue una moda pasajera.

¹⁷ (Battro, A.M. Computación y aprendizaje especial, Buenos Aires, 1986).

¹⁸ . (Reggini, H.C. *Crea tu propia tortuga*. Buenos Aires, 1982).

5.6 PIAGET Y LOS JUGUETES INTELIGENTES

Figura 27. Jean Piaget



<http://www.nndb.com/people/359/000094077/piaget-3.jpg>

Jean Piaget nació en Neuchâtel (Suiza) en 1896 y murió en Ginebra en 1980. Condujo su propia revolución al emplear toda su vida al estudio de los procesos de aprendizaje. El aporte principal de Piaget es haber ayudado a renovar por completo nuestra concepción del pensamiento de los niños.

Tras su largo trabajo; que incluye más de 60 libros publicados, cientos de publicaciones científicas y más de 30 doctorados honoris causa; concluyó que el conocimiento no es algo que los adultos simplemente depositen en sus hijos como si fuesen un contenedor, sino que gran parte del conocimiento se obtiene por la forma en que los niños están preparados para interactuar con el mundo que los rodea y que todos los chicos construyen sus nociones de como el mundo funciona, usando los materiales que tienen a su disposición, en etapas sucesivas. Los chicos son verdaderos científicos que realizan experimentos, formulan teorías y prueban sus teorías con más experimentos en un proceso que los adultos llamamos jugar. Esta teoría se llama Constructivismo.

“El progreso de los conocimientos no se debe a una programación hereditaria, innata. No se debe tampoco a una acumulación de experiencias empíricas sino que es el resultado de una autorregulación.

Auto-regulación que es una equilibración que no vuelve al estado anterior en caso de perturbación sino siempre a un estado mejor, mejorado, en relación al estado inicial perturbado por la perturbación que el mecanismo auto-regulador se encargó de dominar. Yo llamo equilibración mayorante a este progreso en la equilibración...”¹⁹

En segundo lugar, hay tres tipos de equilibración:

- 1) entre el sujeto y el objeto, asimilación-acomodación,
- 2) entre los sub-sistemas de un sistema total y
- 3), finalmente, entre estos sub-sistemas (en tanto se han diferenciado) y el todo concebido como integración.

Entonces tenemos un equilibrio entre diferenciación e integración, el más difícil de obtener porque es siempre provisorio ya que este equilibrio será siempre superado.

Jean Piaget formó parte de esa cohorte de psicólogos que abrieron nuevos campos de investigación sobre la mente humana. La psicología científica nació en Europa a fines del siglo XIX pero tuvo un largo proceso para establecer criterios objetivos y universales para la observación y la experimentación. Con Piaget termina una etapa fundacional en el sentido más riguroso de la palabra.

¹⁹ Antonio M. Battro y Percival J. DENMA. Palabras iniciales de Jean Piaget. Conferencia celebrada en la Universidad de Ginebra el 2 de julio de 1976 como homenaje en sus ochenta años.

Desde Piaget ya nadie pone en duda la necesidad de una perspectiva psicogenética en el estudio de la mente humana. Gracias a sus trabajos se establecieron los parámetros de una ontogenia de las principales funciones intelectuales, lingüísticas, morales y afectivas del niño y del adolescente. Es un hecho no solo en la psicología infantil sino que también se ha aplicado en las áreas de la epistemología y la educación.

A la muerte de piaget, el planeta se abría a una nueva perspectiva, una de las revoluciones más radicales en las ciencias cognitivas: la introducción de los computadores en la educación básica primaria. Donde se experimentaba, luego de años de estudio, la posibilidad de brindar una herramienta al alcance de todos. Entonces Seymour (Un discípulo de Jean Piaget) publica su libro Desafío a la mente, que sería pues la puerta de entrada a la tecnología en la educación.

Toda esta transformación iniciada en aquella época es hoy en día la generadora de concepciones sobre la mente humana a partir del proceso de la ciencia de la computación y de la tecnología de la informática. De las neurociencias hasta la psico-lingüística, de la antropología hasta la filosofía, de la psicología evolutiva hasta la inteligencia artificial, ninguna disciplina relacionada con el estudio científico de la mente, ninguna ciencia cognitiva, ha dejado de utilizar la "metáfora computacional".

Aunque Piaget no vivió en un período computacional, su principio por excelencia. La equilibración, es la que mejor expone el contexto actual, la era informática. La equilibración, para Piaget es una auto-regulación que procede constructivamente por diferenciación e integración, acomodación y asimilación. El progreso de los conocimientos, para Piaget, no se debe a una acumulación empírica por simple asociación de datos o de información, ni a una programación

hereditaria o innata, sino a la auto-regulación que prolonga en el campo mental los procesos biológicos de la adaptación vital.

Piaget ha descrito tres formas de equilibrio:

a) equilibrio entre el sujeto y el objeto (acomodación/asimilación)

b) equilibrio entre los subsistemas entre sí y,

c) equilibrio entre los subsistemas diferenciados y el todo integrador.

Estas tres formas básicas han sido objeto de estudio de Piaget y de su escuela en numerosos trabajos que se han convertido en clásicos de la psicología del siglo XX. Se puede intentar ahora una aplicación computacional de estas ideas centrales de Piaget en el caso del juego y de los juguetes inteligentes, o "juegos constructivos computacionales" de la última generación.

Dentro de las edades de la niñez estudiadas por Jean Piaget, está la de 7 a 12 años, es en esta etapa de la niñez, según su enfoque psicogenético del juego; donde aparecen juegos y juguetes de construcción²⁰, los cuales son los que ayudan al niño a apropiarse de la realidad, a organizar sus pensamientos y jerarquizar los actos motores, en esta fase se crean estructuras y conceptos y es la etapa en la que el niño se enfrenta a problemas para resolverlos según su modelo mental. Luego aparecen los juegos de tipo reglado, que se caracterizan por manejar y comprender las reglas de cada juego y el claro propósito de los mismos es la competencia y la cooperación, donde se demuestra un alto grado de socialización y dominio de sí mismo.

²⁰ DIAZ VEGA, jose luis. El juego y el juguete en el desarrollo del niño. Ed trillas. impreso en Mexico: editorial Trillas, 1997, 232p.

5.6.1 LOS JUGUETES INTELIGENTES

La idea de incorporar procedimientos LOGO en la creación de objetos modulares nació gracias a la idea de LEGO/LOGO del MIT, Lego es un juego de origen danés, que consiste en cubos de plástico ensamblables y que junto con LOGO que es un lenguaje de programación que se presta de manera increíble para el desarrollo de procedimientos modulares y recursivos. Así con los últimos juegos se ha conseguido un elevado sistema de precisión con poleas, engranajes, ejes, motores y sensores, estos elementos permiten un nivel de complejidad mayor que son manejados desde el computador mediante una interfaz adecuada.

Desde el punto de vista piagetiano, el juego infantil se desarrolla en las culturas como un método de equilibración del niño que no alcanza su estabilidad definitiva puesto que siempre domina la asimilación sobre la acomodación. Así pues en la asimilación el objeto se incorpora al sistema mental y en los procesos de acomodación es el sistema el que se amolda a los objetos. Entonces la mente infantil da forma a los objetos más variados y se somete pero no totalmente a la forma y propiedades que estos ofrecen.

5.6.1.a Equilibrio entre el sujeto y el objeto

La contrapartida piagetiana del juego es la imitación donde la acomodación predomina sobre la asimilación. A partir de este doble desequilibrio original que observamos en el juego y en la imitación se construyen por equilibraciones sucesivas, siempre perturbadas pero siempre superadas, las estructuras cada vez más estables de la representación, bajo sus formas operatorias concretas y formales.

Los juguetes inteligentes utilizan la relación lúdica esencialmente asimétrica: "asimilación>acomodación" , que es aquella que estimula la producción de estructuras cada vez más complejas, entonces al introducir un elemento nuevo que se acople al juego, se genera un replanteamiento del objeto para que cumpla la nueva función y para que el sistema continúe su objetivo.

Al contrario estarían todos aquellos juegos y juguetes que solo son modelos para imitar, los cuales son los preferidos por los adultos y el comercio, donde existe un des-equilibrio opuesto: "acomodación>asimilación". Pues normalmente las instrucciones y los manuales dan toda la información necesaria para la solución única planteada. Este tipo de juegos y juguetes "trauman" al niño pues cohiben la libre generación de ideas e imaginación y limitan a la propuesta por un adulto o el mercado. En cambio la superación de todo modelo dado por la asimilación lúdica se transforma en un proceso de amplificación cognitiva de enorme importancia pedagógica. Como por ejemplo los juguetes inteligentes, que son la manifestación de una dinámica actual impresa por los procesos de asimilación intelectual en el desarrollo integral del niño contemporáneo.

5.6.1.b Equilibrio entre los subsistemas

Si la teoría de la adaptación como equilibrio entre la asimilación y la acomodación se remonta a las primeras obras publicadas de Piaget como naturalista, la teoría de una red de subsistemas cognitivos ya está presente en sus célebres estudios dedicados al nacimiento de la inteligencia en el niño: reacciones circulares, integración multisensorial progresiva, etc. En su obra posterior Piaget se ocupa de establecer las grandes líneas del desarrollo cognitivo de las categorías mentales fundamentales como el número, el espacio, el tiempo, etc. Dedicó así una parte importante de su obra a establecer los mecanismos estructurales y constructivos comunes a todos ellos y logra esbozar una arquitectura general de la vida mental

que sigue siendo útil para la investigación psicogenética de este fin de siglo. Su insistencia sobre el isomorfismo de las estructuras y funciones cognitivas tropezó empero con el grave problema de los "desfasajes" entre los sistemas operatorios. Por ejemplo, por qué la conservación de la sustancia aparece antes que la conservación del volumen, y otras cuestiones por el estilo.

5.6.1.c Contra teorías Piagetianas

Poco a poco se llegó a la conclusión que era conveniente investigar rigurosamente el desarrollo psicogenético de cada estructura particular, numéricas, musicales, espaciales, lingüísticas, etc. Surgieron así, en clara oposición a la teoría de Piaget, las teorías extremas de Noam Chomsky y de Jerry Fodor sobre la modularidad de algunos subsistemas mentales como el del lenguaje. Recientemente Howard Gardner extendió y flexibilizó estas ideas analizando la construcción universal (psicogénesis) y la destrucción circunstancial (por lesiones corticales específicas) de las "múltiples inteligencias" que es dable observar en el ser humano.

En el caso de los juguetes inteligentes es interesante comprobar que en su construcción intervienen una pluralidad de habilidades, talentos y competencias intelectuales. Un objeto inteligente es aquel que combina de manera precisa, mecanismos y herramientas (mecánica, electrónica, geometría, cronometría, diseño, sistemas, etc.) para poner a prueba los conocimientos de estos para conseguir un objetivo. Naturalmente estos conocimientos parciales se refuerzan mutuamente y forman subsistemas más o menos autónomos y modulares que se pueden transferir perfectamente de un juguete a otro (por ejemplo un subsistema para transformar un movimiento giratorio en un movimiento de traslación). Queda mucho aún por investigar en este campo de la equilibración piagetiana entre los subsistemas cognitivos durante el proceso constructivo de un juguete inteligente, y

esclaro que se trata de un campo de enorme interés no sólo para el psicólogo sino también para el educador moderno.

5.6.1.d La equilibración entre los subsistemas y el todo.

La equilibración mayorante es aquella que lidera el proceso del conocimiento según Piaget. Donde existe una mutua relación entre la operación y la co-operación en el desarrollo cognitivo. En un juego constructivo surgen espontánea y nítidamente grupos de niños abocados en un mismo problema en un periodo de tiempo (es largo o corto dependiendo del nivel de desarrollo co-operativo). Entonces el ser humano es un sujeto individual “co-sujeto” en un campo social de interacciones recíprocas y solidarias. Los juguetes inteligentes son tan variados como las mentes que los diseñan y realizan. Es más, cada uno de ellos en determinado momento puede pasar a convertirse en un elemento más de un escenario más amplio y complejo. Por ejemplo, los niños construyen en pequeños grupos los diferentes juegos en miniatura de un parque de diversiones, o los aviones y vehículos de un aeropuerto en escala reducida, etc. Para controlar a todos ellos por computadora en forma integrada es preciso crear procedimientos LOGO y eso requiere un nuevo esfuerzo de equilibración compartido. Dicho de otra manera, no hay forma más explícita de comprobar un progreso en la equilibración de un grupo humano que la realización de un proyecto común. Esto vale tanto en un proyecto mundial, regional o nacional como en un proyecto acotado a un juego infantil de construcciones, donde vemos, en miniatura, cómo se originan, se mantienen, se eliminan y se reconstruyen los subsistemas parciales en un todo emergente e integrador. La confluencia de varios programas parciales en un programa global, de múltiples proyectos locales y/o individuales en un diseño total satisfactorio es la mejor prueba de que estamos asistiendo, maravillados, a un modesto pero a la vez prodigioso despliegue de la creatividad humana.

5.7 TEORÍAS DE APRENDIZAJE

5.7.1 El Enfoque Conductista

El conocimiento se percibe a través de la conducta, entonces el modelo de la mente se comporta como una caja negra, como una manifestación de los procesos mentales internos. Desde el punto de vista de la aplicación de estas teorías en el diseño instruccional, fueron los trabajos desarrollados por ²¹B. F Skinner para la búsqueda de medidas de efectividad en la enseñanza el que primero lideró el movimiento de los objetivos conductistas. Así entonces es el resultado el que determina la efectividad del comportamiento, por lo que esta condicionada a por el estímulo inmediato ante un resultado del alumno, con objeto de proporcionar una realimentación o refuerzo a cada una de las acciones del mismo. Existen formuladas teorías de diseño de la instrucción basados en el conductivismo a partir de la taxonomía trabajos hechos por: Bloom en 1956, Gagné en 1985 y también de M. D. Merrill en 1987 y 1994.

Las críticas al conductismo están basadas en el hecho de que determinados tipos de aprendizaje solo proporcionan una descripción cuantitativa de la conducta y no permiten conocer el estado interno en el que se encuentra el individuo ni los procesos mentales que podrían facilitar o mejorar el aprendizaje.

5.7.2 El Enfoque Cognitivista

Las teorías cognitivas tienen su principal exponente en el constructivismo²² El constructivismo en realidad cubre un espectro amplio de teorías acerca de la cognición²³ que se fundamentan en que el conocimiento existe en la mente como

²¹ [Skinner, 1958, Skinner, 1968, Tyler, 1975].

²² [Bruner, 1966, Piaget, 1969, Piaget, 1970, Piaget, 1980].

²³ [Duffy and Jonassen, 1992].

representación interna de una realidad externa. El aprendizaje en el constructivismo tiene una dimensión individual, ya que al residir el conocimiento en la propia mente, el aprendizaje²⁴ es visto como un proceso de construcción individual interna de dicho conocimiento.

Por otro lado, este constructivismo individual, representado por Papert en 1988 y basado en las ideas de J. Piaget se contrapone a la nueva escuela del constructivismo social. En esta línea se basan los trabajos más recientes de Bruner, 1990 y también de Vigotsky, 1978 que desarrollan la idea de una perspectiva social de la cognición que han dado lugar a la aparición de nuevos paradigmas educativos en la enseñanza por computador, como los descritos en Koschmann, 1996 y Barros, 1999.

5.7.3 El Computador en la Educación

“No se trata de que las máquinas programen a los niños, sino de que éstos programen a las máquinas.”

Papert (Mindstorms: Computers, Children and Powerful)

El pionero de la instrucción programada fue el psicólogo norteamericano S. J. Pressey, donde el material instruccional debe estar compuesto por una serie de pequeños pasos que precisan la respuesta activa del estudiante, quien recibe una realimentación instantánea en el uso de los mismos. Esta teoría es perfectamente aplicable en el desarrollo de la tecnología aplicada, pues gracias a que el material es libre, el estudiante esta en la capacidad de fortalecer y generar tres principios básicos de la instrucción programada: El desarrollo del auto-estímulo en el uso de los sistemas, la participación activa del estudiante y la realimentación durante el uso de los sistemas.

²⁴ [Jonassen, 1991].

Según Fernández²⁵ se describen tres enfoques diferentes para el diseño de material educativo hipermedia: Una primera aproximación basada en el diseño de los contenidos educativos, que se articulan en cursos, lecciones, ejercicios y tests. El modelo de contenido está orientado hacia un enfoque parecido a la organización de las bases de datos y centrado en la idea de la estructuración del dominio educativo.

El segundo enfoque se basa en el modelo hipertexto, en el que se modeliza un dominio educativo como una red de componentes de una granularidad determinada y donde las interacciones del usuario vienen dadas por las decisiones que este realiza durante la navegación por el material.

En tercer lugar el sistema está centrado en el estudiante y en sus necesidades, en donde el diseño se realiza adaptándolo a los conocimientos previos del estudiante y a las interacciones potenciales de éste con el entorno. En este sentido hay un análisis previo de las interacciones con el entorno desde un punto de vista pedagógico y esto permite incorporar algunos nuevos paradigmas de aprendizaje en el sistema.

Estos aspectos, también orientados al constructivismo, han tratado de suplir en lo posible la carencia de un tutor que permita la interacción con el estudiante mediante el uso de entornos que ejerciten diversos tipos de aprendizaje englobados en el llamado aprendizaje basado en proyectos y los escenarios basados en metas.

Es que simplemente no se trata de enseñar Word, Power Point y Excel a los alumnos, sino mostrarles y darles el poder de "aprender a aprender". Sin marginar

²⁵ Fernández-Valmayor et al., 2000

a los profesores, pues son guías del enfoque adecuado del conocimiento y facilitadores de la información.

Programas como LOGO, permiten que los niños comprendan y acepten que la máquina es solo una "herramienta", y que la resolución de problemáticas desde ella no tiene valor si no ha sido comprendida por el usuario. Además desarrollan su creatividad, su capacidad de resolución de problemas y su pensamiento crítico.

5.8 INTERFACES PARA NIÑOS

El diseño de la interfaz debe lograr llegar a los niños de la manera correcta, pues el acceso a la información es cada día un avance para la sociedad. La información es una herramienta, y es tarea del diseñador es mejorar el acercamiento para facilitar la adecuada utilización de la misma. Lo importante es tratar de que sea una herramienta que además de estar cerca de todos les permita generar conocimiento por si mismos, y así permitir el continuo y homogéneo progreso de la nueva sociedad.

La usabilidad de todo tipo de programas gráficos para niños requiere un alto grado de análisis, pues ellos están continuamente aprendiendo conceptos y aplicándolos según las circunstancias. Además los niños son agudamente concientes de su edad, diferenciando el material que es apropiado para ellos y cual es para niños mayores y cual para los de menos edad, aunque rodee su propia edad. Un ejemplo de ello surgió en el estudio de una pagina para niños²⁶, donde se hacia un test de usabilidad a un niño de seis años y él dijo: “esta pagina es para bebés, talvez de cuatro o cinco años, pues los dibujos son caricaturas y trenes”.

Los programas gráficos para niños deben ser llamativos, cómicos, entretenidos y muy dinámicos, pero a la vez deben ser sencillos para que el usuario no se aburra

²⁶ Jakob Nielsen's Alertbox, April 14, 2002: Kids' Corner: Website Usability for Children.

tratando de llegar a cierta información y el diseño del programa no se lo permita. Los pequeños disfrutan explorando y jugando, así que es importante el factor sorpresa, pero al mismo tiempo no deben representar todo un desafío.

De acuerdo a esta reflexión, se pueden establecer conceptos nuevos a la hora de diseñar la interfaz grafica para el software controlador del robot, como es el caso de las interfaces autoaprendibles²⁷, donde se puede aprender haciendo interactuando con la misma y ésta lo invite a hacer suposiciones acerca de su funcionamiento y tomar decisiones basándose en ellas. Estas suposiciones deberán ser correctas, de otra forma no podrá aprender de la experiencia en las condiciones mencionadas. Es un método diferente al que estamos acostumbrados a ver “prueba-error”, pues la idea es que la interfaz no castigue al usuario sino que lo guíe por el camino adecuado para conseguir lo que se desea. Para lograr esta meta se pueden aplicar cualquier tipo de técnica, pero teniendo en cuenta estos tres principios:

a. explorabilidad: (explorability) definida como la cualidad de una interface que invita al usuario a recorrerla, experimentar con ella sin ningún tipo de riesgo o penalidad por sus actos. Si bien podemos considerar muchas características que convierten un entorno en explorable, son esenciales: Navegación visible, posibilidad de cancelación y posibilidad de deshacer las operaciones (en múltiples niveles)

b. Predecibilidad: (predictability) significa que las características de la interface deben convertirse en obvias para el usuario tanto en su significado (para qué sirven) como en su comportamiento (como actúan) de tal forma que el usuario pueda arribar a primeras conclusiones sobre el funcionamiento de la interface sin tener que devanarse los sesos en el intento.

²⁷ Larry Constantine: "Instructive Interaction: Making Innovative Interfaces Self-Teaching".

c. Orientación intrínseca: (intrinsic guidance) se define como un aspecto integral e inseparable de la interface que debe ser provista sin que medie iniciativa alguna por parte del usuario.

Además de los anteriores principios existen ciertas herramientas²⁸ que colaboran con el correcto diseño de esta metodología de interfaz, como son:

- **Iniciadores:** (starters) mensajes que sugieren los primeros pasos a seguir.
- **Globos de aviso:** (balloon tips) mensajes en forma de globo que aparecen en la primera vez o ante una acción especial.
- **Avisos de Herramienta:** (tool tips) mensajes que se despliegan cuando el usuario pasa el mouse sobre una herramienta.
- **Indicadores embebidos:** (embedded prompts) indicaciones incrustadas por ejemplo dentro de un campo de formulario.
- **Resaltadores del flujo de trabajo:** (workflow highlighting) mediante componentes gráficos se guía al usuario a través de los pasos de un proceso.
- **Permisos y restricciones dinámicos:** (dynamic affordances and constraints) cambios en la apariencia de los componentes de la interface que señalan las acciones que están permitidas y las que no.
- **Animaciones instructivas:** (instructive animation) animación que le comunica al usuario que está pasando o cómo utilizar una herramienta o seguir un proceso.
- **Habilitación progresiva:** (progressive enabling) permite ir habilitando los controles de la interface a medida que son requeridos en una secuencia lógica.

²⁸ Instructive interaction (pdf 500 Kb) <http://www.foruse.com/articles/instructive.pdf>

5.8.1 Diseño inclusivo²⁹

Involucrar a los niños en todo momento del diseño de la interfaz garantiza un diseño final usable y accesible para ellos. Así también los aspectos emocionales, como la diversión a la hora de interactuar, permiten crear elementos propios para este tipo de audiencia, que son motivadores y divertidos, y tal vez para los adultos resulte innecesario.

Si se pretende el acertamiento por parte del usuario final, en este caso los niños, es necesario conocer a la audiencia, y diseñar en base a este conocimiento, así como evaluar el diseño a través de sus usuarios, estos son principios fundamentales de Diseño Centrado en el Usuario que no pueden ser ignorados (Hassan, Martín Fernández, Iazza; 2004). Así mismo sería necesario adoptar una filosofía de Diseño Inclusivo, ya que las características propias de este tipo de audiencia, distan mucho de las del 'usuario medio'.

Las características principales que caracterizan a este tipo de usuarios son: Los sonidos y las animaciones son apreciados de forma positiva por los niños. La mayoría de autores coinciden en señalar que factores emocionales como la diversión juegan un papel crucial en el diseño de interfaces usables para niños, motivándolos en la interacción y en la consecución de objetivos.

Los niños suelen recorrer la pantalla con el puntero, ya sea para ver qué zonas son aplicables o simplemente para disfrutar de los efectos de sonido que reproducen los diferentes elementos del interfaz al ser sobrevolados.

²⁹ Diseño Inclusivo: es el diseño para personas que tengan como características algún tipo de discapacidad o limitación individual, o "scenarios" en los que la accesibilidad del producto se encuentre disminuida. <http://www.nosolousabilidad.com/hassan>

Las metáforas de navegación geográficas funcionan. El objetivo del uso de metáforas en el diseño es hacer familiar y comprensible lo desconocido. Además, el uso de metáforas visuales - ya sean geográficas o de otro tipo - es una acertada decisión de diseño para niños, ya que éstos presentan menos conocimiento, habilidad y capacidad para la lectura.

Los niños no suelen utilizar la barra de scroll. Este hecho, que en un principio también se daba en usuarios adultos, es posible que cambie con el tiempo - por la proliferación de ratones con rueda de scroll-, aunque por el momento sugiere que en un diseño orientado a niños funcionarán mejor las páginas cortas.

Los menores son más propensos a leer las instrucciones de uso que los adultos. Aún así, cualquier sección de ayuda debería ser redactada de la forma más sintetizada posible.

Ahora para poder continuar con el diseño centrado en el usuario es conveniente, realizar los respectivos test de evaluación, pero anticipando el tipo de usuarios, los niños, también deben plantearse lineamientos para encontrar respuestas acertadas a las preguntas planteadas por el diseñador.

5.9 EVALUACIÓN

Para la evaluación de las interfaces es necesario tener en cuenta las reacciones de los niños además de las siguientes características:

Capacidad de expresar verbalmente: La técnica de test 'think aloud' - en la que el participante debe pensar en voz alta, expresando sus impresiones y opiniones

mientras lleva a cabo la tarea - no será adecuada para niños menores de 12 años, que no tendrán esta capacidad plenamente desarrollada.

Capacidad de concentración: Las tareas que les sean encomendadas a los participantes durante la prueba no deberían ser de una duración excesiva, ya que los niños presentarán problemas para estar concentrados durante tanto tiempo. La prueba debería durar menos de 45 minutos.

Motivación: Motivar al participante durante la prueba cobra especial importancia en este tipo de test, ya que es posible que se aburra y desmotive.

Distracción: Los niños son más propensos a distraerse en entornos desconocidos como puede ser el laboratorio de usabilidad. Permitirles familiarizarse con el local antes de la prueba minimizará esta distracción.

Fiabilidad: Aunque los niños suelen ser muy honestos en sus opiniones e impresiones, también son muy influenciados - por la impresión que les cause el evaluador, sus padres, otros niños que participen en la prueba, por lo que la información que faciliten puede no ser del todo fiable.

Diferencias de género: Las chicas suelen ser más verbosas que los chicos, y ofrecer más argumentos en sus opiniones.

Conocimientos y habilidades: Los niños que poseen ordenador en casa demuestran actitudes más positivas y entusiasmo en la realización de las pruebas que aquellos que no lo poseen.

6. FASE DE REQUERIMIENTOS

En esta fase se definen los parámetros de acuerdo a la información recopilada y analizada hasta el momento, precisando de esta manera cada una de las funciones y características del proyecto, además limitando así el diseño de las alternativas, según lo requerido en cada parte del proceso, puesto que el diseño del robot y la interfaz son conjuntos y dependientes pero físicamente distintos.

6.1 REQUERIMIENTOS DEL ROBOT MÓVIL

6.1.2 De Función

Estos son los principios que definen el funcionamiento del robot y están planteados en conjunto con los compañeros de Ingeniería Electrónica, ya que el diseño del robot esta ligado a los componentes internos que mueven el mismo.

6.1.2.a Versatilidad

- a. Debe contar con un dispositivo que permita la actuación de un “lápiz”, el cual tendrá la posibilidad de dibujar el recorrido del robot a medida que este va avanzando.
- b. Contará con un panel de visualización conformado por una matriz de LEDs, la cual nos proveerá información acerca del estado del robot.
- c. Contendrá un dispositivo sonoro que se activara con algunas de las acciones que se le ordenen al robot.
- d. La alimentación energética, será suministrada por pilas recargables.
- e. El modo de transmisión de datos del computador (software) al robot será de manera inalámbrica.

6.1.2.b Mecánicos

- a. La configuración para la locomoción del robot móvil empleada tanto para la programación como para la construcción es la diferencial, consistente en dos ruedas transmisoras y una rueda loca, ya que esta permite que el robot se desplace en línea recta, trace curvas y gire sobre si mismo.
- b. Los motores a utilizar serán de tipo servo, los cuales se usaran directamente conectados a las ruedas para permitir mayor precisión.
- c. Para la activación del lápiz que dibujara el recorrido se empleará un mecanismo que permita subir y bajar el lápiz, impulsado por un micro-servomotor.

6.1.2.c Acabado

- a. Debe poseer piezas de superficie lisa, suave, dura y de apariencia brillante.
- b. La carcasa debe ser traslúcida o permitir la emisión de luces.
- c. El conjunto debe permitir en lo posible la emisión de sonidos.
- d. Debe considerarse el empleo de colores vivos o agradables para niños (7-12 años)

6.1.2.d Estructurales

Chasis endoesqueletico

- a. Debe estar elaborado en materiales plásticos, livianos y rígidos.
- b. Debe considerar espacio suficiente para albergar y proteger los circuitos electrónicos, las baterías, los motores y el dispositivo que permite dibujar el recorrido, además de permitir su correcto funcionamiento.
- c. Debe permitir un fácil acceso para mantenimiento.
- d. Debe poseer accesos que permitan la extracción de baterías para recargarlas.

e. Debe permitir alojar los dispositivos de emisión de sonidos y luces.

Chasis exoesqueletico

a. Debe ser en lo posible conformado por una sola pieza.

b. Es conveniente usar materiales plásticos rígidos que permita la emisión de sonidos y luces además de proteger todo el conjunto.

6.1.2.e Centro de gravedad

Debido a la configuración diferencial de la locomoción del robot es necesario buscar un apoyo adicional a las dos ruedas motoras (rueda loca) para distribuir el peso adecuadamente.

6.1.3 De Uso

6.1.3.a Seguridad

a. Debe evitar la emisión de calor.

b. No debe permitir cables sueltos que transfieran corriente eléctrica.

c. Cada una de las piezas que conformen el robot deben ser diseñadas sin bordes filosos.

6.1.3.b Ergonomía

a. El diseño del robot esta dirigido a un público infantil con edades entre los 7-12 años.

b. Los leds utilizados para la configuración de la imagen deben emitir una frecuencia de luz puntual que permitan visualizar un panel de distintos puntos.

- c. Los sonidos emitidos por el robot deben ser perceptibles en un ambiente escolar y permitir la variación de volumen según el caso.
- d. El peso del robot debe oscilar entre 1/2kg y 1.5kg, de tal forma que el usuario (niño) pueda levantarlo y manipularlo sin ningún esfuerzo.

6.1.3.c Manipulación

- a. El robot debe ser utilizado en superficies planas, libres de obstáculos y rugosidades, que permitan el trazado de su recorrido.

6.1.3.d Mantenimiento

- a. Las baterías recargables serán dispuestas en un lugar de fácil acceso.
- b. El “lápiz” del dispositivo que dibuja el recorrido del robot, debe permitir ser reemplazado cada vez que sea necesario.

6.1.4 Formal estéticos

6.1.4.a Estilo

- a. Se deben plantear alternativas que manifiesten un concepto futurista que al mismo tiempo generen un vínculo con el niño.

6.1.4.b Unidad

La forma del robot debe ser extraída por medio del análisis biónico de animales e insectos rastreros, de tal manera que las partes que contenga posean coherencia formal.

6.1.4.c Interés

Los elementos de iluminación y sonido deben lograr que el usuario mantenga el interés en el robot, debido a la interacción acción-respuesta.

6.2 REQUERIMIENTOS DE LA INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE

6.2.1 Análisis del producto

Para el completo desarrollo del proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO Y DE LA INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE DE DIRECCIONAMIENTO DEL MISMO" Es necesario determinar el medio de entrega de la tecnología propuesta. Entonces para el diseño de la interfaz, se debe tener en cuenta que es un diseño para un medio privado, pues se entrega como complemento del robot y en formato cd-rom, para ser instalado en cualquier computador.

El software es una herramienta de direccionamiento del robot móvil, que es planteado como un software de presentación, que permite establecer una serie de registros de cada uno de los movimientos y permite personalizar a mediana escala el procedimiento del mismo.

La creación del software esta basado en el programa LOGO, creado en los ochentas y que aún hoy es de gran vigencia para la enseñanza de matemáticas en las aulas infantiles.

El proyecto plantea una visualización del robot en tres dimensiones desde la pantalla, para así mismo predeterminar si el recorrido propuesto es el que se

esperaba. La idea es que el niño pueda programar el robot y pueda ponerse retos en la ejecución de ejercicios teniendo la oportunidad de analizar los movimientos antes de ejecutarlos y entonces poder rectificarlos.

La filosofía de LOGO es básicamente un modo de programación totalmente abierto, es decir que permite llegar a un mismo resultado de infinitas formas. Todas estas herramientas permiten al niño ser totalmente espontáneo y de tal forma obligarlo a pensar para poder proponer el desarrollo de cualquier problema.

El lenguaje LOGO es uno de los numerosos lenguajes de programación que existen. Su particularidad reside en el hecho de que se trata de un lenguaje diseñado específicamente para la enseñanza. Tiene como características principales: programación estructurada, manejo de listas, recursividad y comandos en español.

LOGO es un lenguaje interpretado, es decir que las órdenes introducidas por el usuario son interpretadas por el ordenador y ejecutadas inmediatamente por orden.

6.2.2 Elementos del lenguaje LOGO.

Los elementos que constituyen este lenguaje se engloban en cuatro grupos fundamentales: Primitivas, Procedimientos, Objetos e Identificadores.

6.2.2.a Primitivas

Se denominan Primitivas a todas aquellas instrucciones comprensibles para el lenguaje. Se trata normalmente de palabras o grupos de palabras escritas en español, que tienen un significado concreto para LOGO. Él reconoce las primitivas

independientemente de que estén escritas con mayúsculas o minúsculas, aunque existe el convenio de escribir la primera letra de una primitiva en mayúsculas y el resto en minúsculas. Cuando una primitiva está compuesta por varias palabras no debe dejarse espacio en blanco entre ellas, por ejemplo: Borrantalla. Es frecuente que las primitivas tengan una abreviatura, por ejemplo BP.

Existen dos tipos de primitivas: Comandos y Funciones. Los comandos son primitivas que ejecutan una acción directamente. Las funciones son primitivas que producen un resultado que debe ser interpretado por otra primitiva o por otro procedimiento.

Por ejemplo: Borrantalla es un comando, pues si se ejecuta, se produce una acción como resultado, en este caso, limpiar la ventana gráfica. En cambio Suma 2 3 es una función, pues si lo ejecuto produce el siguiente mensaje de error: No sé qué hacer con 5. Entiende que se trata de una suma, pero no sabe qué es lo que tiene que hacer con el resultado. Una posibilidad sería: Escribe Suma 2 3. De esta forma, la primitiva Suma produce un resultado, 5, y se lo entrega a la primitiva Escribe, que es un comando. Esta primitiva sabe qué hacer con el resultado: nos lo muestra en la pantalla en la ventana de textos.

6.2.2.b Procedimientos

Se denominan Procedimientos a instrucciones definidas por el usuario. Se trata de programas escritos en lenguaje LOGO, y están compuestos por primitivas y, eventualmente, por otros procedimientos. Una vez definido un procedimiento, el LOGO lo reconoce como si fuera una primitiva. Lo que se hace habitualmente será guardarlos en un disco y recuperarlos cuando los necesitemos.

El Procedimiento es la estructura básica de todo programa. Nuestros programas estarán compuestos por uno o más procedimientos, que se llaman unos a otros. Para crear un procedimiento hay que comenzar el mismo con la primitiva Para, seguida del nombre que vayamos a ponerle, al instante se abre una nueva ventana en la cual eventualmente se coloca el parámetro o los parámetros que se necesite. Todo procedimiento debe concluir con la primitiva Fin. El nombre de un procedimiento no puede coincidir con el de una primitiva ni ser un número. Los nombres de los procedimientos pueden ser en mayúsculas o minúsculas, pero a diferencia de las primitivas, siempre hay que escribirlos exactamente igual a como los hayamos diseñado la primera vez.

6.2.2.c Objetos LOGO e Identificadores

Se denomina así a los objetos que sirven como parámetros a las primitivas y a los procedimientos, en otras palabras, son los objetos sobre los que actúan las primitivas y los procedimientos. Existen tres tipos de objetos LOGO: palabras, listas y variables. El LOGO reconoce a un objeto como tal mediante unos signos específicos que se denominan identificadores.

a. Palabras: En LOGO se denomina palabra a toda colección de signos que no contenga espacios en blanco. Algunos signos no están permitidos, como las comillas y los signos de puntuación. El LOGO reconoce a una palabra como tal, porque debe ir precedida de comillas. Las comillas son el identificador de las palabras. Ejemplos: "hola, "a\$34, "1436. No serían palabras: hola, "A"B, "hola pepe. Obsérvese que lo que para nosotros son números, para el LOGO son palabras. Se trata, además, de unas palabras especiales que no necesitan identificador: Da igual poner "1436 que poner 1436. En ambos casos el LOGO los reconoce como palabras. Es esencial entender que para el LOGO los nombres de las primitivas y de los procedimientos no son palabras, ni procedimientos, ni

primitivas tienen identificador. Cuando escribimos algo sin identificador el LOGO lo interpreta como primitiva, procedimiento, o no lo entiende. Se exceptúa el caso de los números a los que reconoce como palabras aunque no lleven identificador. Por este motivo los números no sirven como nombre de un procedimiento.

b. Listas: En LOGO se denomina lista a toda colección de objetos formada por palabras y, eventualmente, por otras listas. El LOGO reconoce una lista porque debe empezar y terminar con un corchete: []. Los corchetes son los identificadores de las listas.

Hay que señalar que las palabras que componen una lista no necesitan el identificador, pues LOGO ya sabe que lo que hay dentro de una lista son palabras. Se llama elemento a cada una de las palabras o listas que componen una lista. Ejemplos: [Hoy es martes] es una lista con tres elementos: las palabras “Hoy, “es, “martes. [Hoy es martes [19 de noviembre]] es una lista con cuatro elementos: las palabras “Hoy, “es, “martes y la lista [19 de noviembre], que a su vez tiene tres elementos. [] Es la denominada lista vacía que no contiene ningún elemento. Las listas se utilizan en LOGO para almacenar datos. El manejo de listas es fundamental para sacar todo el rendimiento al lenguaje LOGO.

c. Variables: El concepto de variable en LOGO es parecido al que usamos en Matemáticas, pero no es exactamente igual. Debemos pensar en las variables como en cajas. Dichas cajas tienen un nombre y un contenido. El nombre de una variable debe ser siempre una palabra y, por lo tanto, su identificador son las comillas. El contenido de una variable puede ser una palabra o una lista. Cuando nos referimos al contenido de la variable debemos identificarlo mediante el signo “:” seguido del nombre de la variable. Por ejemplo, si estamos trabajando con una ecuación de variable x, llamaremos “x al nombre de la variable y :x al valor que le estemos dando en ese momento a la variable, es decir, cuando yo defina la

variable me referiré a ella como “x, pero cuando la utilice en un cálculo me referiré a ella como :x.

d. Mensajes de error: El conocimiento de los distintos mensajes de error que nos aparezcan será imprescindible a la hora de corregir los programas que no funcionen. Poco a poco se irán mostrando estos mensajes, pero he aquí algunos ejemplos que serán los más habituales:

No sé cómo hacer..... Significa que hemos escrito una palabra sin identificador, por tanto la interpreta como una primitiva que no conoce.

No sé qué hacer con.... Significa que hemos ejecutado una primitiva o procedimiento de tipo función y se nos ha olvidado especificar qué hacer con el resultado.

Faltan parámetros para.... Significa que hemos utilizado una primitiva o procedimiento que necesita uno o más parámetros y no los hemos especificado.

6.2.2.d Estructura del lenguaje LOGO

Tabla 1. Estructura del lenguaje logo

Primitiva	Acción	Método abreviado
AVANZA 100	La figura avanza el número especificado de unidades.	AV 100
RETROCEDE 50	La figura retrocede el número especificado de unidades.	RE 50
GIRADERECHA 90	La figura gira en el sentido de las agujas del reloj el número de grados especificado.	GD 90

GIRAIZQUIERDA 45	La figura gira en sentido contrario a las agujas del reloj el ángulo especificado.	GI 45
SUBELAPIZ	El lápiz de la figura está arriba. (No dibuja al moverse.)	SL
BAJALAPIZ	El lápiz de la figura está abajo.	BL
GOMA	La figura va borrando por donde se mueve.	-
OCULTATORTUGA	Oculto la figura de la pantalla	OT
MUESTRATORTUGA	Muestra la figura en la pantalla	MT
BORRAPANTALLA	Borra la pantalla y coloca a la figura en el centro.	BP
CENTRO	Devuelve a la figura al centro de la pantalla sin borrarla (Utilizar la primitiva SUBELAPIZ para evitar que dibuje mientras va hacia el centro.)	
ROTULA [HOLA, BUENOS DIAS]	Escribe texto en la dirección en que se encuentra la figura.	RO
PONCOLORLAPIZ [.....]	Pone el lápiz del color determinado (RGB) de acuerdo con: PONCOLORLAPIZ [255 000 000] = Rojo PONCOLORLAPIZ [000 255 000] = Verde PONCOLORLAPIZ [000 000 255] = Azul	PONCL
TONO [1000 200]	TONO [<frecuencia> <duración>] donde la frecuencia va en hertzios y la duración va en milésimas de segundo.	
PONGROSOR [10 10]	Coloca el ancho del trazado del lápiz y la altura. Logo utiliza solamente el valor de la anchura.	PONG
BORRATEXTO	Borra el texto que haya en la pantalla de salida de textos	BT
VARIABLE obj	Declara una variable	
Obj=valor	Asigna el valor indicado en obj a la variable llamada nombre	
LEE	Lee una línea del flujo de entrada	

LEELETRA	Lee el primer carácter del flujo de entrada	LL
LEELETRAS (num)	Lee los num primeros caracteres pulsados desde el teclado o leídos de un archivo	LLS (num)
SI condición [SINO SI condicion] [SINO] FINSI	Esta sentencia significa que, si se cumple la condición, se ejecutan las acciones contenidas en el primer corchete y, en caso contrario, las incluidas en el segundo.	
REPITE n FINREPITE PARA var=n HASTA K FINPARA	Hace que se repita n veces las acciones que se encuentran entre corchetes	
MIENTRAS condicion FINMIENTRAS	Ejecuta las instrucciones mientras se cumpla condición	
FUNCION nombreprog sentencias FINFUNCION	Palabras claves para definir una nueva rutina que puede realizar la tortuga	
ADIOS	Sale de LOGO	-

6.2.3 Características de la interfaz gráfica

- a. Debe poseer iniciadores (starters): mensajes que sugieran los primeros pasos a seguir.
- b. Debe contener globos de aviso: (balloon tips) mensajes en forma de globo que aparecen en la primera vez o ante una acción especial.
- c. Avisos de Herramienta: (tool tips) mensajes que se despliegan cuando el usuario pasa el mouse sobre una herramienta.
- d. Indicadores embebidos: (embedded prompts) indicaciones incrustadas por ejemplo dentro de un campo de formulario.

- e. Resaltadores del flujo de trabajo: (workflow highlighting) mediante componentes gráficos se guía al usuario a través de los pasos de un proceso.
- f. Permisos y restricciones dinámicos: (dynamic affordances and constraints) cambios en la apariencia de los componentes de la interface que señalan las acciones que están permitidas y las que no.
- g. Animaciones instructivas: (instructive animation) animación que le comunica al usuario que está pasando o cómo utilizar una herramienta o seguir un proceso
- h. navegación visible
- i. posibilidad de cancelación
- j. posibilidad de deshacer las operaciones (en múltiples niveles)

6.2.4 Análisis del usuario

Para el análisis adecuado del producto informático a diseñar, es necesario definir con la mayor minuciosidad el usuario final y el entorno en el que se va a manipular el software, así tenemos:

Edad del usuario: 7 – 12 años.

Sexo: Niños y Niñas

Nivel educacional: Entre 4º grado de básica primaria y 6º año de secundaria. Con conocimientos básicos de computación.

Nombre: Daniela Rueda

Edad: 8 años

Año escolar: Segundo de primaria

Colegio: San Pedro Claver

Ciudad: Bucaramanga

Materia: Informática

Programas: Word y Paint

En clase de informática le enseñan a escribir cartas y a dibujar, no tiene acceso a Internet dentro del colegio, pero en casa entra a páginas de caricaturas para jugar y a páginas que tengan tablas de multiplicar, para así repasarlas.

Los pasatiempos favoritos de Daniela son bailar, patinar y dibujar. Las caricaturas que más le gustan son “los padrinos mágicos” y “floricenta”, son caricaturas del canal JTEX y de Disney.

Nombre: José David Forero

Edad: 9 años

Año escolar: cuarto de primaria

Colegio: Beht Salom

Ciudad: Bucaramanga

Materia: Informática

Programas: Paint, Powerpoint

En el colegio no tiene acceso a Internet, pero en casa busca tareas y juegos en paginas de Cartoon network, Jtex o Plaza sésamo. Tampoco a escuchado nunca sobre el programa LOGO. Le gusta jugar Megaman y Crash bash en su Xbox. Sus pasatiempos favoritos son leer cuentos, hacer dibujos y jugar.....

Ver anexo

6.2.5 Características específicas del programa y su entorno

- a. El diseño del programa debe ser presentado a modo multimedia con una estructura interna con secuencia narrativa.
- b. La interfaz grafica debe mantener una relación formal con el diseño del robot.
- c. Debe permitir controlar los movimientos del robot.

- d. Los estudiantes deben ser dirigidos por un guía (profesor), donde se planteen ejercicios para grupos de 2 a 5 personas.
- e. Será utilizado con una frecuencia de por lo menos una vez a la semana.
- f. Los equipos donde se trabajará el programa pueden ser de baja capacidad con disposición de puerto serial, en salas de cómputo con óptimas condiciones de iluminación y ventilación.

6.2.6 Elaboración del concepto

La elaboración del concepto es la parte donde se define el estilo de la interfaz y características que se deben y se quieren conseguir para la concepción y propósito del software. El estilo es la integración de todos los conceptos y la unificación de las decisiones del desarrollo del software.

El propósito del diseño de la interfaz para la manipulación del robot tiene un objetivo claro, que es servir como una herramienta guía de los planteamientos de desarrollo de problemas de matemáticas, geometría y razonamiento abstracto, generados en la educación básica primaria. Y además visualizar la solución a los mismos por medio virtual, (la pantalla) ó físico (el robot).

Como se trata de integrar dos medios distintos para un mismo fin, se considera necesario que existan conceptos unánimes al robot y a la interfaz, estos conceptos están ligados con el propósito del proyecto:

Coherencia formal	Innovación	Espacial
Lenguaje para niños	Realismo	Textura

El estilo visual comprende también la elección de elementos para la composición general, influida por las palabras antes mencionadas y las que además se encierran en otro concepto, como es para este caso el del estilo expresionista:

Espontaneidad	Audacia	Irregularidad
Actividad	Variación	Experimentalismo
Discursividad	Distorsión	Verticalidad

6.2.7 Contenido de la interfaz

Se trata de un software creado para correr bajo WINDOWS, siguiendo en lo posible la misma filosofía de éste para el uso de las ventanas, menús, las herramientas y el mouse. De este modo, se indicara que elementos debe poseer la interfaz para que no pierda relación con la esencia del software y así, mas adelante, sea mejor disponer la ubicación, formas, colores, etc., de cada uno de estos elementos que conforman la interfaz.

6.2.7.a Barra de titulo

Es la barra horizontal situada en la parte superior de una ventana o cuadro de diálogo del software y que muestra el título del archivo que se esta ejecutando, además contiene a la izquierda el botón de menú de control (por lo general un icono referente al programa), que al pulsarlo se despliega un menú que permite Restaurar, Mover, Modificar el Tamaño, Minimizar, Maximizar, o Cerrar la ventana, y a la derecha los botones "Maximizar", "Minimizar" y "Cerrar".

6.2.7.b Barra de menús

Es la barra horizontal que contiene y despliega los nombres de los menús disponibles para cada una de las aplicaciones del software. Está situada bajo la barra de título.

I. Archivo

Al desplegar este menú, aparecen las opciones que permiten crear nuevos archivos, abrirlos, guardarlos e imprimirlos:

- a. Nuevo: esta opción permite iniciar una nueva sesión de trabajo, con todos los escenarios o ventanas completamente limpios y sin configurar, al elegirla activa un cuadro de dialogo que le permitirá elegir si continua o desiste de la opción.
- b. Abrir: al seleccionar esta opción, activa una ventana de dialogo que permite ubicar en los discos del equipo un archivo para ejecutarlo.
- c. Guardar, guardar como y guardar imagen: cualquiera de estas opciones nos lleva a una ventana de dialogo la cual nos da la posibilidad de guardar toda la sesión, los textos o la imagen generada respectivamente, en cualquier ubicación del equipo.
- d. Imprimir: Esta opción de menú nos envía hacia un cuadro de dialogo de la impresora predeterminada y permite elegir que parte se quiere imprimir: Trabajo, Textos, Gráficos o Edición.
- e. Salir: Activa una ventana de diálogo antes de salir del software. Si está ejecutando un procedimiento, no responderá hasta que no termine la ejecución y entonces abrirá el dialogo de confirmación. En él se encuentran dos opciones: Aceptar y Cancelar.

II. Edición

Al desplegar la opción de menú Edición aparecerán las siguientes opciones: Estas opciones estarán activadas dependiendo del área activa y de las operaciones que se hayan realizado sobre ella:

- a. Editar: Al pulsarlo se abrirá una ventana con un editor de textos para poder modificar los procedimientos, variables y propiedades que estén definidas en ese momento. Es una forma directa de acceder a todos los contenidos sin tener que ir uno por uno.
- b. Copiar: Copia el bloque seleccionado, o la forma en el caso de que el área activa sea la de formas, en el portapapeles del sistema. Sólo se activará cuando haya un bloque seleccionado o cuando este activa el área de formas.
- c. Cortar: Elimina la selección del área activa y lo introduce en el área del portapapeles de Windows. Sólo estará activa cuando haya un bloque seleccionado.
- d. Pegar: Pondrá el texto o gráfico del portapapeles del sistema en el área activa. En el área de Trabajo y Edición sólo se podrá introducir texto y en el área de Gráficos, sólo se podrá poner un gráfico.
- e. Seleccionar Todo: Selecciona todo el contenido del área, para poder realizar alguna operación con el portapapeles.
- f. Deshacer: Anulará la última operación que hayamos realizado.
- g. Rehacer: validara la ultima operación que hayamos deshecho.

III. Ver

Son las opciones que permiten una mejor visualización del escenario o área de trabajo:

- a. Vista: permite modificar el panorama de la ventana de dibujo o gráficos de acuerdo a la más deseada. Contiene a su vez dos opciones: la vista superior deja ver el elemento trazador como si se estuviera observando desde arriba y con la vista en perspectiva se puede ver el entorno de trabajo y trazador en tres dimensiones.

- b. Mover: esta opción activa la posibilidad de desplazarse por el entorno de trabajo de la ventana de dibujo o de gráficos.
- c. Girar: da la opción de rotar la cámara u orbitar alrededor del trazador. Esta opción solo esta activa cuando se encuentra en la vista de perspectiva.
- d. Ver en pantalla completa: brinda la posibilidad de ver la ventana de gráficos en toda la pantalla de computador.
- e. Zoom: Imitando el comportamiento de una lupa, se pueden ver los gráficos ampliados o reducidos dentro de la ventana de dibujo.

IV. Herramientas

Estas opciones brindan la posibilidad de manejar determinados atributos del software sin la necesidad de solicitarlo por medio de la ventana de trabajo por medio de comandos:

- a. Robot: posibilita la manipulación del robot móvil que imita los movimientos del trazador en pantalla. Es empleado en los casos donde se desee ver primero lo que se quiera hacer o realizar correcciones y pruebas en pantalla para luego verlo en la realidad con el móvil sin ningún problema, o en los casos donde se le quieran dar ordenes cortas al robot directamente.
- b. Revisar errores: como su nombre lo indica permite inspeccionar si existe alguna falencia en la secuencia de comandos, para su posterior corrección antes de ejecutar la o las órdenes.
- c. Lápiz: Subir Lápiz permite el desplazamiento del trazador sin que ésta deje dibujado su recorrido. Cuando está activa la opción bajar lápiz, hace que el trazador dibuje su recorrido a medida que se desplaza. Éste es el modo por defecto al cargar el programa.
- d. Borrar pantalla: limpia los trazos y lleva el trazador al centro con rumbo 0, restableciendo el área.

- e. Borrar textos: elimina todos los comandos acumulados en la ventana de textos.
- f. Trazador: permite ocultar o mostrar la imagen del trazador.
- g. Estado: esta opción es muy importante, ya que nos permite conocer los detalles actuales de posición, color, tamaños, etc., del trazador y del escenario de trabajo.

V. Configuración

Son las que permiten modificar o personalizar las características del escenario, del trazador y del robot:

- a. Tamaño del escenario: esta opción nos envía a un cuadro de dialogo que permite modificar las dimensiones del área de trabajo de la ventana de gráficos.
- b. Tipo de letra: permite elegir el tamaño y tipo de fuente que deseemos que aparezca cuando digitemos comandos y cuando se le pida al trazador que rotule alguna palabra.
- c. Tamaño de lápiz: permite definir el grosor de la línea que dibuja el trazador. Este valor debe estar comprendido entre 1 y 10. Su valor por defecto es 1.
- d. Color lápiz: Activa una ventana de diálogo donde se puede editar y escoger un color para la línea del trazador.
- e. Fondo: Este campo permite modificar el color de fondo de la ventana gráfica o en su lugar colocar una imagen.
- f. Cara del robot: activa una ventana que nos permite, a través de su editor, definir nuevas formas para la cara o para la pantalla de visualización del robot ya sea creando o modificando las existentes. Se incorporan algunas formas predefinidas, una de ellas en blanco. Cualquiera de estas formas puede ser modificada o creada de nuevo. Esta ventana presenta una cuadrícula desde donde podrá fácilmente diseñar o modificar sus formas.

VI. Ayuda

Permiten acceder a guías, tutoriales e información del software.

- a. Guía LOGO: Esta opción de menú abrirá la guía, desde donde podrá acceder a cualquier tema acerca de la Información Primitiva.
- b. Soporte técnico: da acceso a un cuadro de dialogo donde aparecen los datos de los creadores, para solucionar cualquier fallo que se presente durante la ejecución del software.
- c. Tutorial y ejemplos: ofrece una selección de ejercicios resueltos para novatos e inexpertos de LOGO.
- d. Acerca de la versión: Esta opción abrirá una ventana de diálogo donde se informará de la versión del software con la que se está trabajando.

6.2.7.c Barra de herramientas

Barra compuesta por botones (formados por iconos) que permite realizar las acciones más utilizadas del programa. Contiene la gran mayoría de las opciones contenidas en los menús desplegados de la barra de menús y explicados anteriormente.

6.2.7.d Ventanas de trabajo

El software tiene distintas ventanas o áreas de trabajo. Cuando el programa arranca se nos muestran tres de esas ventanas, denominadas ventana “GRAFICOS”, ventana “TRABAJO”, ventana “TEXTOS”.

Al igual que sucede en WINDOWS, se puede modificar el tamaño, cambiar la posición y cerrar cada una de esas ventanas. Del mismo modo, podemos abrir otras ventanas que incorpora el software:

a. Ventana "TRABAJO". En esta ventana se escriben los comandos o instrucciones que queremos ejecutar inmediatamente. Se usa fundamentalmente para ver el efecto de un determinado comando, o para modificar el aspecto de la pantalla desde el teclado.

b. Ventana "TEXTOS". En esta ventana aparecen los resultados de tipo texto que se produzcan al ejecutar un comando. También aparecerán en esta pantalla los mensajes de error que se produzcan en esas ejecuciones. Normalmente, nunca se escribe directamente en esta ventana y en algunos casos va integrada con la ventana de trabajo.

c. Ventana "GRAFICOS". En esta ventana aparecen los resultados de tipo gráfico que se produzcan al ejecutar un comando. Es el mundo de la tortuga, nombre y característica que se le ha dado desde los comienzos de LOGO a la figura que se encarga de hacer los dibujos. En la mayor parte de las aplicaciones, la tortuga se reduce a un objeto en el centro de la pantalla, normalmente solo un triángulo. Al igual que en la ventana de texto, no se escribe ni se dibuja directamente en esta ventana. Su misión fundamental es mostrar los resultados del programa que interpreta los comandos que le introducimos. Es el programa el que dibuja, no nosotros.

d. Ventana "PARA". Esta ventana no está activa habitualmente pero aparece si se define un procedimiento mediante la ventana de Trabajo (tecleando en ella: para cuadrado), aparece una ventana de diálogo donde se podrá ir introduciendo fila a fila un procedimiento tecleando <Enter>. Para finalizar se teclea FIN.

e. Ventana "EDICION". Esta ventana tampoco está activa habitualmente, pero se usa con frecuencia. Se trata de un elemental procesador de textos, en el cual se visualiza la secuencia de comandos para revisarlos y realizar posibles

correcciones. También será en esta ventana donde carguemos los programas que tengamos almacenados en el disco.

6.2.7.e Barra de estado

La barra de estado es un área de la parte inferior de la pantalla que contiene información sobre el programa y/o el documento activo, y que se actualiza a medida que cambian los parámetros que refleja.

6.3 NARRATIVA DIGITAL DEL PROGRAMA

La siguiente fase de diseño de la interfaz, es la definición de una metodología y principios básicos, para la interacción y el diseño gráfico del programa. Es decir se contempla la disposición de los distintos elementos de la narrativa digital del programa.

Medio: Se pueden abordar diferentes medios para comunicar una idea, depende del carácter de la información y del público al que se quiere llegar. Así entonces tenemos que el medio analiza cuatro aspectos que se definen como: configuración, tipo, tiempo y edición.

La configuración: del software es un contenido de múltiples medios, pues las herramientas están dispuestas en la pantalla como iconos y se activan cuando el usuario lo desee teniendo una serie de guías, como por ejemplo, los tools tips, que son mensajes que se despliegan cuando el usuario pasa el mouse sobre la herramienta. Además se utilizarán iniciadores ó starters, son mensajes que sugieren paso a paso de acuerdo a la herramienta la acción a realizar.

Las ventanas del programa, son diferentes vistas de un plano, entonces se utilizará un plano tridimensional o en perspectiva y otro de planta, para tener mejor ubicación en el espacio. La animación solo ocurre al final de un proceso, cuando se desarrolla un ejercicio, se codifica y por ultimo se visualiza en movimiento.

El tipo: de medio es grafico principalmente. El texto es mínimo y solo tiene un carácter explicativo.

El tiempo: es real, o sea vivo, pues las herramientas son activadas e inmediatamente se genera la acción.

El contenido: es editado, de tal manera que los elementos de ayuda estén siempre dispuestos a proporcionar un soporte.

Acción: la acción se divide en dos, en la del contenido mismo y la que tiene que hacer el usuario respecto al programa. De acuerdo a su dinamismo estas pueden ser pasivas o activas ó una combinación de las dos. En el caso de este proyecto (diseño de la interfaz grafica del software manipulador del robot), tenemos que la acción del contenido es estática/dinámica, pues las herramientas son piezas estáticas, que permiten realizar una acción y el contenido se convierte en dinámico cuando se termina el ejercicio y se genera la animación del robot en la pantalla.

Ahora el usuario es totalmente activo, pues el desarrollo de los ejercicios depende totalmente de cada una de las acciones que él realice. Cuando se pasa sobre los iconos de herramientas, cuando se escribe un código de movimiento para el robot, cuando se dibuja el recorrido y cuando se visualiza la animación del proceso, el usuario está participando plenamente de la interacción del programa.

Relación: se refiere a la relación que el usuario tiene con el contenido, para el diseño de la interacción del programa, se puede ver claramente que la relación es

abierta y por lo tanto es versátil, pues el usuario puede manipular la forma en que se desarrolla el contenido y cada vez el resultado es distinto. Sin embargo el modo de acceso es siempre el mismo y no puede ser modificado por el usuario. El programa permite cambiar el fondo, el grosor del lápiz que dibuja el recorrido, la letra con la que se escriben los distintos comandos y la cara del robot.

La permanencia: del contenido es temporal pues las acomodaciones que planteó mientras usaba el programa, solo estarán disponibles mientras este abierto el software, es decir el usuario puede personalizar la interfaz, pero solo dura el lapso de tiempo de ejecución del mismo. Igualmente el usuario puede guardar los ejercicios realizados con el programa, para cuando los requiera.

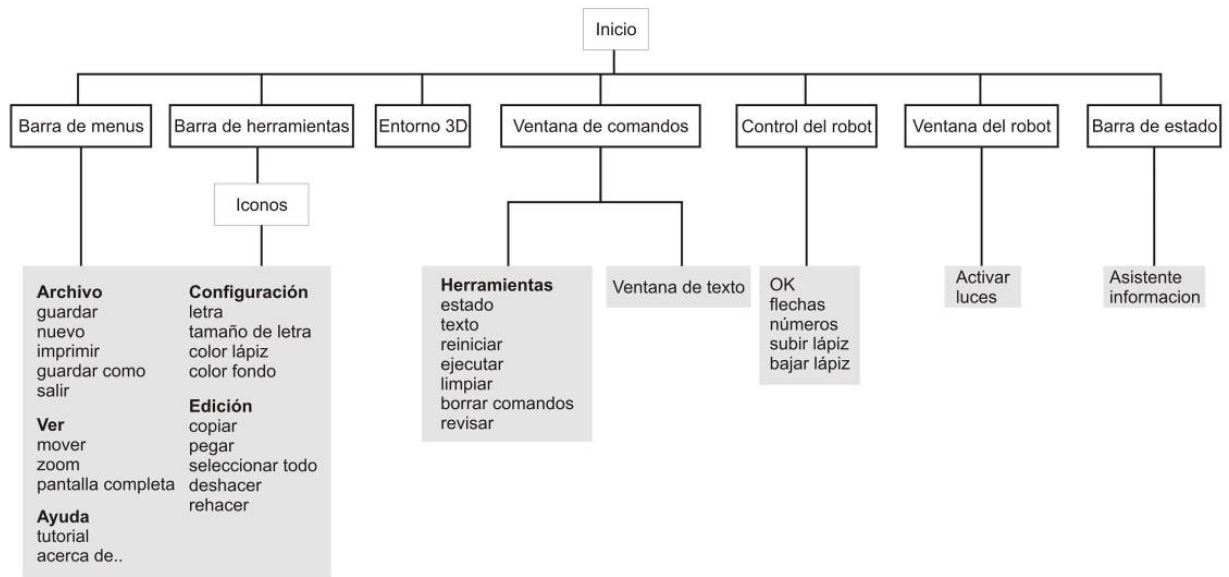
La disponibilidad: es individual, pero los ejercicios planteados se pueden trabajar en grupo.

Contexto: El contexto del diseño de la interfaz es para niños y esta envuelto en un concepto educativo, enfocado hacia las matemáticas, geometría y razonamiento abstracto. Se proporcionan enlaces de fuentes internas, que profundicen la información del manejo del software y despejen dudas acerca del mismo. Al mismo tiempo existen herramientas que permiten analizar el estado actual del ejercicio que se este desarrollando, este es el caso del botón “estado” que indica, cada una de las operaciones que se han realizado y la configuración vigente del programa.

Comunicación: Debido a que es un software no se tiene una comunicación directa con el usuario (retroalimentación), sin embargo en la barra de menús existe una opción de soporte técnico donde se deja una dirección electrónica, en la que se recibirán todas los comentarios acerca del programa.

6.4 Diagrama de flujo

Figura 28. Diagrama de flujo



7. FASE DE DISEÑO

En esta fase de propuestas de diseño se procede a hacer una lluvia de ideas a partir de los requerimientos y conceptos que se plantean en la fase anterior. Estos conceptos están relacionados con un entorno de juego y aprendizaje, por medio de temas espaciales, futurísticos, caricaturescos, dinámicos y de motivación para los niños.

Se decide desarrollar los modelos de las alternativas y modelarlos con programas de CAD para poder analizar con mayor detalle cada una de las diferentes ventajas y desventajas de las propuestas.

7.1 ALTERNATIVAS DE ROBOTS

El siguiente es un cuadro comparativo de cada una de las propuestas con sus características generales, luego aparecen una por una con información más detallada, que resulta de las evoluciones respectivas, empezando con los bocetos, luego el dimensionamiento, el modelado en programas de CAD, y por último la realización de modelos reales.

Tabla 2. Cuadro comparativo de las alternativas

	<p>Alternativa 1 (caracol): con la idea de que el robot marcara el trayecto al avanzar, se pensó en la biónica del caracol, pues este deja marca del recorrido al desplazarse. Así entonces la propuesta se plantea a partir de conceptos de crecimiento armónico.</p>
---	---



Alternativa 2 (rana): teniendo en cuenta que nuestro país cuenta con una gran diversidad de ranas, venenosas pero a su vez muy coloridas, se pensó en tratar de darle una identidad colombiana al móvil, familiarizando al niño con el robot a partir de la cotidianidad de su entorno.



Alternativa 3 (caracol): se propuso en base al crecimiento armónico de la concha del caracol. De esta forma se dividió en tres partes que se enroscan entre si, para que albergaran cada uno de los sistemas electrónicos por separado.



Alternativa 4 (escarabajo): el diseño de esta alternativa está basado en la biónica del escarabajo, fue escogida por sus características físicas, su comportamiento, su simetría, disposición de geometrización y por ser un animal de características morfológicas similares entre sus diferentes especies.

7.1.1 Análisis de las alternativas

Tabla 3. Alternativa 1: Caracol

	<p>Características</p> <p>Concebido de acuerdo las leyes de las proporciones áureas las cuales le permiten un crecimiento seccionado de su carcasa translúcida apta para la emisión de luces y visualización de sus sistemas electrónicos. Además su cuerpo posee antenas telescópicas indicadas para su transmisión inalámbrica.</p> <p>Dimensiones generales</p> <p>Largo 18cm - alto 12cm - ancho 10cm</p> <p>Ventajas</p> <p>La coherencia formal con el caracol permite un comportamiento intuitivo del mismo. Su caparazón goza de gran capacidad para albergar los sistemas electrónicos sin ningún inconveniente. Su forma posibilita la implementación de la configuración diferencial para su locomoción.</p> <p>Desventajas</p> <p>La propuesta formalmente carece de una evolución abstracta del caracol, es decir, es muy similar a su forma real. Permite visualizar los sistemas electrónicos, lo cual reduce su atractivo estético reduciendo el interés del niño.</p>
	

Tabla 4. Alternativa 2: Rana


	<p>Características</p> <p>Esta propuesta se caracteriza por sus colores brillantes y apariencia translúcida, además de sus dos llantas delanteras similares a los ojos saltones de las ranas que de inmediato captan la atención de cualquiera, relacionándolo de una vez con este animal.</p> <p>Dimensiones generales</p> <p>Largo 18cm - alto 8cm - ancho 13cm</p> <p>Ventajas</p> <p>Por motivo de su forma semiovoide facilita su construcción y brinda la posibilidad de distribuir los sistemas electrónicos y luces sin ningún inconveniente en cuanto a tamaño y disposición, además permite la implementación del sistema de locomoción diferencial sin problemas.</p> <p>Desventajas</p> <p>Por su carcasa translúcida deja ver todos los sistemas electrónicos, ocasionando una reducción en su atractivo estético.</p> <p>En cuestión de mantenimiento, como lo son el de las baterías y el lápiz, habría que desarmarlo por completo para tener acceso a ello y se tendría contacto con lo electrónico que requeriría de una asistencia más técnica y especial.</p>
--	---

Tabla 5. Alternativa 3: Caracol 2

	<p>Características</p> <p>Esta propuesta se desarrollo basándose en la particular forma de la concha del caracol, ya que esta crece de modo incremental armónicamente, de manera que el cuerpo del móvil se divide en tres partes distribuidas armónicamente para que cada una contuviera un sistema electrónico.</p> <p>Dimensiones generales</p> <p>Alto: 15cm - ancho: 12cm - largo: 15cm</p> <p>Ventajas</p> <p>Por estar dividido en tres partes facilita el acceso al mantenimiento de los sistemas que así lo requieran sin interferir unos con otros. De igual forma esta división posibilita el empleo de varios colores y materiales.</p> <p>Desventajas</p> <p>Su forma aunque permite implementar la configuración diferencial para su locomoción, no funciona como debería ya que su centro de masa esta desubicado y hace que se desestabilice.</p> <p>El elemento que contiene la rueda loca además de esa función trae un agujero para colocar el lápiz dándole gran accesibilidad a esté pero estaría mal ubicado ya que el móvil necesita que lleve el lápiz en el medio del eje de las llantas traseras.</p>
--	---

Tabla 6. Alternativa 4: Escarabajo

	<p>Características</p> <p>Se propuso el escarabajo porque es un animal con muchas características tanto en su comportamiento como en su morfología. De este modo se plantea en la configuración diferencial emplear una esfera en el lugar de la rueda loca, teniendo en cuenta que los escarabajos ponen sus huevos en bolas de estiércol que ellos construyen y las empujan con sus patas hasta sus nidos. Así mismo, el cuerpo del móvil que alberga los sistemas electrónicos esta protegido por una carcasa translúcida al igual que el insecto que cubre su cuerpo con una dura coraza protectora.</p> <p>Dimensiones generales</p> <p>Alto: 10cm - ancho: 15cm - largo: 18cm</p> <p>Ventajas</p> <p>Se adecua muy fácilmente a la configuración diferencial de locomoción. Logrando así una mayor estabilidad. Al igual que el insecto esta compuesto por un endoesqueleto que alberga los elementos electrónicos y los oculta y por una carcasa exoesqueletica translúcida que permite la emisión de luces y define la forma general del robot. El mecanismo del lápiz esta ubicado en la parte de abajo del endoesqueleto, al igual que el portapilas, separándolos de los demás componentes electrónicos, facilitando el acceso para su</p>
--	--

	<p>mantenimiento.</p> <p>El diseño abstraído del escarabajo logra una percepción futurista, atrayendo el interés del niño y manteniendo el concepto de la robótica.</p> <p>Desventajas</p> <p>El sistema de locomoción propuesto requiere gran precisión para su correcto funcionamiento.</p>
---	--

Después del análisis cualitativo de las distintas alternativas, se llegó a la conclusión de evolucionar al alternativa número 4, pues sus cualidades estéticas y funcionales, son las que mejor resuelven las necesidades del proyecto.

Para ratificar este resultado se hace una calificación por medio del método de objetivos ponderados, donde se colocan en orden de importancia los requerimientos y se comparan entre sí, en el cuadro comparativo de la ponderación de los requerimientos, después se procede a calificar las distintas alternativas y obtener así un resultado confirmativo del análisis anterior.

7.1.1.a Lista de los Requerimientos de Diseño

A = Versatilidad

B = Mecanismos

C = Acabado

D = Chasis endoesqueletico

E = Chasis Exoesqueletico

F = Centro de gravedad

G = Seguridad

H = Ergonomía

I = Manipulación

J = Mantenimiento

K = Estilo

L = Unidad

M = Interés

7.1.1.b Orden de los Requerimientos

Ahora se toma cada requerimiento y se compara con los demás, se evalúa 0 si es menos importante y 1 si es más importante que el requerimiento con el que se confronta. Se realiza una adición en sentido horizontal para obtener la prioridad de los requerimientos establecidos.

Tabla 7. Cuadro comparativo de la ponderación de los requerimientos

Requerimiento	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Resultados
A	-	1/2	1	1/2	1	0	1/2	0	1/2	1/2	0	0	0	4.5
B	1/2	-	0	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0	5
C	0	1	-	1	1/2	0	1/2	1/2	1	0	1/2	1/2	1/2	6
D	1/2	1/2	0	-	1/2	0	0	0	0	1/2	0	0	0	2
E	0	1/2	1/2	1/2	-	0	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1/2	0	5
F	1	1/2	1	1	1	-	1	1	1/2	1	1/2	1/2	0	9
G	1/2	0	1/2	1	1/2	0	-	1/2	1/2	0	0	0	0	3.5
H	1	1/2	1/2	1	1/2	0	1/2	-	1	1/2	1/2	0	1/2	6.5
I	1/2	1/2	0	1	0	1/2	1/2	0	-	1/2	0	0	0	3.5
J	1/2	1/2	1	1/2	1/2	0	1	1/2	1/2	-	0	1/2	0	5.5
K	1	1	1/2	1	1/2	1/2	1	1/2	1	1	-	1/2	1/2	9
L	1	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1	1	1	1/2	1/2	-	1/2	8.5
M	1	1	1/2	1	1	1	1	1/2	1	1	1/2	1/2	-	10

Resultados:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Interés | 8. Mecanismos |
| 2. Centro de gravedad | 9. Chasis exoesqueletico |
| 3. Estilo | 10. Versatilidad |
| 4. Unidad | 11. Manipulación |
| 5. Ergonomía | 12. Seguridad |
| 6. Acabado | 13. Chasis Endoesqueletico. |
| 7. Mantenimiento | |

7.1.1.c Ponderación Relativa de los Requerimientos

Procedimiento: se asigna un porcentaje a cada requerimiento dependiendo de las prioridades establecidas





1. Interés 16%
2. Centro de gravedad 14%
3. Estilo 12%
4. Unidad 9%
5. Ergonomía 8%
6. Acabado 7%
7. Mantenimiento 7%
8. Mecánicos 6%
9. Chasis exoesqueletico 5%
10. Versatilidad 5%
11. Manipulación 4%
12. Seguridad 4%
13. Chasis Endoesqueletico 3%

7.1.1.d Evaluación Cuantitativa de las Alternativas de Robots

Parámetros de rendimiento de los requerimientos:

- 0 – No cumple
- 1 – Cumple medianamente
- 2 – Cumple
- 3 – Cumple satisfactoriamente

Tabla 8. Cuadro comparativo de la ponderación de las alternativas

REQUERIMIENTOS		Alternativa Caracol 1		Alternativa Rana		Alternativa Caracol 2		Alternativa escarabajo	
									
REQUERIMIENTO	PESO	CALIF	VALOR	CALIF	VALOR	CALIFI	VALOR	CALIFI	VALOR
INTERES	16 %	1	16	2	32	2	32	3	48
CENTRO DE GRAVEDAD	14 %	0	0	2	28	2	28	3	42
ESTILO	12 %	1	12	1	12	3	36	3	36
UNIDAD	9%	3	27	3	27	2	18	3	27
ERGONOMIA	8%	1	8	1	8	2	16	2	16
ACABADO	7 %	2	14	1	7	2	14	3	21
MANTENIMIENTO	7 %	0	0	0	0	2	14	2	14
MECANICOS	6 %	1	6	2	12	1	6	3	18
CHASIS EXOESQUELETO	5 %	3	15	2	10	2	10	2	10
VERSATILIDAD	5 %	0	0	1	5	2	10	3	15
MANIPULACION	4 %	0	0	1	4	1	4	2	8
SEGURIDAD	4 %	2	8	2	8	2	8	3	12
CHASIS ENDOESQUELETO	3 %	1	3	1	3	1	3	2	6
TOTAL			109		156		199		273

Después de evaluar y comparar las alternativas de diseño, empleando el Método de Requerimientos diferencialmente Ponderados se selecciona la Alternativa ESCARABAJO para evolución.

7.2 ALTERNATIVAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA

El diseño de estas alternativas está creado para una resolución de pantalla de 1024 por 768 píxeles, debido a que cada vez esta es la resolución más común y con una paleta de colores RGB, pues su uso es en pantalla y no de impresión, se manejan colores vivos que alegren el entorno.

Figura 29. Alternativa A



En la alternativa A la interfaz esta dividida en tres partes principales, la primera es la barra de herramientas con los botones que se utilizan para trabajar en la pantalla de visualización del robot. Esta barra esta ubicada al lado izquierdo para generar equilibrio en el todo.

La sección mas oscura es la que se refiere directamente al robot que se esta manipulando. La segunda es la pantalla principal es donde se visualiza el entorno en tres dimensiones del mundo del robot y por supuesto el robot.

La ventana de la derecha es la de control, pues aquí se escriben todos los comandos de movimiento para dibujar en pantalla, al lado derecho de la misma existen los botones que mas se utilizan en esta tarea: lápiz, borrador, revisar y diagnostico. En la parte inferior se encuentra una metáfora de los controles de juego de video, que también ayudan a dirigir el robot de otra manera, están dispuestos alrededor los números del 0-9 en forma horaria para así cuantificar la cantidad de pasos de cada movimiento.

La barra superior es la barra de menú que esta condensada con la barra de titulo es decir donde se encuentra las opciones de minimizar y cerrar. La barra inferior es la de estado e indica la operación que se este realizando.

La tipografía utilizada es de tipo palo seco, redonda y en minúscula, debido a que es la que más fácil se lee. Además se maneja un contraste del color del texto respecto al fondo pero nunca del 100% pues no facilita la legibilidad y llegaría a cansar la visión. También se incorpora el concepto de contragrafismo, donde se le da importancia al vacío, y hace juego con cada una de las partes de la interfaz.

Iconografía: es una de las partes más importantes de la interfaz y se refiere a la abstracción de conceptos de cada una de las acciones que se pueden generar en el programa, por ende son la imagen que sintetiza la herramienta. Para saber si es el icono es entendido por el niño, de la forma que debe ser, se hace un test de usabilidad, planteado en la siguiente fase de diseño.

Figura 30. Iconos de la alternativa A



Cada uno de estos iconos están diseñados tratando de buscar consistencia con otros programas ya existentes y que se manejan en casi todos los colegios, como es el caso de los programas de Microsoft Office para Windows: Word, Powerpoint, etc. Nuevo es una hoja de papel, para escribir, archivo es una carpeta de almacenar papeles y donde se pueden encontrar los archivos guardados anteriormente. Guardar, es un disquete, cortar, unas tijeras, copiar y pegar son las hojas de papel que se usaron de icono para nuevo, pero esta vez con una flecha que indica que se pasa de un documento a otro y con cinta pegante para indicar que se esta pegando un dato. Deshacer y rehacer son dos flechas puestas en diferente sentido, para repetir una acción ó para devolver la última realizada. Ayuda es un signo de interrogación que representa cualquier cuestionamiento acerca del manejo del programa.

Para las acciones de la pantalla de visualización del robot: Mover es una huella, que se arrastra hasta la pantalla para poder mover la imagen. Zoom es una lupa que se acerca o aleja según el movimiento del scroll. Texto esta representado por la letra A por que es la primera letra del abecedario y así es usada en diferentes programas. Rotar son dos flechas girando una en sentido horizontal y la otra en sentido vertical. Luego los dos botones siguientes son los que están relacionados directamente con el robot, entonces lo activan cuando se esta conforma con la programación planteada o se desactiva para esperar la próxima acción. Luces es

al botón encargado de encender y apagar las luces de la matriz de LED's que tiene el robot en la parte superior.

Para las operaciones de programación del robot el lápiz es el icono de la herramienta encargada de trazar el trayecto del robot cuando esta activada, cuando esta desactivada se levanta el lápiz y no se marca esa parte del trayecto pero si se avanza. El borrador es la parte superior de un lápiz convencional y borra una parte de la programación o toda la pantalla. Revisar es representado con un chulo de aceptación y sirve para recopilar la información que se ha programado hasta el momento, pero que aún nos ha ejecutado de tal manera que revisa si esta dentro de los parámetros del lenguaje LOGO. Diagnostico es la herramienta que dice el estado actual del programa es decir, que versión es, que tipo de letra se esta manejando y los recorridos que se han hecho hasta el momento con un lenguaje vectorial.

Figura 31. Alternativa B



El diseño la alternativa B esta diagramado bajo proporciones áureas, y básicamente se trabaja a modo de metáfora con los juegos de video, en su forma de visualizar y por medio de los botones donde simulan sus controles. Las herramientas están ubicadas en la parte izquierda del programa, además los iconos de las mismas están dibujados a modo caricaturesco y son de un tamaño mayor al convencional, la barra de menú tiene los iconos de las herramientas más utilizadas para facilitar el acceso a ellas. El entorno de tres dimensiones es propuesto a modo de planeta. La ventana de la derecha es la ventana de los comandos el control de la parte inferior es para indicar la dirección del robot, para agregar luego la cantidad de pasos que se deben dar. La tipografía es de dos tipos una redonda y en minúscula, y la otra es en mayúscula y de tipo electrónico, para simular el contexto robótico de la misma, este tipo de letra es para la barra de estado. Los iconos están diseñados con colores diferentes, para darle más dinamismo al entorno. Sin embargo el color preponderante es el verde, que es el mismo de la carcasa del robot. La vista superior y de perspectiva se puede cambiar gracias a que cada una se comporta como un botón.

Figura 32. Iconos de la alternativa B

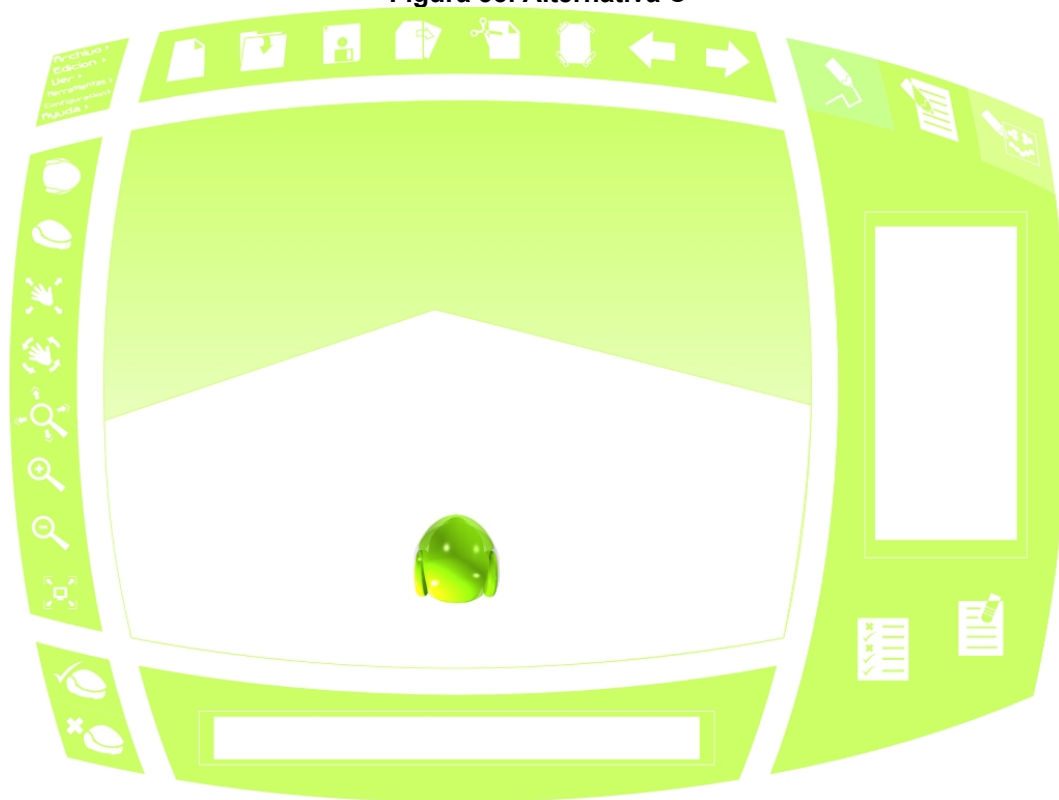


Los iconos de esta alternativa están dibujados de modo caricaturesco y se manejan colores vivos con brillos y degradados. El botón lupa con flechas en cuatro sentidos es para encuadrar la imagen, es decir si la lupa se ha retirado mucho o se ha acercado mucho, se utiliza este botón para volver todo a estado normal. La mano, es para el botón de mover, las flechas en sentidos contrarios representan el sentido de giro, es para rotar la visualización de tres dimensiones. El cuadrado con cuatro flechas es para el botón de encuadrar la imagen, este sirve para manejar

diferentes dimensiones en el fondo, para poderlas modificar y usar una foto si se quiere copiar. El bombillo es para las luces del robot.

De igual manera las herramientas que ayudan a la programación del robot, como son: lápiz, borrador, texto, revisar, estado y nuevo, tienen el mismo sentido de color y forma.

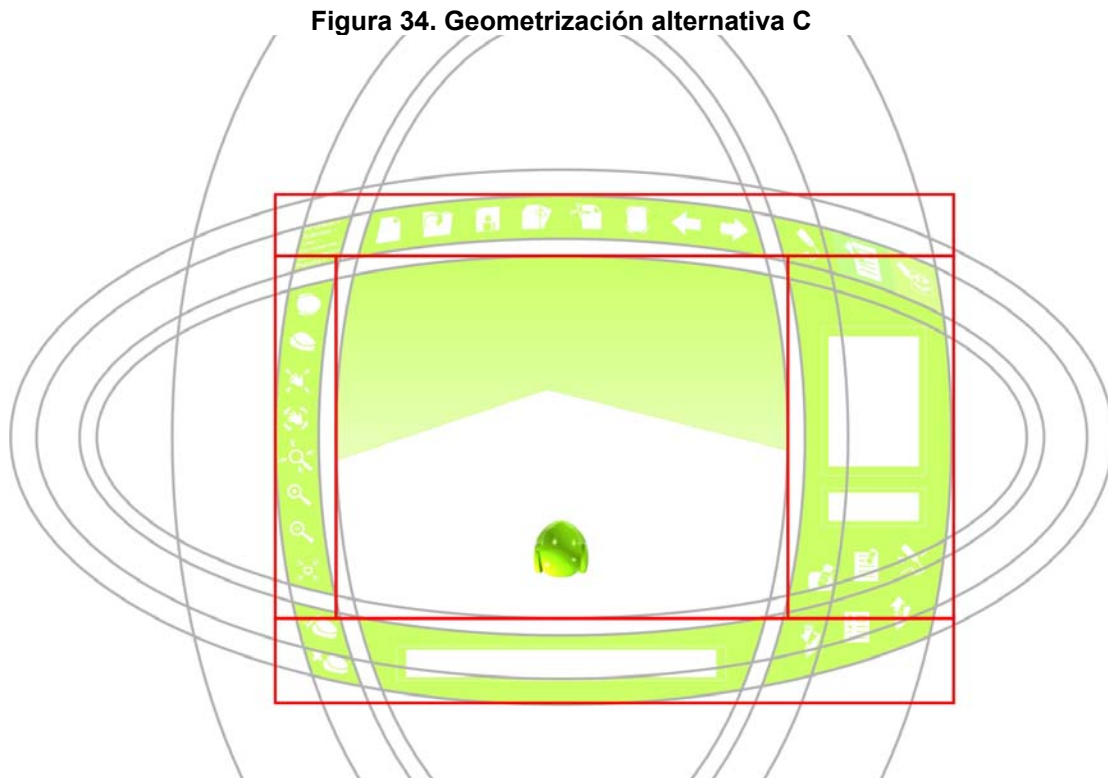
Figura 33. Alternativa C



El diseño visual de la alternativa C fue extraído de la geometrización hecha al escarabajo que sirvió de base para la creación del robot, de este modo, su forma elíptica además con ayuda de leyes de proporción y distribución como lo son la sección áurea y la ley de los tercios, posibilitó por medio de intersecciones la definición de una disposición clara y sencilla de la interfaz. Los colores empleados

en la propuesta son los mismos que conforman al robot, un fondo blanco y las barras de herramientas y ventanas de color verde.

Figura 34. Geometrización alternativa C



La interfaz esta compuesta por lo básico de cualquier software, barras de herramientas con iconos que describen metafóricamente la acción a ejecutar, un espacio de trabajo amplio y central donde se puede ver el robot en la vista deseada sobre una superficie, una barra de estado que da una breve descripción de cada icono al ser pulsado, además brinda información de la posición y estado del robot. Por ultimo una ventana lateral con tres pestañas una donde se pueden escribir y ejecutar los comandos u órdenes que describirán el recorrido del robot, otra donde se pueden editar y una ultima que sitúa un espacio para recrear un rostro lumínico al robot.

Figura 35. Iconos Alternativa C



8. FASE DE REALIZACIÓN

8.1 ALTERNATIVA EVOLUCIONADA DEL ROBOT

El diseño de esta alternativa está basado en la biónica formal del escarabajo, fue escogida entre varios insectos rastreros, por su simetría, disposición de geometrización y por ser un animal de características morfológicas similares entre sus diferentes especies, que viven en las regiones templadas y tropicales del todo el mundo. Su cuerpo es casi hemisférico, redondeado por arriba y plano por abajo, y tiene una cabeza pequeña y patas cortas. Algunas especies son negras, otras de colores brillantes, por lo general con franjas o puntos de colores.

Los coleópteros³⁰ (su nombre técnico), son uno de los órdenes de insectos, caracterizados por poseer dos pares de alas, endurecidas por quitina; estas alas cubren el abdomen del insecto a modo de estuche, constituyendo una verdadera coraza protectora, y reciben el nombre de élitros; cuando los escarabajos quieren elevar el vuelo, los separan y lo realizan mediante un segundo par (o posterior) de alas, éstas membranosas; generalmente el vuelo es rápido pero no muy largo, siendo característico el zumbido que emiten. Otras características son el poseer un aparato bucal masticador y metamorfosis complicada (huevo, larva, ninfa e insecto adulto).

Otra característica de los escarabajos es su comportamiento³¹, con arte geométrico, los escarabajos utilizan sus patas y piezas de la boca para formar el estiércol recientemente puesto en estructuras esféricas enormes para rodarlas hacia su nido subterráneo. La hembra entonces pone un solo huevo en cada bola, cuando los huevos nacen, las larvas se alimentarán de la materia fecal. Es

³⁰ http://www.enciclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz_id=13577

³¹ <http://www.insecta-inspecta.com/beetles/scarab/espanol.html>

asombroso que los escarabajos tengan la capacidad de rodar las bolas del estiércol que cargan hasta cincuenta veces su propio peso.

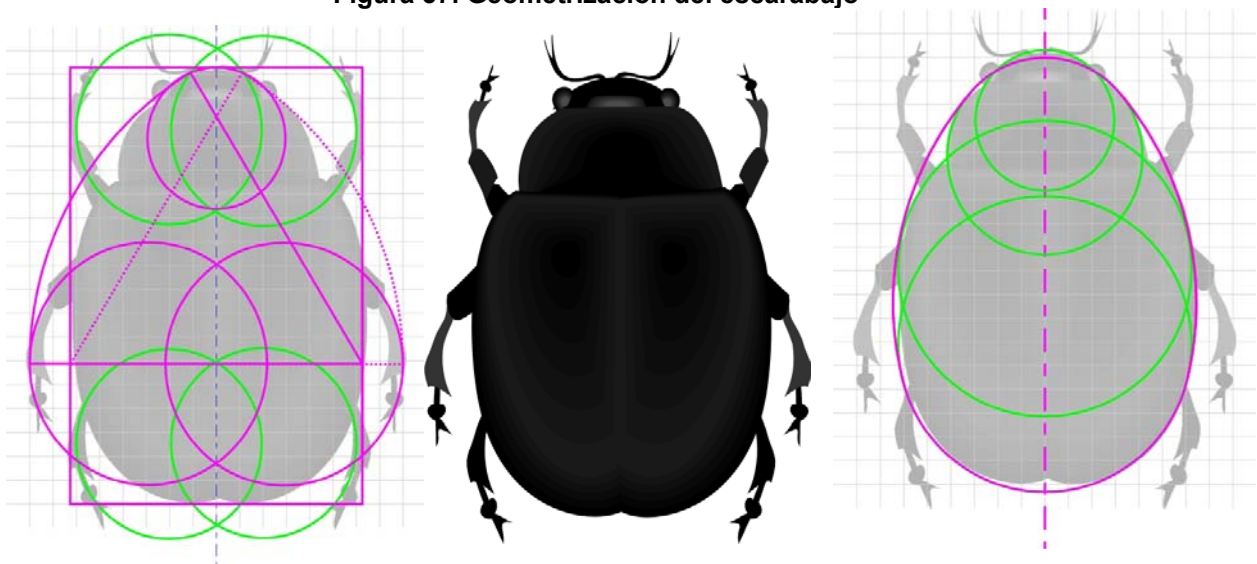
Figura 36. Escarabajo



www.nfi.org.za/inverts/BIG12/dung.jpg

Así entonces las características del insecto, se adaptaban a los requerimientos planteados, pues su forma y diseño son coherentes con la semántica y las cualidades físicas del objeto, para poder ser entendido por el usuario.

Figura 37. Geometrización del escarabajo



Geometrización N°1

Geometrización N°2

Se partió de la primera geometrización y con el concepto de una configuración de dos ruedas traseras fijas y una rueda loca delantera, la cual consiste en la mayoría

de los casos, de una esfera que gira libremente en cualquier dirección. Siendo así se pensó en la manera de alojar la esfera sin necesidad de emplear elementos comerciales dispuestos para este objetivo, entonces surge la idea de emplear una especie de brazos que salen desde las ruedas traseras hasta adelante y abarca por los extremos a la esfera permitiéndole así rodar con toda libertad.

Figura 38. Primeros bocetos



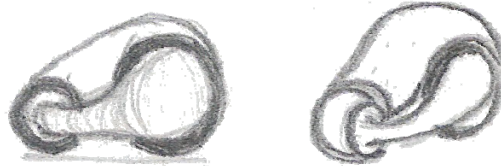
Seguidamente se fueron elaborando más variaciones hasta llegar a combinarla con la geometrización N°2 la cual preemitió definir la forma de la carcasa exterior o exoesqueleto del robot.

Figura 39. Primer modelado virtual



En definitiva se llego a esta alternativa final (fig. 40) para su respectivo dimensionamiento y proceder así a un modelado tridimensional tanto virtual como físico y demás análisis de requerimientos y estudios de color y material.

Figura 40. Evolución final de la alternativa



8.1.1 Modelado virtual de la alternativa

Figura 41. Modelado virtual de la alternativa



El modelado virtual nos permite dimensionar con acertada precisión la alternativa y determinar donde y como van exactamente cada uno de los componentes del conjunto. De este modo se establecieron tres partes principales del robot para analizar cada una con el debido detenimiento:

8.1.1.a La carcasa o exoesqueleto

Es la parte más visible que cubre y protege los demás elementos. Consiste en un cascaron ovoide, recortado estratégicamente para que no interfiera con la locomoción.

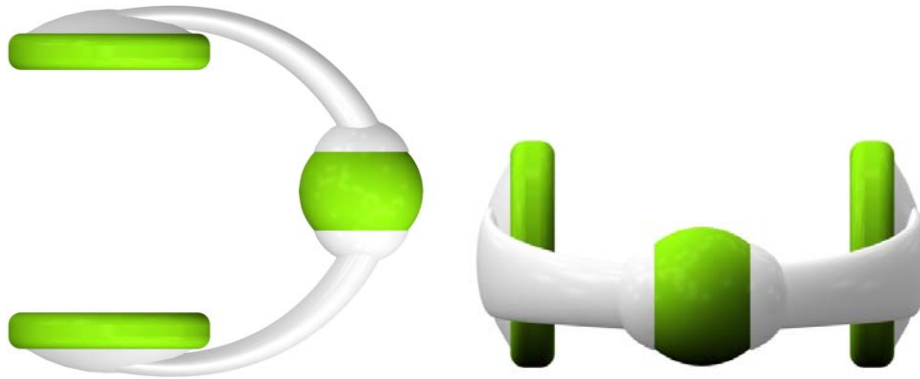
Figura 42. Carcasa



8.1.1.b El sistema de locomoción

Consiste en dos ruedas traseras, un par de brazos laterales que conecta las llantas traseras con la delantera y una esfera delantera cumpliendo el papel de rueda loca.

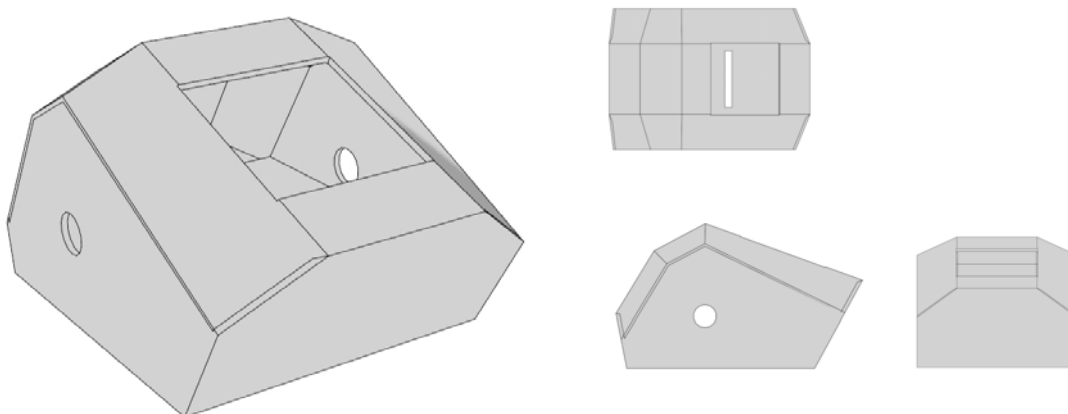
Figura 43. Sistema de locomoción

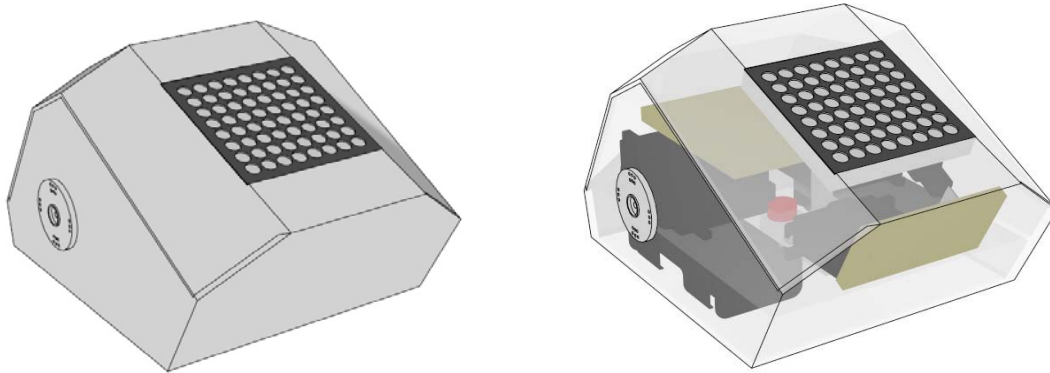


8.1.1.c El chasis o endoesqueleto

Es el encargado de alojar todo el sistema electrónico, las baterías y el mecanismo del lápiz. Consiste en una caja necesariamente dispuesta para aprovechar el espacio que queda debajo de la carcasa principal.

Figura 44. Chasis

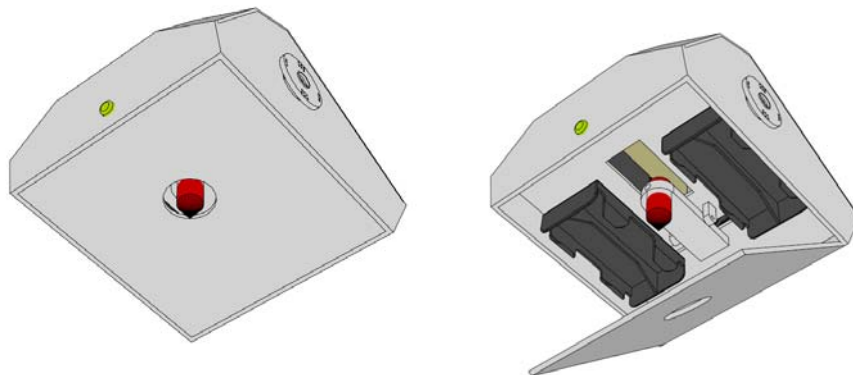




La idea de este endoesqueleto partió de la iniciativa de ocultar todas las partes electrónicas y dejar únicamente accesibles dos partes de gran importancia que requieren de mantenimiento, como las baterías y el lápiz trazador del recorrido.

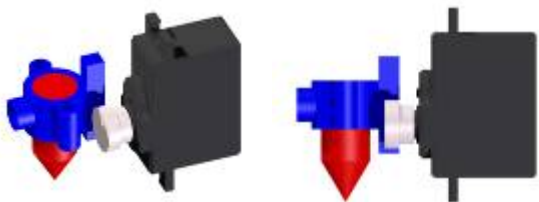
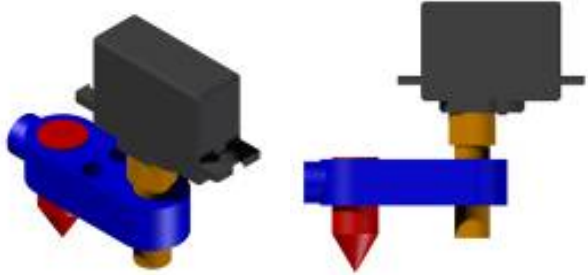
Entonces cumpliendo este deseo se dispuso de una tapa que da la opción de ser removida para el mantenimiento. Así mismo se emplearon para alojar las baterías dos portapilas dobles de polipropileno que traen en relieve una señalización clara que indica la forma correcta de instalar las baterías además se consiguen en el comercio fácilmente.

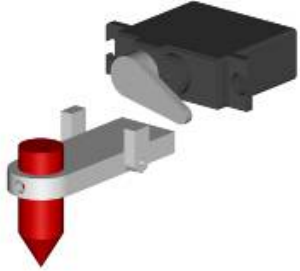
Figura 45. Disposición de las pilas y el mecanismo del lápiz



Posteriormente se situó el mecanismo de accionamiento del lápiz, el cual debería ser activado por un mini servomotor. En la siguiente tabla se muestran las diferentes propuestas para el desarrollo del mecanismo accionador del lápiz, con cada una de las ventajas y desventajas de su implementación.












Tabla 9. Alternativas para el mecanismo activador del lápiz

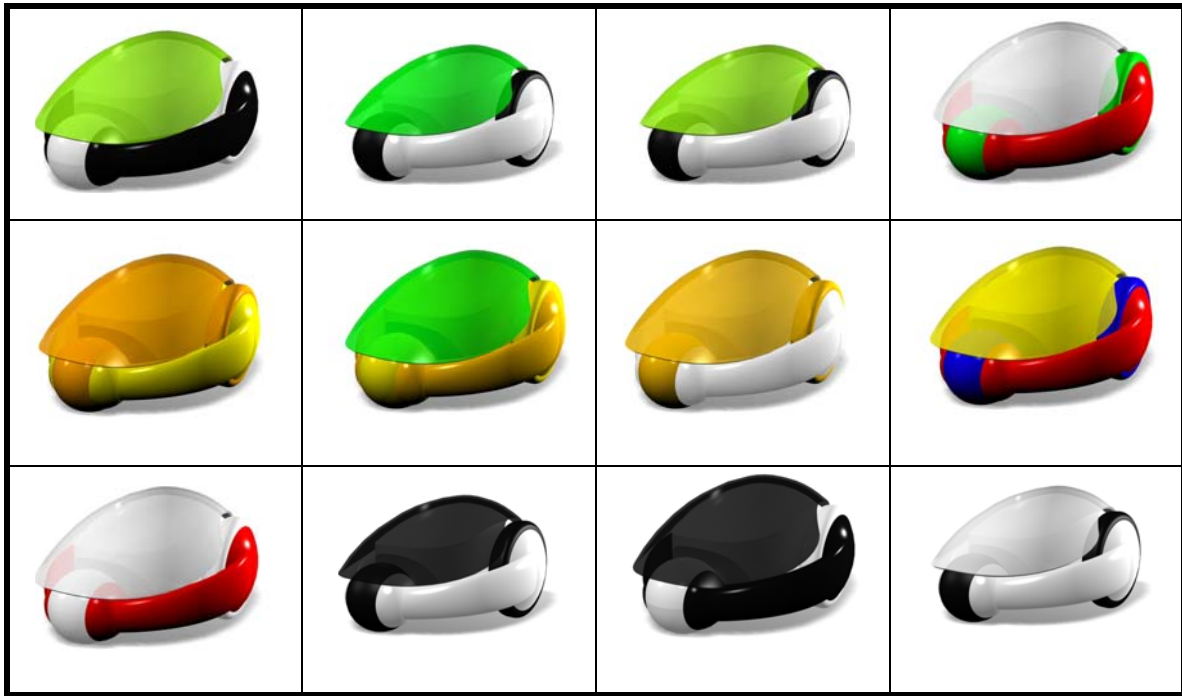
 <p>Este mecanismo está compuesto por un piñón que va directamente al servo y una cremallera en el portalápiz que sube y baja por una guía al girar el engrane.</p>	<p>Ventajas: Ocupa poco espacio.</p> <p>Desventajas: Imprime fuerza sobre el lápiz haciendo que se levante el robot y pierda tracción Difícil fabricación</p>
 <p>Este mecanismo es actuado por un tornillo directamente colocado al servomotor el cual al girar desplaza el portalápiz hacia arriba o hacia abajo por unas guías.</p>	<p>Ventajas: Ocupa poco espacio y es fácil de fabricar</p> <p>Desventajas: Necesita de gran precisión Como el servo está fijo, había la posibilidad de que al ser accionado empujara de más el lápiz contra el piso lo que ocasionaba que se levantara el robot e hiciera que perdiera tracción</p>

 <p>Después de ver las fallas de los anteriores se decidió utilizar una leva en el servomotor que acciona al portalápiz que pivota en un extremo elevándolo y dejándolo caer por acción de la gravedad o por un resorte.</p>	<p>Ventajas: Fácil fabricación El motor no imprimía fuerza sobre el lápiz lo cual no interfería en la locomoción y corregía los defectos de los anteriores.</p> <p>Desventajas: Ocupa un poco más de espacio.</p>
---	---

8.2 PRUEBAS DE COLOR

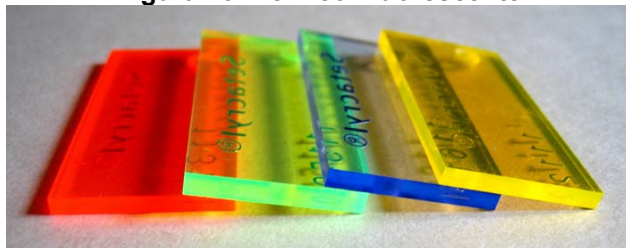
Tabla 10. Posibilidades de color para el robot



Luego de observar las distintas posibilidades de color en los modelados virtuales se escogió la alternativa de color verde con blanco pues el público al que va dirigido el proyecto requiere colores brillantes y llamativos. Además analizando el mercado de materiales plásticos encontramos una nueva gama de acrílicos fluorescentes, naranjas, verdes, fucsias, que generan un efecto de irradiación de luz, efectos que se acercaban bastante al modelado virtual de color verde.

Figura 46. Acrílico Fluorescente



http://www.plexiglass.fr/IMAGES/echantillons_compresses/fluo_transparents.jpg

El proyecto esta dirigido a niños de 7 a 12 años a esta edad en el niño es mas importante la destreza practica lo que quiere decir que la forma es primordial ante el color, sin embargo el color es significativo a la hora de escoger un diseño, y

debido a que es un elemento que esta dirigido a ambos géneros se escogió el color verde contrastado con el blanco para el diseño del robot.

El color verde ejerce como todos los colores sobre la persona que lo observa una triple acción. Impresiona al que lo percibe, por cuanto que el color se ve y llama su atención. Tiene capacidad de expresión, ya que cada color, expresa un significado y provoca una reacción y una emoción. El verde expresa sentimientos de aventura, equilibrio y seguridad, cualidades que son perfectas para el entorno en el que se manipula el robot.

8.3 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL ROBOT Y DEL MODULO DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

Subsistema de Control. Es el encargado de recibir y procesar la información proveniente de los sensores y el sistema de comunicación, enviar las señales de control a los actuadores y enviarla a un medio de visualización. Además el sistema de control debe tener la posibilidad de reprogramarse, y guardar la información en una memoria.

Subsistema de Alimentación. Es el encargado de suminístrale condiciones de voltaje constante a los dispositivos electrónicos que tenga el robot.

Subsistema de Locomoción. Está formado por todos los componentes necesarios para efectuar los movimientos del robot: tarjeta de control de actuadores y actuadores (servomotores).

Subsistema de Sensores. Son los módulos que captan las variaciones físicas del entorno convirtiéndolas en señales eléctricas con los niveles adecuados de

tensión y corriente para ser interpretadas por el subsistema de control, en este caso se usara un sensor infrarrojo para el sensor de encoder.

Subsistema de Comunicación. Este subsistema consta de todos los dispositivos electrónicos que permitirán un intercambio de datos entre el robot y un computador. La comunicación podrá hacerse por medio de líneas inalámbricas y será unidireccional. Esto permitirá realizar control de variables o de acciones, lo cual amplia considerablemente el número de experiencias a realizar por parte del usuario.

Medios de Visualización. Son los dispositivos encargados de informar el estado de algunos de los procesos del móvil o de la tarjeta principal, entre los cuales se encuentran, dispositivos como los LED's y las LCD.

Módulo sensor de encoder. Es el encargado de darle al robot la capacidad de reconocer las variaciones de colores contrastados que se encuentren en un encoder. En este caso el encoder está construido con variaciones uniformes del color blanco y negro a lo largo de un disco que esta instalado en una de las llantas. El diseño de este sistema busca otorgar al móvil la capacidad de realizar movimientos controlados de la velocidad, la dirección y el espacio, con esto se consigue realizar tareas específicas determinadas anteriormente por el usuario.

8.4 DISEÑO DEL MODULO DE TRANSMICION INALÁMBRICA

Luego de haber definido la forma y tamaño de la tarjeta de transmisión inalámbrica (fig.47), proceso en el cual se tenia que regir a las normas, tamaños y formas preestablecidas comercialmente, de modo que, se procedió a definir la forma de la

carcasa, la cual surgió teniendo en cuenta la forma del móvil con la intención de que guardaran coherencia con todo el conjunto.

Figura 47. Tarjeta de transmisión inalámbrica



Se propusieron varias formas para ser fabricadas en acrílico, de las cuales se escogieron dos para hacer pruebas de fabricación. Finalmente se decidió por la que usara menos pasos de fabricación y menos material consumiera, así que la elegida fue la alternativa 2, la cual solo necesitaba un molde para termoformar y dos piezas mas de acrílico.

Figura 48. Alternativas



Alternativa 1



Alternativa 2

9. FASE DE VALORACIÓN

9.1 COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ROBOT

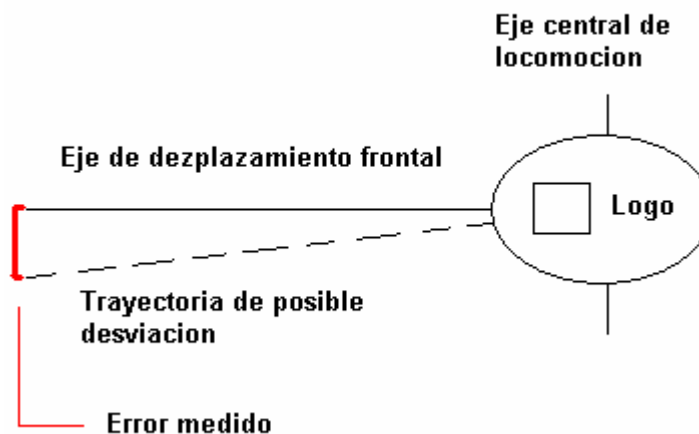
9.1.1 Locomoción

Se realizaron varios ensayos con el fin de caracterizar el movimiento del robot, en avance, retroceso y giros de izquierda y derecha. El entorno en que se realizaron los pruebas tiene las siguientes características, terreno plano, superficie lisa (material formica), dimensiones del terreno de 1m por 0.5m

9.1.1.a Ensayos de avance

Se tomaron 20 muestras del movimiento del móvil hacia delante, en la prueba se programo al robot para que avanzara en línea recta 60cm, los datos a controlar fueron desplazamiento frontal y desviación del eje de desplazamiento, midiendo la posición del punto esperado, con la del experimental (Error medido). Figura 47.

Figura 49. Descripción del robot



Los datos obtenidos en las pruebas son los siguientes

Tabla 111. Datos obtenidos en las pruebas

Desplazamiento	60	60	61	59	60	61	61	61	61	59
Error	8	10	9	9	9	9	10	12	5	8
Desplazamiento	61	61	61	59	60	60	60	61	60	59
Error	10	13	6	9	9	10	8	10	11	10

Conclusiones: Después de realizar la prueba se puede observar que el sistema tiene un error del 13.5% aproximadamente en cuanto a desplazamiento/ Error, este error que se presenta puede ser ocasionado por los siguientes factores:

- Rueda de apoyo: La rueda de apoyo carece de movilidad constante, hay ocasiones en las que se ve que gira y en otras no, en las veces que no gira el error fue mas grande.
- Resistencia eléctrica del motor: Los motores puede presentar diferencia en las resistencia eléctrica lo que ocasiona diferencia en velocidades, la resistencia fue medida experimentalmente y no se encontró el error mostrado

Por lo tanto es indispensable hacer una corrección de error la cual puede hacerse con sensores o caracterizando un error constante.

9.1.1.b Ensayo Giros

Se tomaron 20 muestras para los giros, en las cuales 10 eran para el lado izquierdo y 10 para el derecho, en esta prueba se controlaría la variable de giro con respecto al eje de giro del móvil, los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 122. Datos obtenidos en las pruebas

Giro	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Error	105	105	90	95	95	105	100	105	95	95
Giro	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90
Error	-95	-100	-95	105	105	100	100	105	105	100

Conclusiones: Después de realizar la prueba se pudo observar que el sistema tiene un error del 14% aproximadamente en cuanto a giro/error, este error que se presenta puede ser ocasionado por los siguientes factores

- Rueda de apoyo: La rueda de apoyo carece de movilidad
- Resistencia eléctrica del motor: Los motores puede presentar diferencia en las resistencia eléctrica lo que ocasiona diferencia en velocidades, la resistencia fue medida experimentalmente y no se encontró el error mostrado

Por lo tanto es indispensable hacer una corrección de error la cual puede hacerse con sensores o caracterizando un error constante, que reduzca el error a menos de un 5-8% estimado como aceptable en sistemas roboticos de este tipo, en otro caso se requiere un encoder de por lo menos 180 líneas para minimizar el error pero abría que replantear el diseño y los costo de un encoder con esta característica es alto (50 a 100 dólares por motor).

9.2 PRUEBA DE USABILIDAD PARA LA INTERFAZ GRAFICA

Metodología

Según la norma ISO 9241:11 de 1993 la usabilidad es “la facilidad de uso de una aplicación informática”.

Existen cuatro aspectos fundamentales³² a la hora de definir o cuantificar el término usabilidad, cada uno de ellos esta relacionado con el usuario, la tarea y el contexto:

³² Tomado de internet <http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/test-de-usabilidad-de-un-sitio.html>. Workshop: cómo hacer un test de usabilidad de un sitio. Planificación, selección de usuarios, pruebas, reporte y análisis. Copyright © 1999-2000 [Eduardo Mercovich](#), [GaiaSur](#)

1. Utilidad: la utilidad es la capacidad de una herramienta de ayudar a cumplir tareas específicas. Aunque esta afirmación parece obvia, es importante observar que una herramienta que es muy usable para una tarea, puede ser muy poco usable para otra, aún incluso si se trata de una tarea similar pero no idéntica.

2. Facilidad de uso: la facilidad de uso está en relación directa con la eficiencia o efectividad, medida como velocidad o cantidad de posibles errores. Una herramienta muy fácil de usar permitirá a su usuario efectuar más operaciones por unidad de tiempo (o menor tiempo para la misma operación) y disminuirá la probabilidad de que ocurran errores.

3. Facilidad de aprendizaje: la facilidad de aprendizaje es una medida del tiempo requerido para trabajar con cierto grado de eficiencia en el uso de la herramienta, y alcanzar un cierto grado de retención de estos conocimientos luego de cierto tiempo de no usar la herramienta o sistema.

4. Apreciación: es una medida de las percepciones, opiniones, sentimientos y actitudes generadas en el Usuario por la herramienta o sistema; una medida, si se quiere, de su seducción o elegancia.

A partir de estos cuatro parámetros se puede evaluar cualquier producto para analizar la usabilidad, entonces aparecen distintos métodos para llevar a cabo este proceso, dentro de los cuales están: La evaluación heurística y los test con usuarios.

El desarrollo de test de usabilidad, permite conocer con mayor detenimiento si lo planteado por el diseñador es comprendido de forma adecuada por el usuario

final, y en la metodología del diseño centrado en el usuario son base fundamental del buen desarrollo de la misma.

Ahora en este caso el diseño de la interfaz gráfica para el software manipulador del robot, es enfocado para niños, y el test debe evaluar la accesibilidad y la comprensión del desarrollo del programa en los niños de 7 a 12 años de edad.

También existen diferentes tipos de test, cada uno con el fin de obtener información específica acerca de diseño. En nuestro caso se puede recurrir a dos tipos de métodos:

- Método de Instrucción previa (Teaching Method). En una fase previa se permite a los participantes interactuar con el sistema para adquirir cierta soltura en su manejo. Después, habrán de ayudar a un usuario inexperto a realizar las tareas que se le encomienden.
- Método del Descubrimiento Conjunto (Co-discovery Method). Es una variante del test de usabilidad en la que dos participantes intentan realizar las tareas juntos mientras están siendo observados. Tal circunstancia se aproxima a la situación real del contexto de uso y aporta más datos.

Además hay factores que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar cualquier técnica³³:

Protocolo de expresión del usuario: en el momento de realizar las pruebas el usuario expresa verbalmente las sensaciones y percepciones del producto evaluado, esta puede ser protocolo de pensamiento manifestado, que es cuando

³³ nosolousabilidad.com - todos los derechos reservados, 2003-2006
email: info@nosolousabilidad.com

el usuario va relatando cada una de las sensaciones que le genera el producto, ó puede ser por protocolo de preguntas, donde además el usuario formula preguntas acerca del prototipo evaluado.

Antes de la prueba se crea un guión de preguntas de como se van a realizar y cuanto tiempo se demora en cada uno, es importante explicarles a los niños el motivo de la misma, reiterar que se va a evaluar el diseño y no se va a evaluar la evolución de ellos en la prueba.

En el momento del análisis se debe observar los movimientos del niño y cada uno de sus actitudes frente a las diferentes alternativas. El niño debe entender que el evaluador es silencioso y que no lo puede ayudar en la consecución de las tareas impuestas.

En el comienzo de la prueba se le muestra al niño el programa y se le pregunta que cree que es y para que cree que es. Las opiniones sobre los colores y la letra que presentan los niños no son relevantes en este caso de la evaluación. Al ser niños hay que estar atentos a los gestos y frases que digan acerca de la interacción. Luego se hace la evaluación de facilidad de uso donde se le ponen tareas al niño para que encuentre las herramientas adecuadas para cada operación. Al realizar cada una de las tareas el evaluador no debe aprobar o desaprobar las respuestas de los niños pues esto influye en la fiabilidad del test.

Cuando un niño no encuentre la herramienta adecuada par la operación se debe cambiar de tarea después de un tiempo prudencial, y no decirle si es correcto o no, pues ello puede influenciar a otros niños. Tampoco es adecuado preguntar cual interfaz le gusta más pues el usuario no es diseñador, y esta prueba debe permitir percibir las acciones tan claramente por el diseñador que se puede observar que funciona y que no.

9.2.1 Elaboración de test de usabilidad

Objetivo

Analizar la usabilidad en las alternativas diseñadas para niños de 7 a 12 años de edad.

Objetivos específicos

- Observar la comprensión en los niños de cómo sus acciones afecta a la salida del sistema.
- Visualizar si las metáforas utilizadas proporcionan una interfaz intuitiva.
- Medir que tareas se realizan en menos tiempo.
- Analizar la comprensión de la iconografía.
- Identificar los posibles errores para la consecución de una tarea.
- Analizar la facilidad de corrección de errores.
- Analizar los atributos visuales y auditivos que proporcionen mayor interés en los niños por el programa.

Procedimiento

En el colegio Beth Salom en las horas de la mañana, se toma una muestra con 5 niños de 7 a 12 años, a los cuales de acuerdo a la metodología planteada, se les

procede a hacer un test comparativo con tres alternativas diseñadas. El test se realiza por medio del desarrollo de una serie de tareas, con las que se trata de medir el grado de comprensión del software. Anterior a esta evaluación se ejecuta una entrevista con cada uno de los niños para conocer el grado de conocimiento de programas de computación, de Internet y el de manejo de juegos de video. ([ANEXO A](#)).

Figura 50. Test de usabilidad en el colegio Beth Salom



Resultados

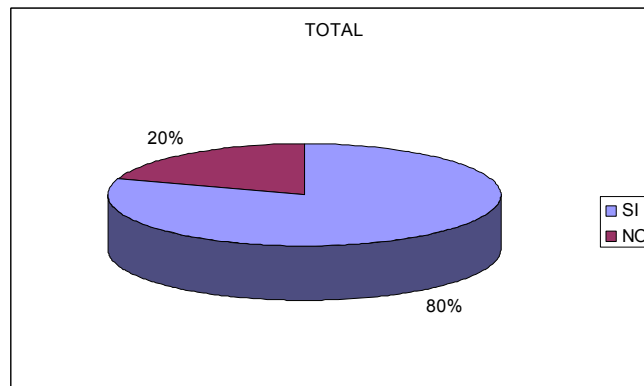
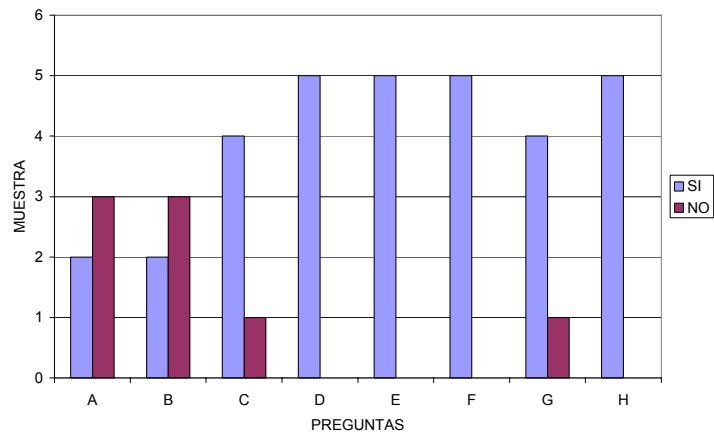
Luego de la evaluación a los niños del colegio se sacaron los siguientes gráficos que demuestran la eficiencia en las tres alternativas, por cada una de las preguntas y después el total, así entonces se mide si se cumple o no, la tarea impuesta por el evaluador:

ALTERNATIVA A

Figura 51. Resultados alternativa A



EFICIENCIA ALTERNATIVA A

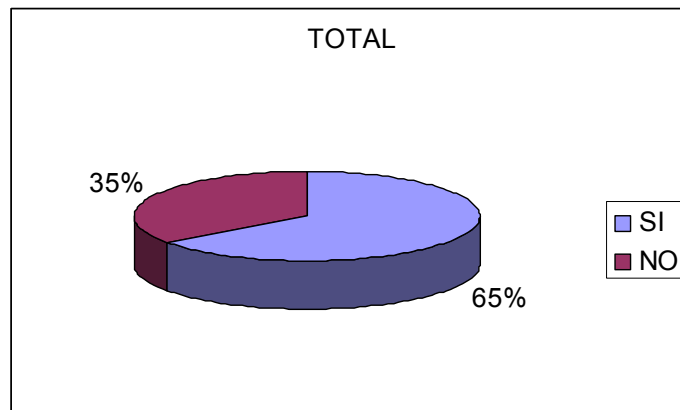
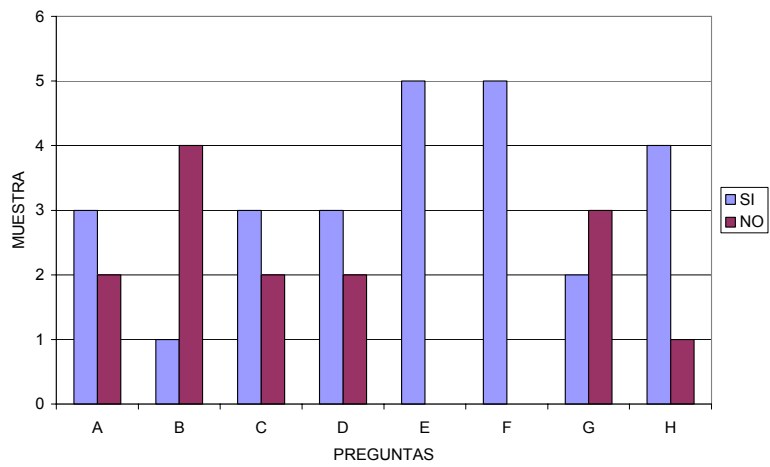


ALTERNATIVA B

Figura 52. Resultados Alternativa B



EFICIENCIA ALTERNATIVA B

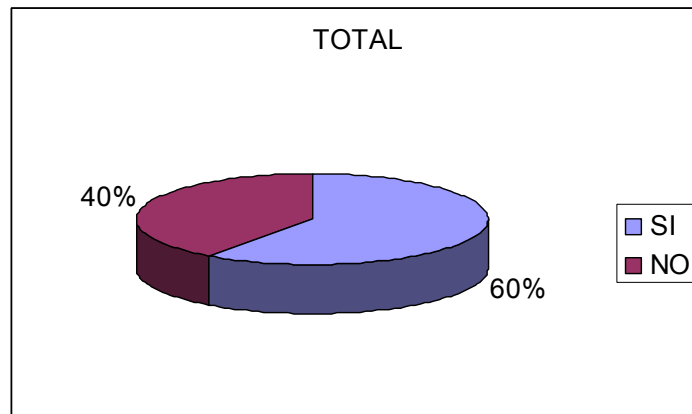
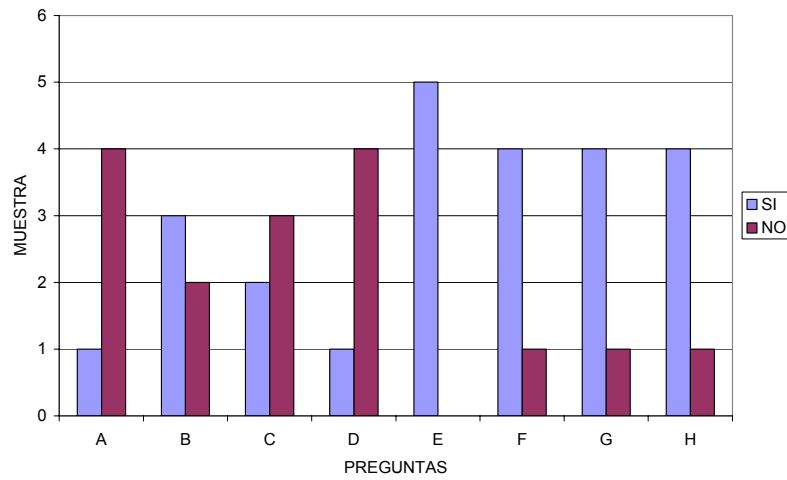


ALTERNATIVA C

Figura 53. Resultados alternativa C



EFICIENCIA ALTERNATIVA C



Según esta tabulación se observa que la alternativa de mejor usabilidad es la alternativa A, pues es la que tiene mayor cantidad de aciertos y por ende en la que menos se equivocaron los niños para conseguir la respuesta al ejercicio planteado en cada pregunta.

Se procede a hacer un análisis detallado de la alternativa seleccionada para conocer las rutas más frecuentes que utilizaron los niños y por que las escogieron.

Para la pregunta 1 y 2: como escoger desde que vista dibujar y como crear un documento nuevo, existieron problemas pues era difícil explicarles a los niños el concepto de perspectiva o vista y el de un documento nuevo, pues varios optaron por borrar todo y así volver a empezar, sin embargo recorriendo la pantalla y leyendo cada aviso de herramienta (tool tips), encontraron iconos de perspectiva, superior y nuevo. Lo que realmente al final se consiguió, pero con mayor cantidad de tiempo (aproximadamente 15 a 30 segundos por cada uno).

En la pregunta 3: donde darle las órdenes al robot para que dibuje, la ruta más utilizada fue la del botón lapiz, o haciendo clic en la ventana de comandos.

La pregunta 4: para cambiar el tipo de letra, fue una de las más rápida solución, pues los niños buscaban el icono de la letra A, lo que hace notar que ya están familiarizados con el. La mayoría tardo entre 2 a 5 segundos para reconocerlo.

Para corregir errores, que era la pregunta 5, los niños decidieron usar el teclado, es decir que cuando escriben y se equivocan, buscan la tecla de borrar en el teclado. Otros encontraron el icono de borrador y solo uno utilizó la herramienta deshacer.

Las luces del robot, pregunta 6 del test de usabilidad, fue desarrollado por todos por medio del icono de luces y se encontró en promedio de 2 segundos.

Para acercarse al escenario (zoom), 4 niños utilizaron el icono de lupa ubicado al lado izquierdo de la pantalla y lo hicieron entre 3 a 5 segundos aproximadamente.

La última pregunta, la número 8, cuestionaba como girar el escenario, fue de las preguntas de mayor ambigüedad pues encontraban el botón rotar y el botón mover y utilizaban cualquiera de los dos, sin embargo es cuestión de concepto y con el conocimiento del software se soluciona.

9.3 COMPROBACION ERGONOMICA DEL ROBOT

Para evaluar la ergonomía del robot se decidió optar por el método de análisis modal de fallos y efectos, debido a que el robot tiene una interacción con el usuario y permite detallar cada uno de los defectos que tiene el producto. Además se analizan los efectos causados en el usuario, para tomar decisiones en cuanto a mejoras de diseño se refiere, pues el método determina las acciones a tomar.

Análisis Modal de fallos y efectos (AMFE): con este método de evaluación se pretende encontrar las posibles fallas de usabilidad del modelo funcional del robot, reconociendo los defectos puntuales en cada una de las etapas de uso del proyecto y así mejorar el prototipo para la consecuente elaboración comercial del mismo.

Es necesario conocer las diferentes operaciones que se realizan a la hora de utilizar el robot y describir una lista de serie de fallos potenciales por cada una de ellas.

Operaciones de manipulación del Robot móvil:

1. Acceder al compartimiento de las pilas y el lápiz.
2. Disposición de las pilas para el mantenimiento de las mismas.
3. Ajustar el lápiz.
4. Encendido.

Luego se procede a definir una lista de calificación cuantitativa y cualitativa de las respuestas del usuario en el momento del análisis:

Tabla 13. Grado de frecuencia del fallo

Valor	Efecto	frecuencia del fallo
10	muy común	El fallo se producirá muy seguramente.
8-9	común	El fallo aparece continuamente.
6-7	frecuente	El fallo ocurre en ciertas ocasiones.
4-5	poco frecuente	El fallo se presenta de modo aleatorio.
2-3	ocasional	El fallo aparece muy pocas veces.
1	remoto	El fallo ocurre de manera improbable.

Tabla 14. Grado de gravedad del potencial efecto de fallo

Valor	Efecto	Gravedad del fallo
10	severo	El fallo afecta el funcionamiento del producto ocasionando enojo en el usuario.
8-9	grave	El fallo genera inconformidad en el usuario.
6-7	Moderado	El fallo genera decepción en el usuario
4-5	baja	El fallo es perceptible y molesta
2-3	menor	El fallo es detectado por el usuario pero no genera molestia
1	imperceptible	El fallo no lo detecta el usuario

Tabla 15. Nivel de detectabilidad del fallo.

Valor	Efecto	Detectabilidad del fallo
10	obvio	El fallo es fácilmente detectable
8-9	Altamente detectable	El fallo se detecta por medio de cualquier método de control.
6-7	Moderado	El fallo se presenta de modo frecuente para el usuario
4-5	baja	El fallo se presenta pocas veces y el usuario lo nota.
2-3	menor	El fallo es difícil de detectar y con poca frecuencia llegan al cliente.
1	imperceptible	El fallo es muy probable q llegue al usuario pues es poco perceptible.

PROCEDIMIENTO

Debido a la experiencia anterior de evaluación de la interfaz grafica del software en niños del colegio BETH SALOOM, se decidió plantear una alternativa de evaluación más observativa, teniendo como referencia el Análisis Modal de fallos y efectos (AMFE), debido a las características y propiedades de este método. En consecuencia, se elaboraron unas tablas ([ANEXO B](#)) para consignar cada uno de los comportamientos efectuados por los niños al momento de manipular el robot y así poder tener un soporte y guía que nos permita hacer las respectivas correcciones. Además se tendrán en cuenta unas preguntas para el personal docente que enseña las materias de informática y tecnología, para conocer los límites de manejo del software y del robot.

Entonces se escogerán niños y niñas con edades distintas entre 7 y 12 años y como primera medida se les dejara manipular el robot sin ningún conocimiento del mismo para extraer sus reacciones y observar de qué manera maniobran el móvil, luego se les realizaran preguntas y al final se les enseñara el correcto funcionamiento y manejo del robot.

Figura 54. Prueba ergonómica del robot



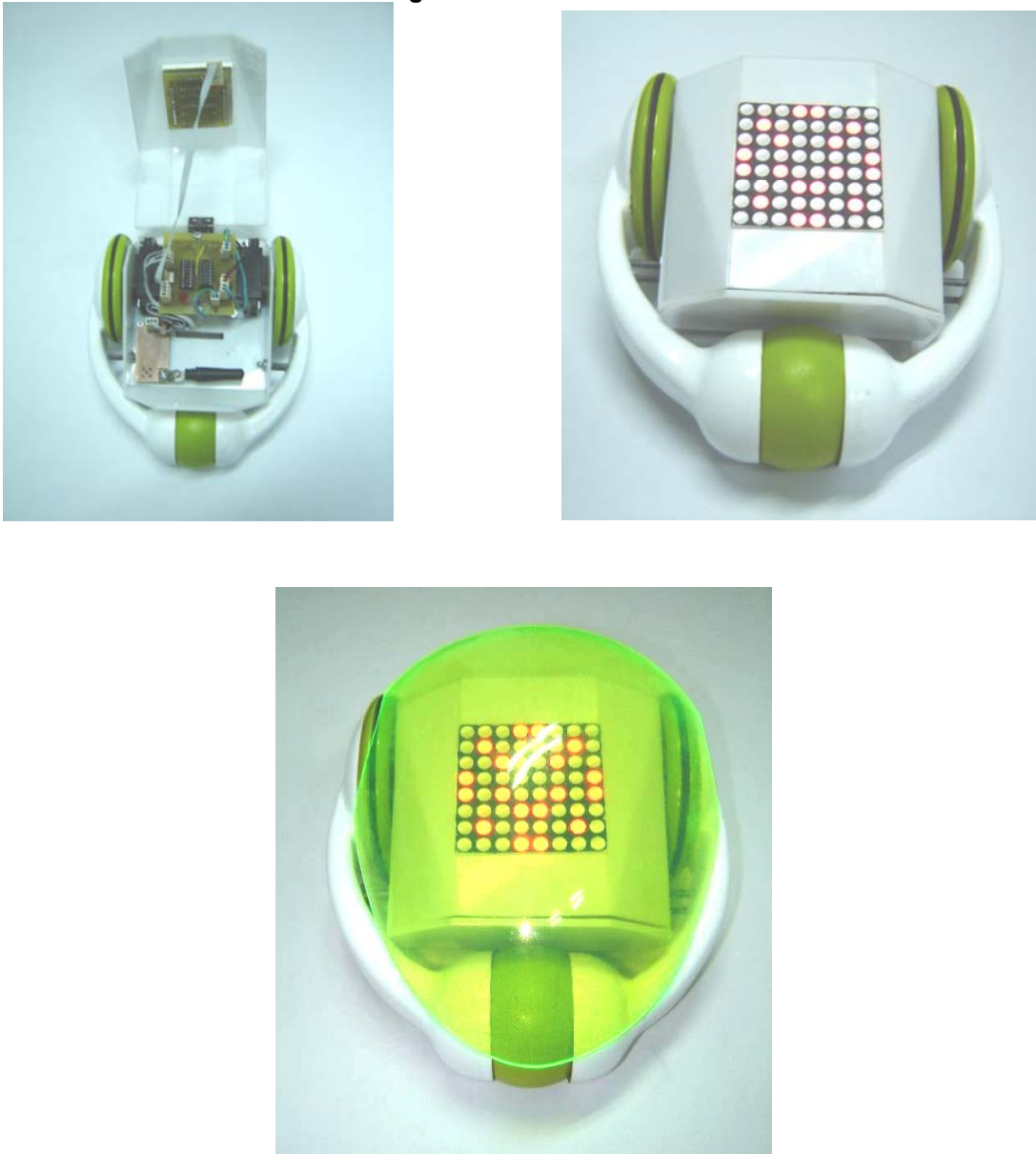
Resultados

Luego de cada niño haber manipulado el robot y observar se reacción frente al mismo, se obtuvieron resultados favorables ya que gracias a su curiosidad supieron localizar cada uno de los componentes manipulables del móvil, es decir, sin ningún inconveniente supieron sin preguntarlo que era un móvil, identificaron las llantas y de inmediato le dieron una direccionalidad, enseguida identificaron el botón de encendido ya que encontraron una respuesta lumínica al presionarlo; el único inconveniente ocurrió al momento de de reemplazarle las baterías ya que están ocultas y solo los mas curiosos se percataron ya que al momento de reemplazar el lápiz pudieron acceder a ellas.

10. FASE DE CONCLUSIÓN

10.1 MODELO FUNCIONAL

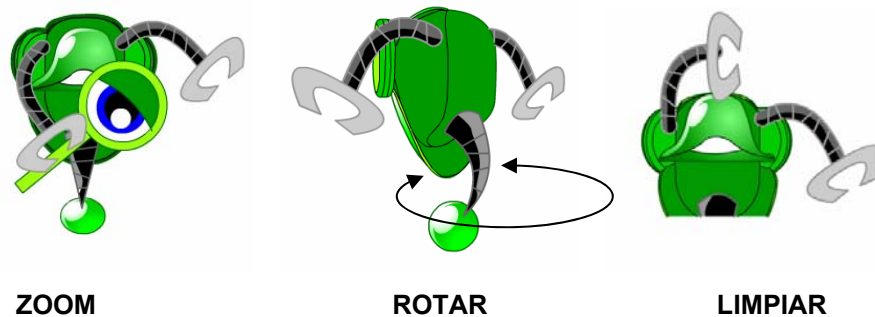
Figura 55. Modelo final



10.2 INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE

De acuerdo a los resultados de la prueba de usabilidad, se decidieron crear y replantear partes de la interfaz grafica, como son el diseño de un personaje que apoya el manejo de las herramientas del software y además es un elemento dinámico que atrae la atención de los niños.

Figura 56. Personaje ayudante



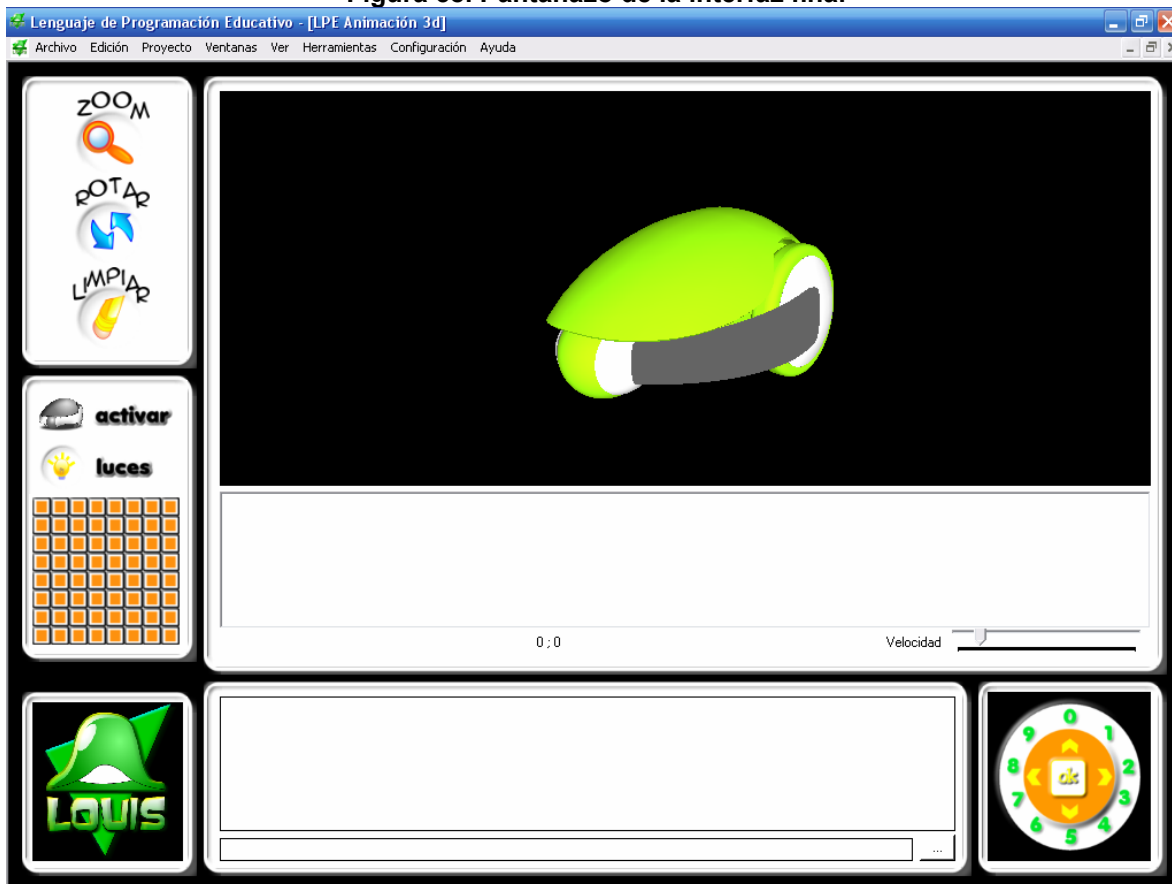
Al programa se le dio identidad por medio del nombre LOUIS, que resume el principio del software, ya que esta basada en la filosofía de LOGO y es una versión creada en la Universidad Industrial de Santander UIS. Se implemento una introducción al programa (splash), donde se presenta al usuario el nombre y el personaje representativo del programa y que a su vez es el ayudante.

Figura 57. Splash con el nombre del software



Se reubicaron algunos de los iconos según el grado de utilización y de importancia de las herramientas que representan. Se trabajaron metáforas graficas, como por ejemplo la elaboración de una rueda de direccionamiento similar al control de un video juego, que contiene los números básicos, del cero al nueve, para poder dar una cantidad del movimiento sin necesidad de utilizar el teclado. Facilitando el aprendizaje de los comandos.

Figura 58. Pantanazo de la interfaz final





10.3 FACTORES TÉCNICO PRODUCTIVOS

Para la elaboración del proyecto se construyó un modelo funcional con el que se realizaron pruebas técnicas y ergonómicas, y se elaboraron planos para adecuar las medidas de acuerdo a los parámetros del robot (ANEXO D).

Los siguientes son los pasos del proceso de producción del modelo funcional:

10.3.1 Esquema Operacional

a. Carcasa (Exoesqueleto)

Modelado 3d (dimensionamiento)

Selección y compra de madera

Elaboración del molde (torneado)

Adquisición del acrílico

Corte del acrílico

Termoformado

Trazado de la forma

Cortes, lijado y pulido

Ensamblaje al endoesqueleto

b. Chasis (Endoesqueleto)

Modelado 3d (dimensionamiento)

Elaboración de moldes

Adquisición del acrílico

Cortes según molde

Ensamble de las piezas (pegado)

Elaboración de agujeros según posición de los motores

Elaboración de "L's" para sujetar motores al endoesqueleto

Adquisición de tornillos y tuercas

Ensamble de motores y piezas electrónicas

Pulido y lijado

c. Sistema de Locomoción

*** Llantas Traseras**

Modelado 3d (dimensionamiento)

Adquisición del acrílico

Corte a medida

Torneada (cilindrada, refrentada y agujerada)

Pulido y Pintura

Adquisición y montaje de cauchos antifricción

Adquisición de tornillos

Ensamble de accesorios conectores del motor a la llanta

Ensamble a los motores

***Brazos**

Modelado 3d (Dimensionamiento)

Adquisición del polipropileno en bloques

Torneado de las piezas

Tallado de los brazos

Ensamble de las piezas

Lijado y pulido

Pintura

***Esfera (Rueda Loca Delantera)**

Adquisición de esfera en polipropileno

Lijado y pulido

Pintura

10.3.2 Producción en Serie

Gracias a este modelo podemos proponer el proceso de fabricación para la elaboración en serie del robot de una forma industrial. De los plásticos mas utilizados en la industria para la creación de piezas para juguetería existen materiales como el poliestireno de medio impacto y el polimetilmetacrilato, que poseen una gran cantidad de propiedades físicas y químicas acordes a las necesidades de uso de este prototipo. El proceso para la fabricación de cada una de las partes que componen el robot se conoce con el nombre de inyección, este método permite hacer piezas elaboradas, y detalla tanto externa como internamente las características del modelo.

El poliestireno es un plástico que se obtiene por un proceso denominado polimerización, que consiste en la unión de muchas moléculas pequeñas para

lograr moléculas muy grandes. La sustancia obtenida es un polímero y los compuestos sencillos de los que se obtienen se llaman monómeros. Es un sólido vítreo por debajo de 100 °C; por encima de esta temperatura es procesable y puede dársele múltiples formas. El poliestireno de impacto (alto, medio y bajo) que sustituye al de uso general cuando se desea mayor resistencia, se utiliza también en los mercados de moldeo para la fabricación de aparatos del hogar, accesorios eléctricos, empaque, juguetes y muebles, gracias a las propiedades que tiene el poliestireno, en general, posee elasticidad, cierta resistencia al ataque químico, buena resistencia mecánica, térmica y eléctrica y baja densidad.

Propiedades del Poliestireno

Densidad (g cm. ⁻³)	1,05
Resistencia a la Tracción (MPa)	30-100
Dureza - Rockwell	M60-90
Resistencia al Impacto Izod (J m ⁻¹)	19-240
Temperatura Máxima de Utilización (C)	50-95
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico, MARKS

Polimetilmetacrilato. El acrílico se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en gránulos ('pellets' en inglés) o en láminas. Los gránulos son para el proceso de inyección o extrusión y las láminas para termoformado o para mecanizado. Indudablemente el Acrílico en cuanto a resistencia a la intemperie, transparencia y resistencia al rayado, es el mejor de los plásticos transparentes.

Por estas cualidades es utilizado en la industria del automóvil, iluminación, cosméticos, espectáculos, construcción y óptica, entre muchas otras.

Propiedades del Polimetilmetacrilato

Densidad (g cm. ⁻³)	1.18
----------------------------------	------

Resistencia a la Tracción (MPa)	30-100
Dureza - Rockwell	M60-90
Resistencia al Impacto Izod (J m-1)	19-240
Temperatura Máxima de Utilización (C)	50-95
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico, MARKS

10.3.2.a Proceso de inyección

La transformación del polímero para la fabricación de juguetes en el mundo muestra mayoritariamente el proceso de inyección como el más utilizado, pues presenta ventaja frente a otros como la amplia gama de materiales que pueden emplearse o la posibilidad de automatización de gran parte del proceso. ([ANEXO C](#))

Figura 59. Maquina inyectora de plásticos

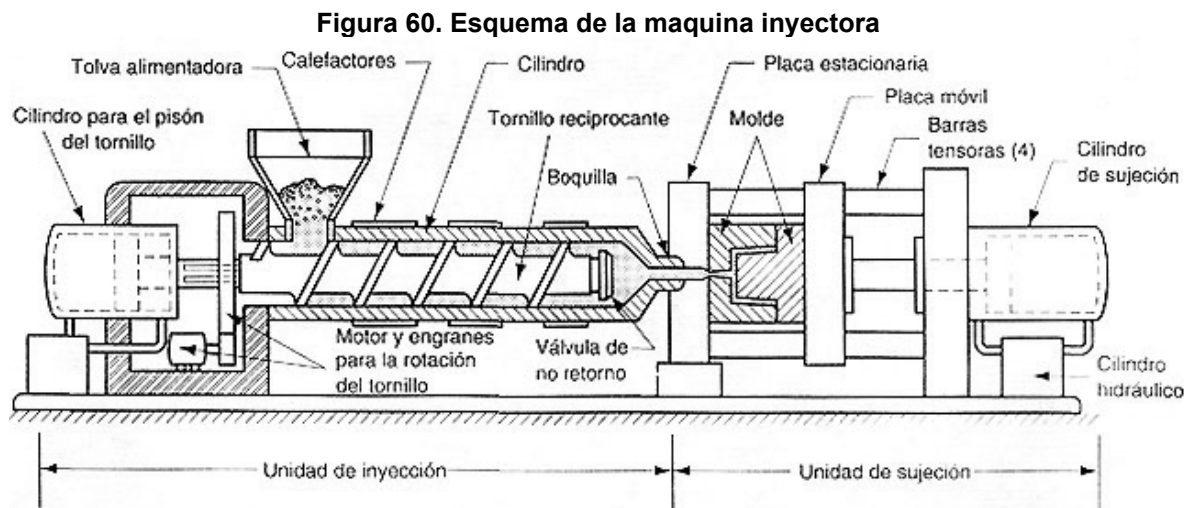


Para la elaboración de las piezas por inyección se dividen en dos de acuerdo al material a procesar, así entonces tenemos que la carcasa externa de color verde translucido es inyectada en el material polimérico polimetilmetacrilato y las otras

cuatro piezas como son: los brazos, el endoesqueleto, las ruedas traseras y la esfera o rueda loca, son diseñadas en el material poliestireno.

Sin embargo el ciclo de moldeo es igual y se distinguen seis pasos principales:

Primer paso. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido. Segundo paso. Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.



La unidad de inyección es la primera parte de la maquina inyectora y es la encargada de fundir el polímetro, luego lo mezcla y por ultimo lo pasa inyectado al molde. Para lograr esto se utilizan husillos de diferentes características según el polímetro que se desea fundir. Además el proceso de inyección debe ser estudiado según el polímetro a fundir, para conocer las cualidades de procesamiento, como son:

La temperatura de procesamiento del polímetro.

La capacidad calorífica del polímetro C_p [cal/g °C].

El calor latente de fusión, si el polímero es semicristalino.

La unidad de inyección es básicamente un cilindro que con un tornillo recíprocante (husillo) girando adentro produce un incremento de calor que resulta del aumento de temperatura y de la fricción entre el barril y el tornillo. La temperatura de la unidad de inyección debe ser constante pues como los polímeros no son buenos conductores de calor, un incremento en temperatura disminuiría la viscosidad del polímero fundido; lo mismo sucede al incrementar la velocidad de corte. Por ello ambos parámetros deben ser ajustados durante el proceso. Existen, además, metales estándares para cada polímero con el fin de evitar la corrosión o degradación. Para entender como se comporta un polímero al fundir se deben tener en cuenta las relaciones de presión, volumen y temperatura.

Tercer paso. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.

Cuarto paso. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.

La unidad de sujeción es la segunda parte de la máquina inyectora y consiste en una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre bastante grande que contrarresta la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Las fuerzas localizadas pueden generar presiones del orden de cientos de MPa. Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde, causando así que la pieza final tenga defectos de rebabas. Es común utilizar el área proyectada de una pieza (área que representa perpendicularmente a la unidad de cierre el total de la cavidad) para determinar la fuerza de cierre requerida, excluyendo posibles huecos o agujeros de la pieza.

$$F = P_m \times A_p$$

Donde:

F = Fuerza (N)

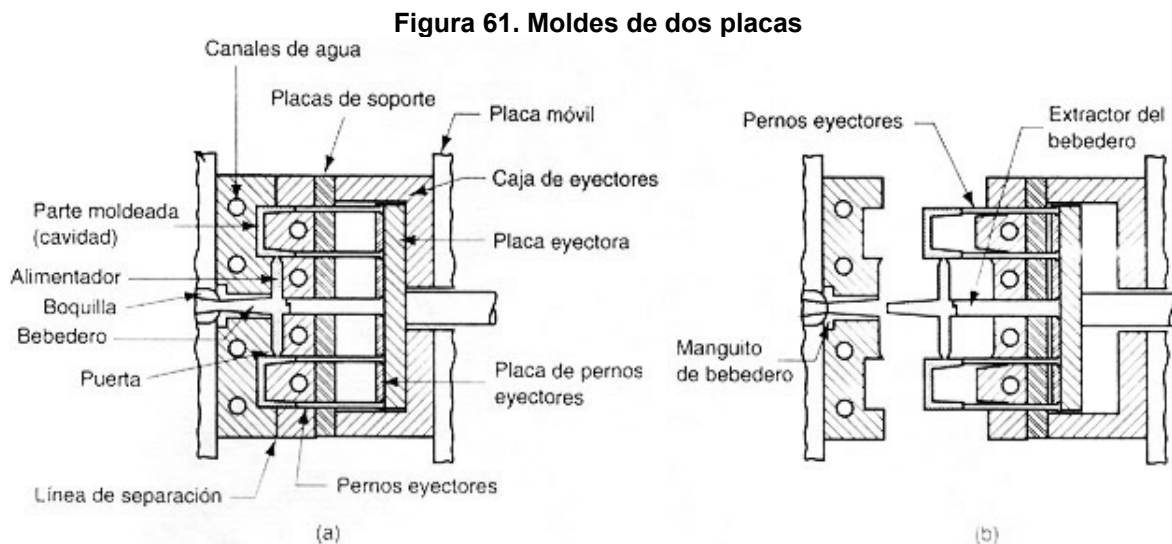
P_m = Presión media (Pa)

A_p = Área proyectada (m^2)

Quinto paso. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.

El espacio donde se desarrolla la pieza se conoce como molde o herramienta, es la parte más importante de la máquina de inyección, ya que es el espacio donde se genera la pieza; para producir un producto diferente, simplemente se cambia el molde, al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre.

Las partes del molde son:



Cavidad: es el volumen en el cual la pieza será moldeada.

Canales o ductos: son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección. El canal de alimentación se llena a través de la boquilla, los siguientes canales son los denominados bebederos y finalmente se encuentra la compuerta.

Canales de enfriamiento: Son canales por los cuales circula agua para regular la temperatura del molde. Su diseño es complejo y específico para cada pieza y molde, ya que de un correcto enfriamiento depende que la pieza no se deforme debido a contracciones irregulares.

Barras expulsoras: al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación.

Sexto paso. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse.

Figura 62. Piezas de Lego de diferentes colores moldeados por inyección



Como los materiales son distintos existen ciertas características que se deben tener en cuenta a la hora de realizar el modelo de cada pieza, por ejemplo la temperatura del molde y el enfriamiento deben ser los adecuados para obtener partes de calidad.

Para diseño de moldes es conveniente solicitar una hoja de parámetros técnicos del proveedor de polímeros para obtener un rango específico.

Tabla 16. Valores comunes de contracción en polímeros para inyección

Termoplástico	Contracción (%)
Polimetilmetacrilato (PMMA)	0,2 – 0,7
Poliestireno	0,4 – 0,7

11. CONCLUSIONES

El desarrollo del software de direccionamiento del robot con una interfaz acorde a las necesidades del usuario, va un paso adelante de proyectos anteriores donde el funcionamiento del móvil quedaba limitado a los conocimientos del ingeniero y no del usuario.

El software de direccionamiento además de controlar el móvil es una herramienta de carácter educativo que formula una infinidad de posibilidades en el desarrollo de técnicas educativas diferentes, promoviendo el conocimiento de manera intuitiva y lógica.

El proceso de realización del robot móvil fue orientado constantemente por el grupo de Electrónica Recreativa Avanzada, ERA, de la Universidad Industrial de Santander, con quienes se logró plantear una configuración de los elementos electrónicos acorde al diseño del móvil.

El diseño de la interfaz grafica obedeció en gran parte a las características del software “lenguaje de programación educativa” desarrollado por los compañeros de Ingeniería de Sistemas, y a las necesidades del usuario a quien va dirigido.

La elaboración del modelo funcional del robot móvil, fue hecha de manera artesanal, lo que generó una serie de dificultades en cuanto a precisión, lo cual incidía directamente en la correcta movilidad del robot.

El test de usabilidad que se realizo a los niños del colegio Beth Salom, encaminaron el diseño de la interfaz grafica del software y además generaron pautas para el momento de evaluar la manipulación del robot en niños.

Para la futura comercialización de este proyecto es importante resaltar la necesidad de un estudio de mercado, que defina si el proceso de producción se realiza de manera industrial en serie o de modo semi-industrial, con materiales plásticos accesibles en la región.

Para la implementación del proyecto en las aulas educativas Colombianas es necesario crear una metodología de enseñanza que posibilite la libertad de descubrir conocimiento por medio de ejercicios prácticos acordes a los objetivos de la pedagogía según el nivel de educación del usuario.

BIBLIOGRAFÍA

AGUAYO, Gonzales Francisco; SOLTERO, Sanchez Victor. Metodología del Diseño Industrial, Un enfoque desde la Ingeniería Concurrente. Mexico, DF. Editorial Alfaomega. 2003. 630 páginas.

BONSIEPE, Gui. Del objeto a la interfase. 3º edición, Barcelona , España: Editorial Mac Graw Hill, 1992, 250 páginas.

WATT, Daniel. Aprendiendo con Apple Logo. Byte Books/Mc Graw Hill. Traducción de la primera edición. 1986.

CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia. Interprete de un lenguaje en español que ejecuta los comandos del LOGO -Tesis de grado-, Universidad Industrial de Santander, 1985.

L. JONES, Joseph. Mobile Robots. Inspiration to Implementation. Editorial Ak Paters. Natick, Massachusetts, 1999. 457 p.

PUENTE, Ramiro. Dibujo y comunicación Gráfica. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona España. 1997, 100 páginas.

WICIUS, Wong. Principios del diseño en color. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona España. 1995, 108 páginas.

MURANI, Bruno. Como nacen los objetos: Apuntes para la metodología proyectual. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona España. 1993, 250 páginas.

OTI, Aicher y Martin Krampen. Sistemas de signos en la comunicación visual: Manual para diseñadores, arquitectos, planificadores y analistas de sistemas. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona España. 1998, 300 páginas.

ORIENTACIÓN EN COLOMBIA. Congreso de Profesionales de la Orientación de Países Bolivarianos Venezuela, del 25 al 28 de Junio de 2002.

la orientación escolar en el marco de la educación colombiana. Martha Judith Martínez G, Asociación de Orientadores de Cundinamarca. ADEOPCUN – COLOMBIA. Proyecto institucional.

PAGINAS WEB:

<http://www.roboticajoven.mendoza.edu.ar>

[http:// www.Todocontenidos.com/default.php](http://www.Todocontenidos.com/default.php):

LOGO COMO INSTRUMENTO CREATIVO EN LA ORIENTACIÓN EDUCATIVA

Autor: Antonio Pantoja Vallejo: apantoja@ujaen.es

<http://www.consultar.com/DiegoGomezDeck>.

http://www.encyclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz_id=13577. ESCARABAJOS

<http://www.insecta-inspecta.com/beetles/scarab/espanol.html>. ESCARABAJOS

<http://mondragon.angeltowns.net>. LOGO

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/LOGOQUEST/document/>. LOGO

http://www.nosolousabilidad.com/articulos/disenio_orientado_ninos.htm.

Yusef Hassan Montero Grupo SCImago. "Universidad de Granada"

Nielsen, J. "4224+ Kids' Corner: Website Usability for Children. Alertbox, 14 de Abril de 2002. <http://www.useit.com/alertbox/20020414.html>

Hassan, Y.; Martín Fernández, F.J.; Iazza, G. (2004) "Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información."
<http://www.hipertext.net/web/pag206.htm>

ANEXOS

A. ENCUESTAS PARA EL TEST DE USABILIDAD

Perfil del usuario

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño industrial – programa logo versión UIS

Encuesta de Usabilidad

Encuesta de Usabilidad para seleccionar la interfaz gráfica del proyecto de grado:
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MÓVIL NO AUTÓNOMO,
PROGRAMABLE POR MEDIO DE UN SOFTWARE BASADO EN LA FILOSOFÍA DE
LOGO”.

Ficha N° _____ Fecha: _____ Hora: _____

INFORMACION DEL USUARIO

Nombre: _____

Colegio: _____ Edad: _____

Programas que conoce: _____

Haz manejado alguna vez el programa LOGO?: si no

Manejo de Internet: colegio casa otro

Que buscas en Internet?: _____

Programas de televisión favoritos:

Juegos de video:

Pasatiempos favoritos:

B. ENCUESTAS DE LA PRUEBA ERGONOMICA DEL ROBOT MÓVIL

FORMA DE AGARRE					
USUARIO	Manipulación		Ubicación		OBSERVACIONES
	X	√	X	√	

ALIMENTACION ENERGETICA					
USUARIO	Manipulación		Ubicación		OBSERVACIONES
	X	√	X	√	

MECANISMO DE TRAZADO					
USUARIO	Manipulación		Ubicación		OBSERVACIONES
	X	√	X	√	

ENCENDIDO/APAGADO					
USUARIO	Manipulación		Ubicación		OBSERVACIONES
	X	√	X	√	

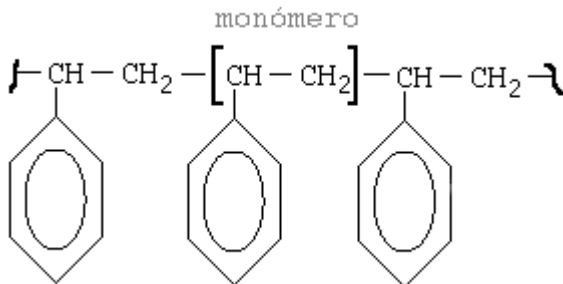
C. MATERIALES POLIMERICOS

POLIESTIRENO



Código de identificación de los plásticos. Todos los objetos de plástico llevan un símbolo y un código que indica el tipo de plástico del que está hecho. El número 6 y las siglas PS indican que se trata de poliestireno. El triángulo con flechas indica que se trata de un plástico reciclable (en ningún caso significa que el objeto esté hecho con plástico reciclado)

El monómero utilizado como base en la obtención del poliestireno es el estireno (vinilbenceno): $C_6H_5 - CH = CH_2$



Obtención del poliestireno

A escala industrial, el poliestireno se prepara calentando el etilbenceno ($C_6H_5 - CH_2 - CH_3$) en presencia de un catalizador para dar lugar al estireno ($C_6H_5 - CH = CH_2$). La polimerización del estireno requiere la presencia de una pequeña cantidad de un iniciador, entre los que se encuentran los peróxidos, que opera rompiéndose para generar un radical libre. Este se une a una molécula de monómero, formando así otro radical libre más grande, que a su vez se une a otra

Extrusión: el polímero es calentado y empujado por un tornillo sin fin y pasa a través de un orificio con forma de tubo. Se producen por extrusión tuberías, perfiles, vigas y materiales similares.

Inyección: El polímero se funde con calor y fricción y se introduce en un molde frío donde el plástico solidifica. Este método se usa para fabricar objetos como bolígrafos, utensilios de cocina, juguetes, etc.

Extrusión con soplado: En primer lugar se extrusiona un tubo de plástico que se introduce en un molde que se cierra alrededor del plástico. Entonces se introduce aire dentro del tubo de plástico, el cuál se ve obligado a adquirir la forma del molde. Esta es la forma en que se obtienen las botellas de plástico.

Usos del poliestireno y modos de obtención

MÉTODO DE FABRICACIÓN	USOS
Moldeo Por inyección	Juguetes Carcasas de radio y televisión Partes del automóvil Instrumental médico Menaje doméstico Tapones de botellas Contenedores
Moldeo por soplado	Botellas Contenedores Partes del automóvil
Extrusión	Películas protectoras Perfiles en general Reflectores de luz Cubiertas de construcción

Extrusión y termoconformado	Interiores de frigoríficos Equipajes Embalajes alimentarios Servicios desechables Grandes estructuras del automóvil
-----------------------------	---

El poliestireno (PS) es el tercer termoplástico de mayor uso debido a sus propiedades y a la facilidad de su fabricación.

El PS posee baja densidad, estabilidad térmica y bajo costo. Sin embargo algunas de sus propiedades físicas pueden ser desfavorables, como el hecho de ser rígido y quebradizo. Estas desventajas pueden remediarse copolimerizando el estireno con otros monómeros y polímeros.

Así por ejemplo, cuando se copolimeriza el estireno con el acrilonitrilo (SAN), el polímero resultante tiene alta resistencia a la tensión.

El poliestireno es una resina clara y transparente con un amplio rango de puntos de fusión. Fluye fácilmente, lo que favorece su uso en el moldeo por inyección.

Posee buenas propiedades eléctricas que lo hacen apropiado para aplicaciones electrónicas. El Ps absorbe poca agua, lo que permite que sea un buen aislante eléctrico. Tiene una resistencia moderada a los productos químicos, pero es atacado por los hidrocarburos aromáticos y los clorados.

Esta resina se comercializa en tres diferentes formas y calidades:

El primer tipo, denominado de uso común o cristal, encuentra sus principales aplicaciones en los mercados de inyección y moldeo.

El segundo tipo corresponde al poliestireno de impacto (alto, medio y bajo) que sustituye al de uso general cuando se desea mayor resistencia. Éste se utiliza también en los mercados de moldeo para la fabricación de aparatos del hogar, accesorios eléctricos, empaque, juguetes y muebles.

Finalmente, el tipo expandible se emplea en la fabricación de espuma de poliestireno que, a su vez, se utiliza en la producción de accesorios para la industria de empaques y aislamientos.

En 1983, la producción de poliestireno en México, según los diferentes tipos, fue la siguiente: impacto, 52%; cristal, 35%; expandible, 13%.

Los usos más comunes del poliestireno en México son los siguientes:

Poliestireno de medio impacto: Envases desechables (vasos, cubiertos, platos), empaques, juguetes.

Poliestireno de alto impacto: Productos domésticos (radios, televisores, tableros internos de refrigeradores, licuadoras, batidoras, lavadoras, etc.), tacones para zapatos, juguetes.

Poliestireno cristal: piezas moldeadas para cassettes, envases desechables, juguetes, artículos electrodomésticos, difusores de luz, plafones.

Poliestireno expandible: envases térmicos, empaque, construcción (aislamientos, tableros de cancelería, plafones, casetones, etc.).

POLIMETILMETACRILATO

Compite en cuanto a aplicaciones con otros plásticos como el policarbonato (PC) o el Poliestireno(PS), pero indudablemente el Acrílico en cuanto a resistencia a la intemperie, transparencia y resistencia al rayado, es el mejor de los plásticos transparentes.

Por estas cualidades es utilizado en la industria del automóvil, iluminación, cosméticos, espectáculos, construcción y óptica, entre muchas otras. En el mundo de la medicina se utiliza la resina de polimetilmetacrilato para la fabricación de prótesis óseas y dentales y como aditivo en polvo en la formulación e muchas de las pastillas que podemos tomar por vía oral. En este caso actúa como retardante a la acción del medicamento para que esta sea progresiva.

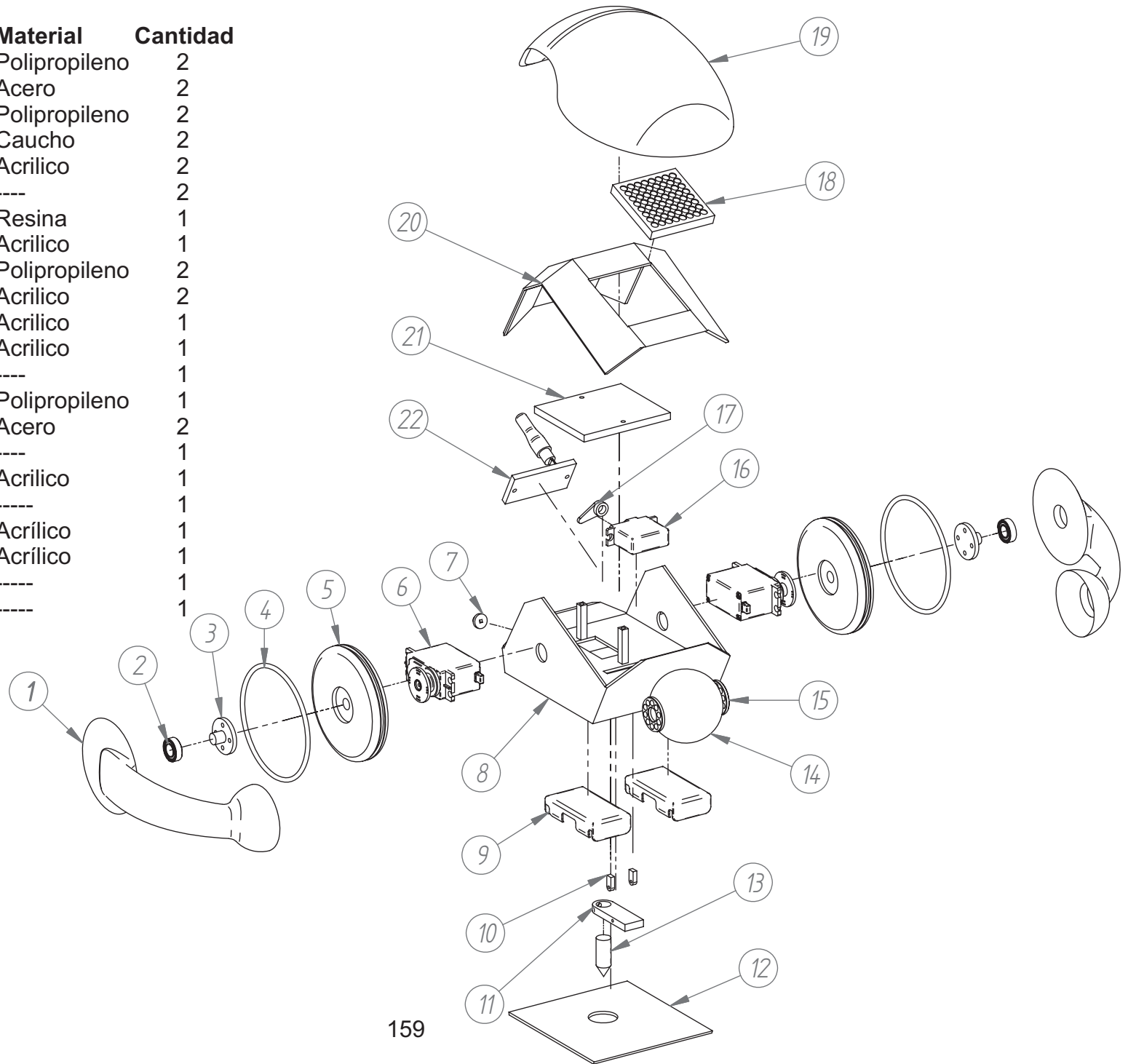
En gránulos el Acrílico es un material Higroscópico por lo cual es necesario secarlo antes de procesarlo.

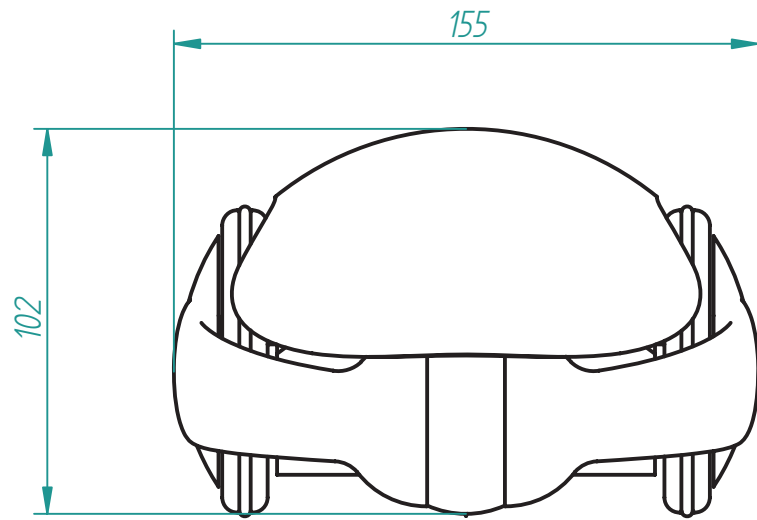
Distinguiríamos el metacrilato como nombre común para las planchas o láminas de polimetilmetacrilato, siendo el nombre químico mucho más genérico a todo tipo de elemento (no sólo láminas) formulado con este material (resinas, pastas, gránulos, adhesivos, emulsiones...)

Dentro de las principales marcas comerciales que podemos encontrar en el mercado se encuentra el Plexiglas, vitroflex, lucite sobre todo para planchas y gránulos.

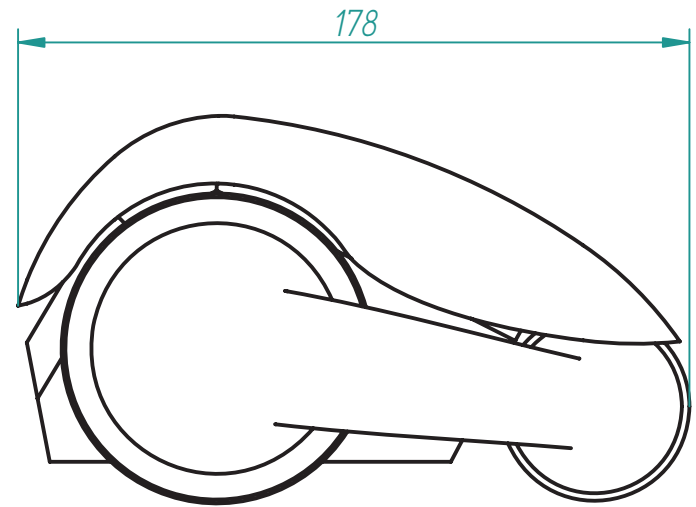
D. PLANOS

Numero	Nombre	Material	Cantidad
1	Brazo	Polipropileno	2
2	Rodamiento	Acero	2
3	Eje Rodamiento	Polipropileno	2
4	Empaque	Caucho	2
5	Llanta	Acrilico	2
6	Servomotor	----	2
7	Boton Encendido	Resina	1
8	Cuerpo	Acrilico	1
9	Portapilas	Polipropileno	2
10	Pivote Portalapiz	Acrilico	2
11	Portalapiz	Acrilico	1
12	Tapa Posterior	Acrilico	1
13	Lapiz	----	1
14	Esfera	Polipropileno	1
15	Rodamiento Axial	Acero	2
16	Micro Servo	----	1
17	Leva Microservo	Acrilico	1
18	Panel De Led's	----	1
19	Carcasa	Acrilico	1
20	Tapa Superior	Acrilico	1
21	Tarjeta Principal	----	1
22	Antena	----	1

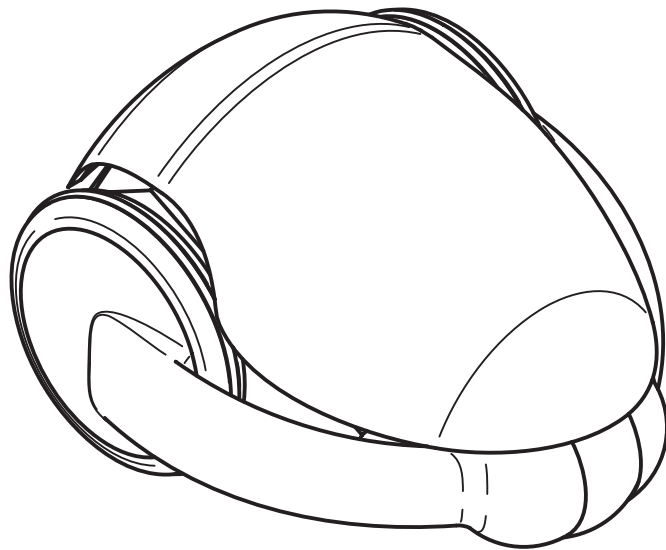




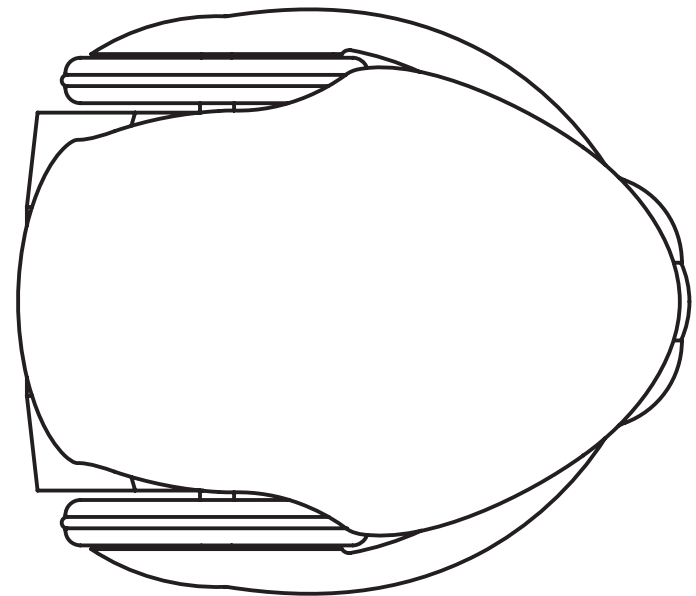
1:2



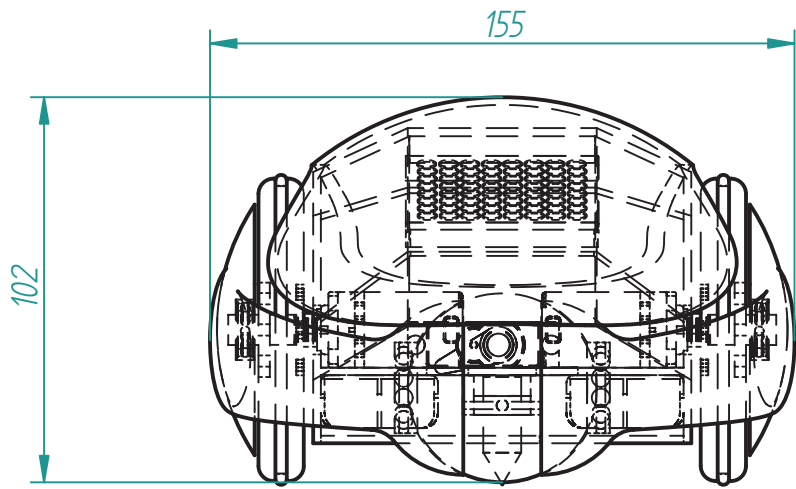
1:2



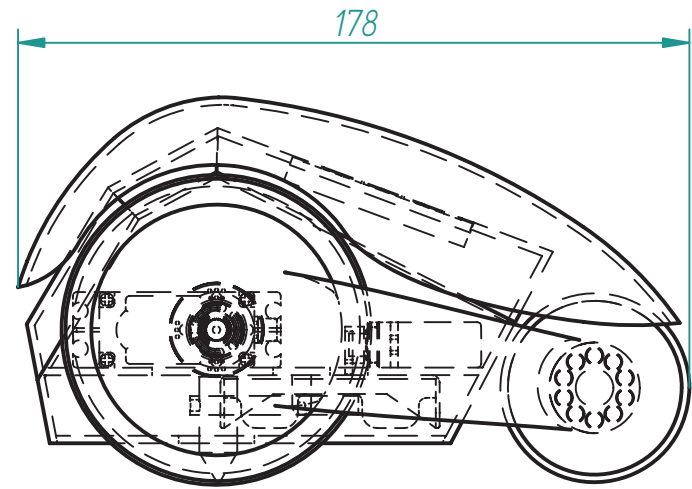
1:2



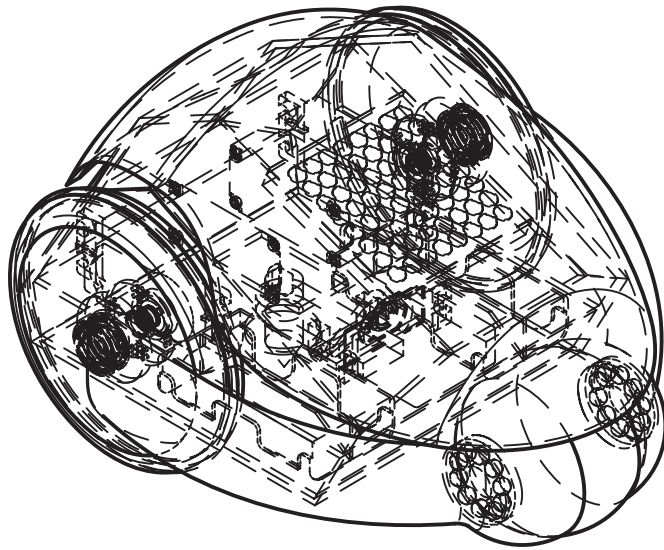
1:2



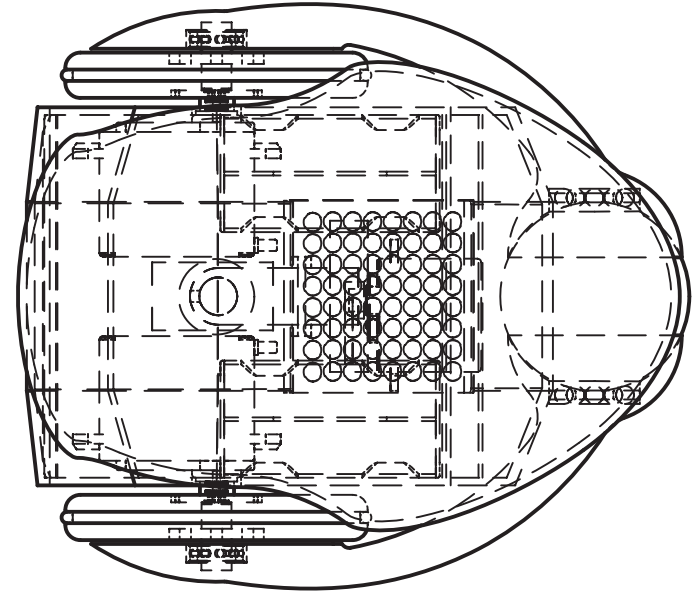
1:2



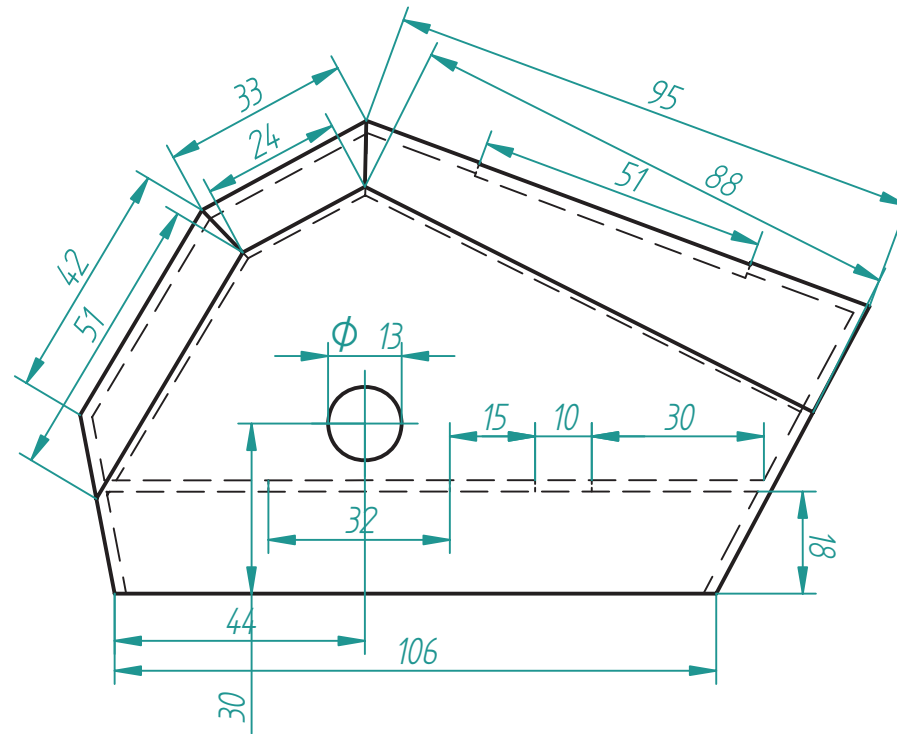
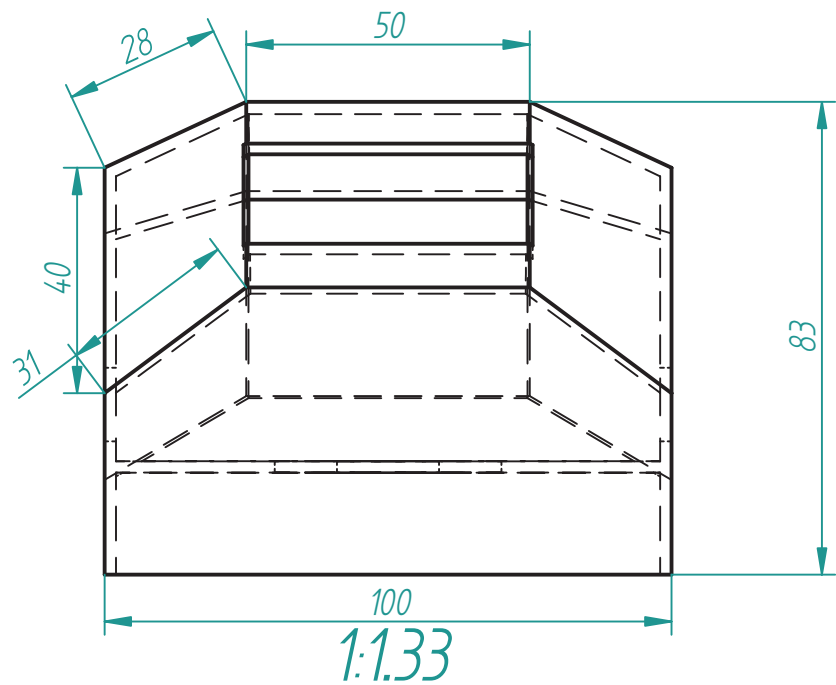
1:2



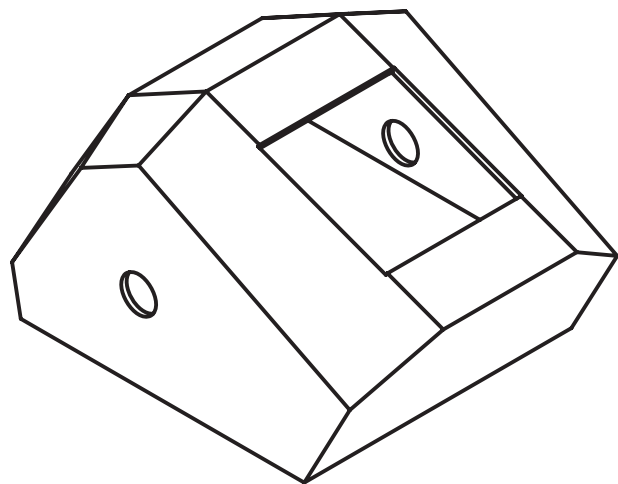
1:2



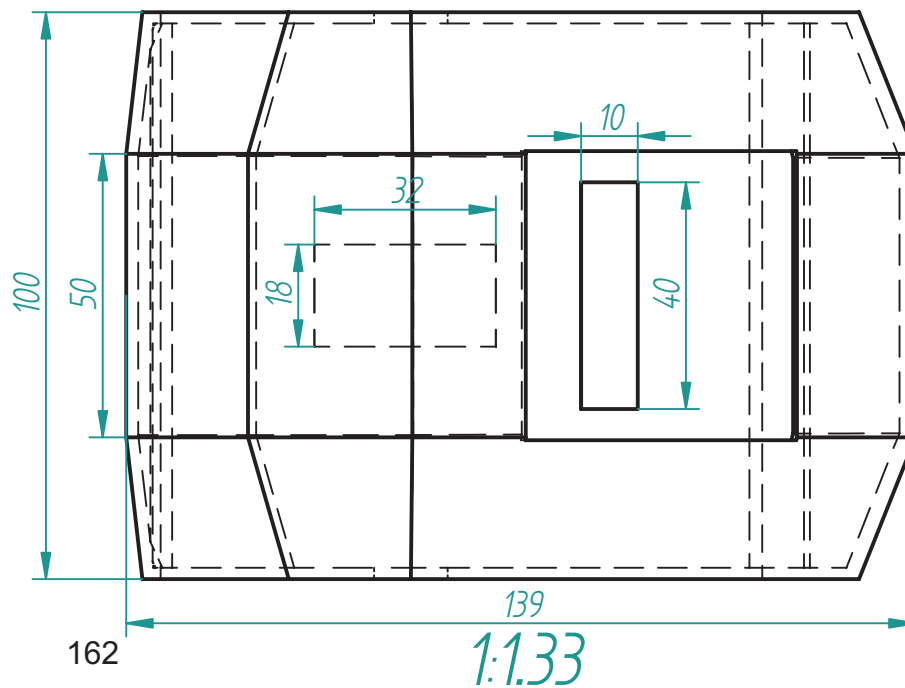
1:2

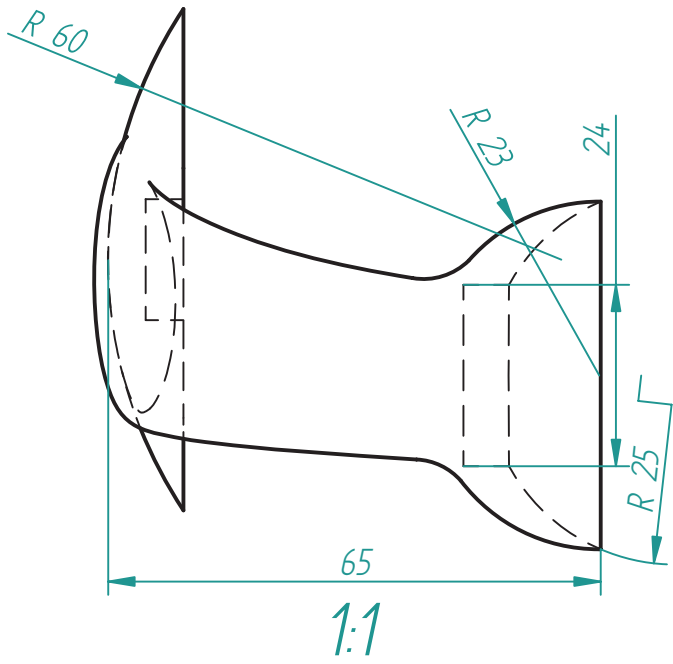


CUERPO

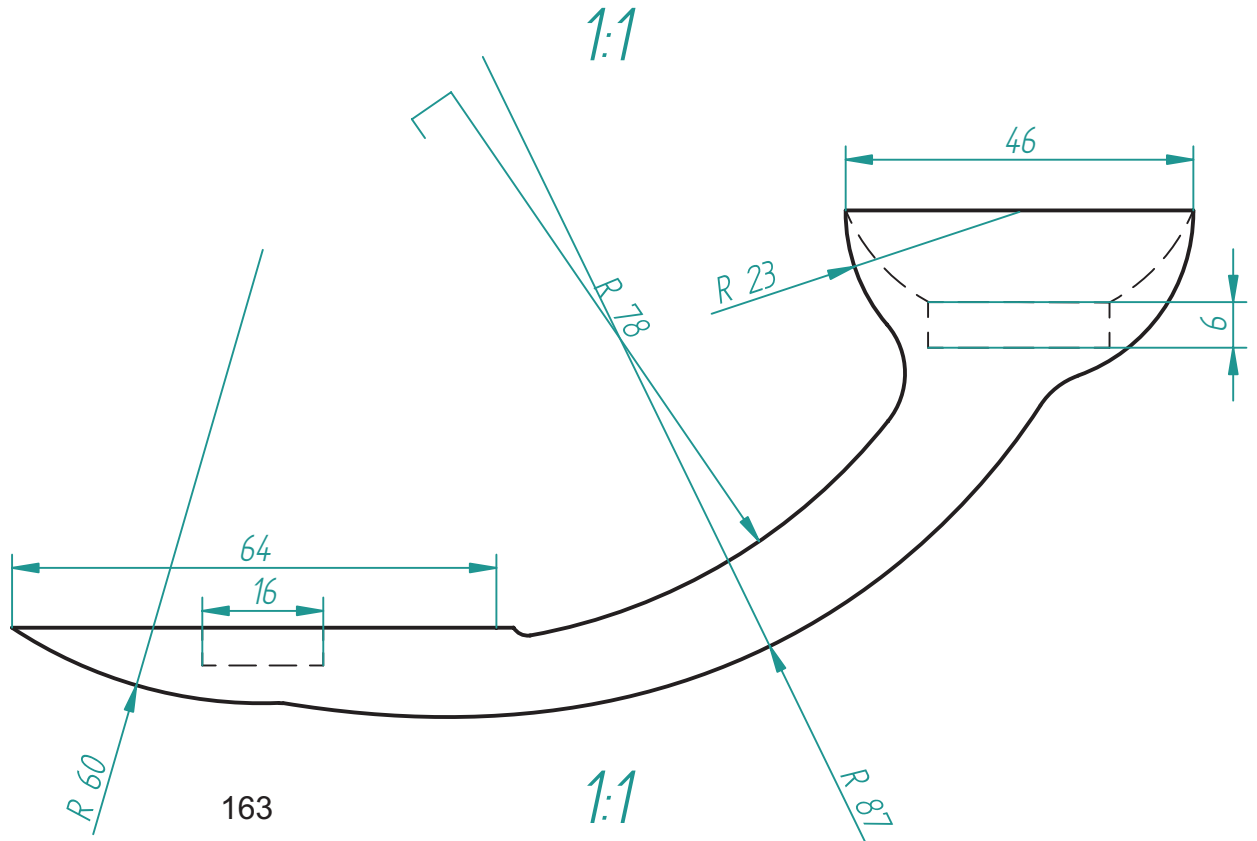
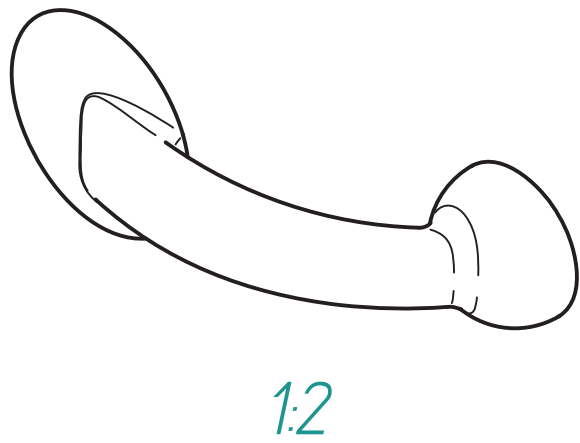
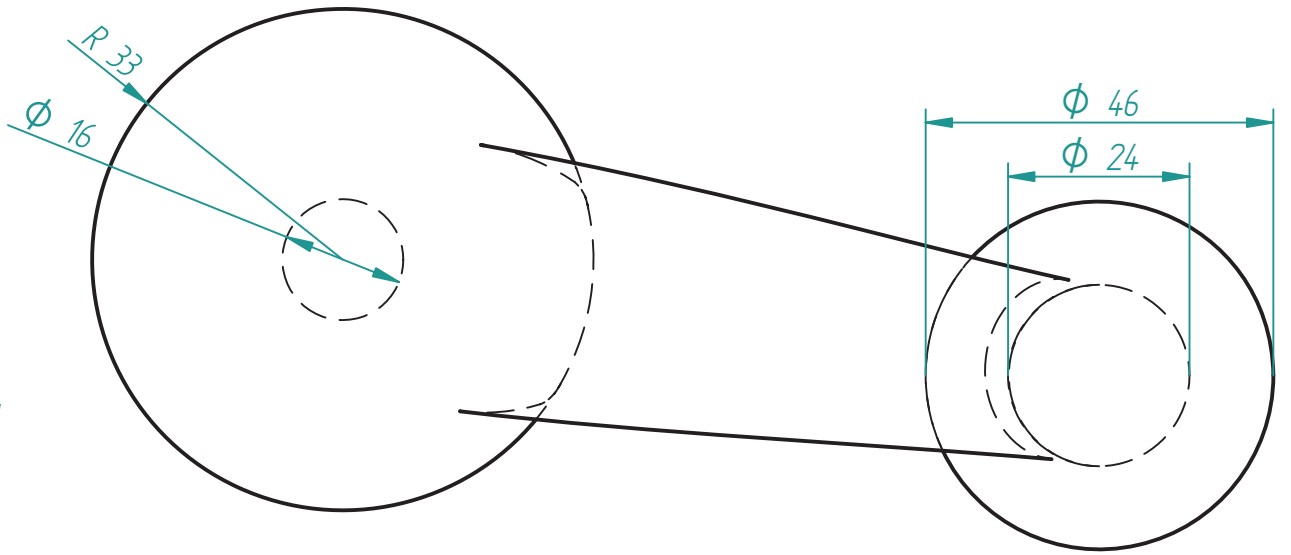


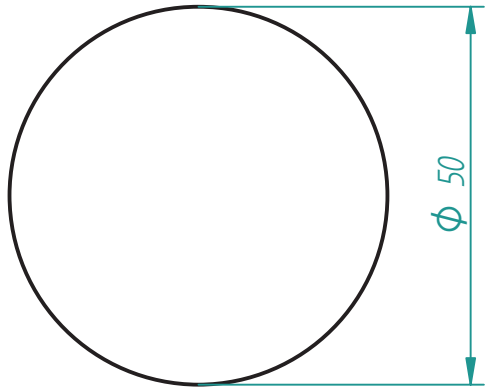
1:2



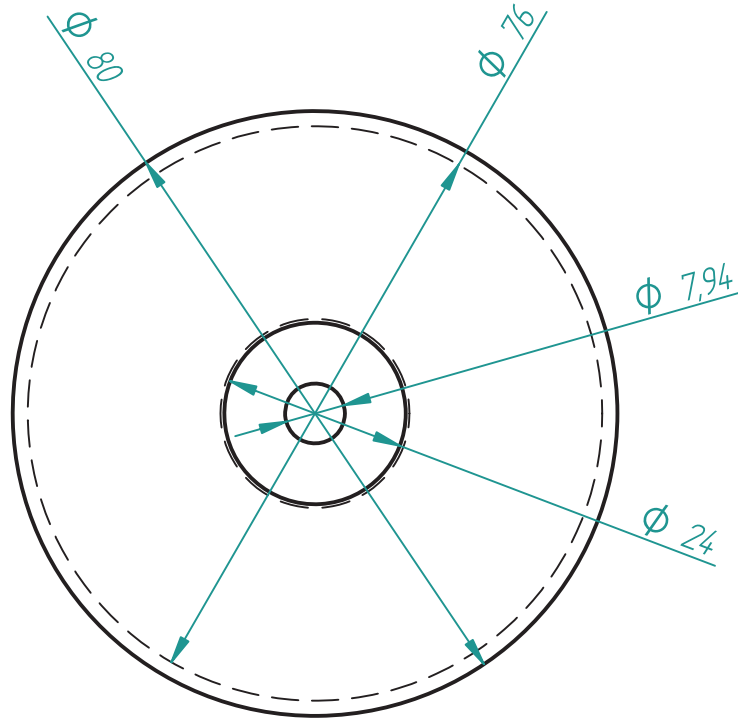


BRAZO

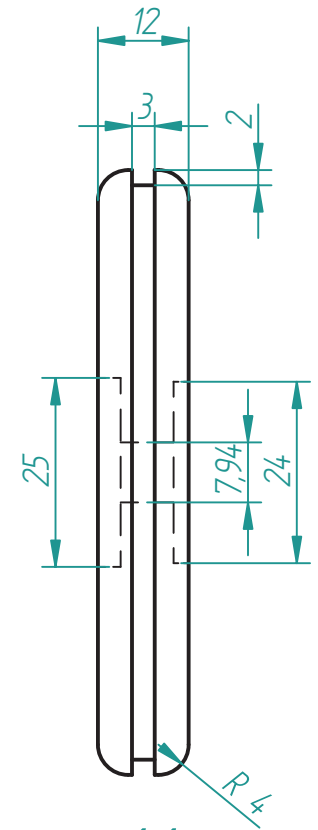




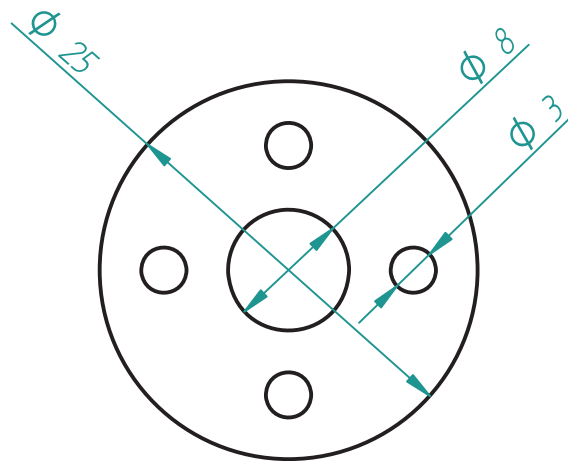
1:1
ESFERA



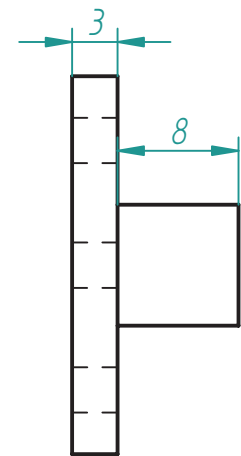
1:1
LLANTA



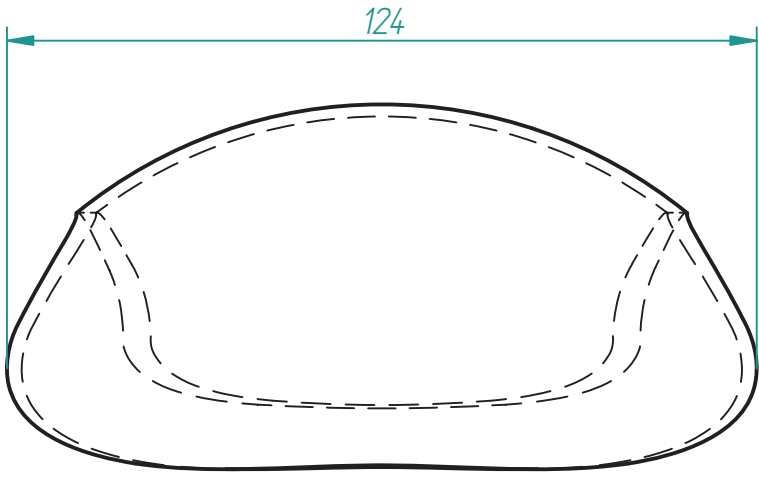
1:1



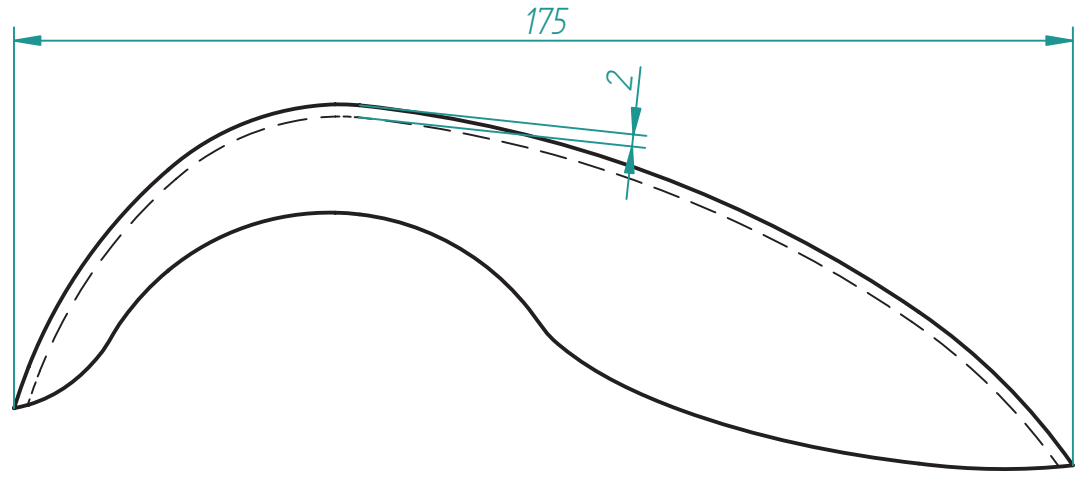
164 2:1
EJE RODAMIENTO 2:1



2:1

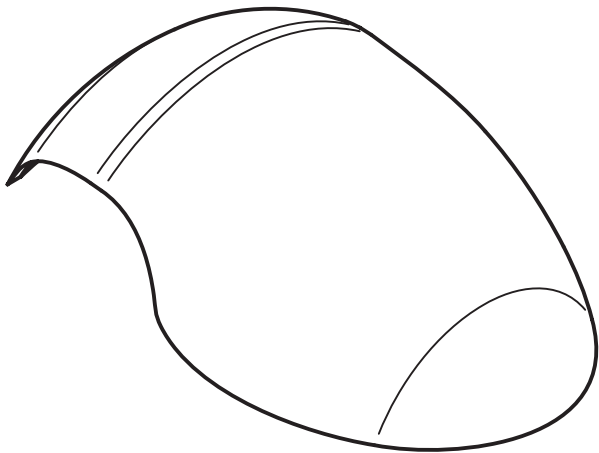


1:1.25

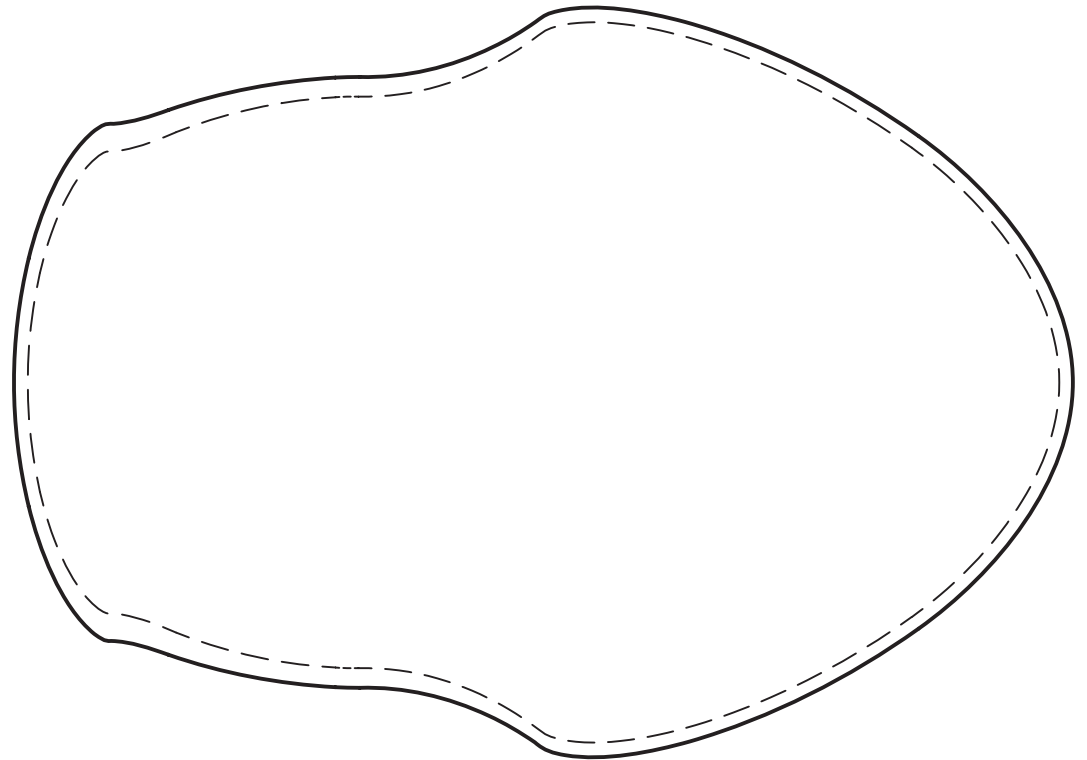


1:1.25

CARCASA



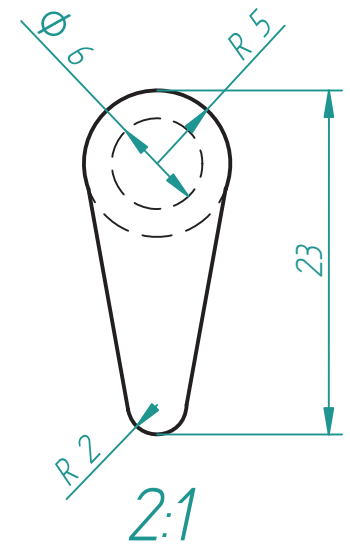
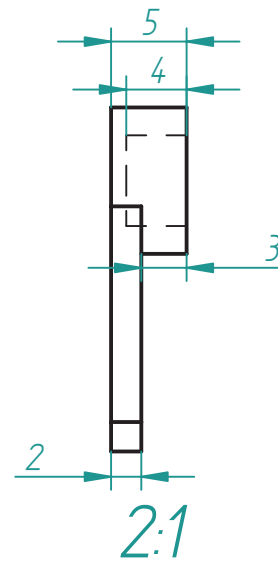
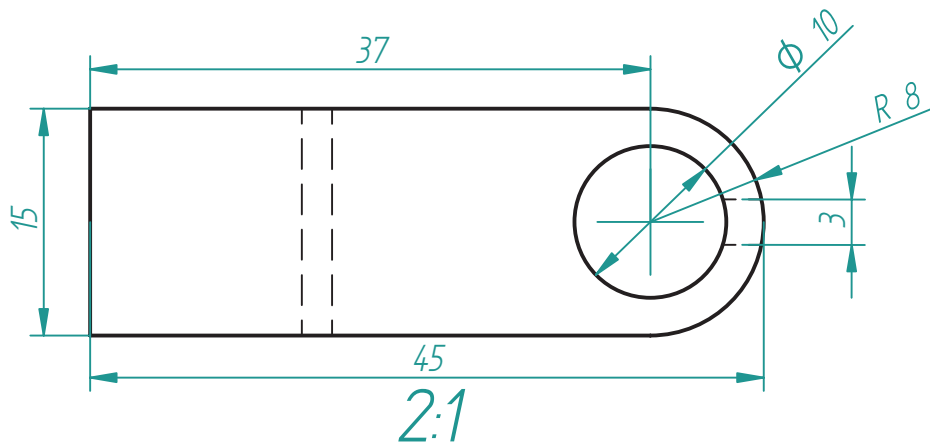
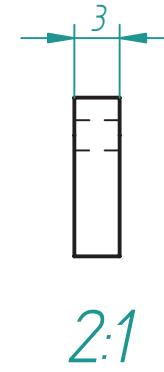
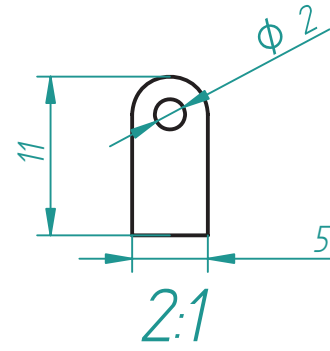
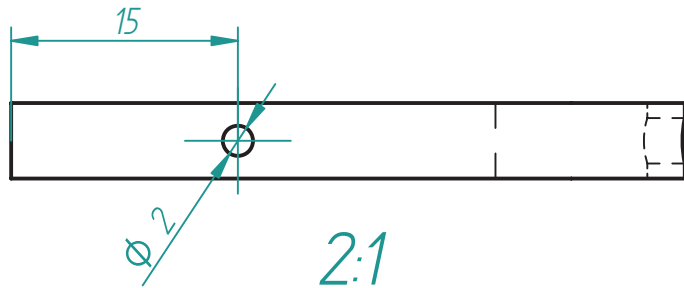
1:2

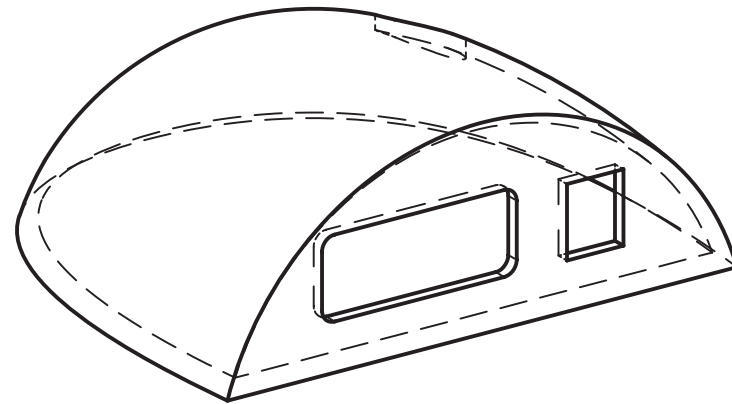
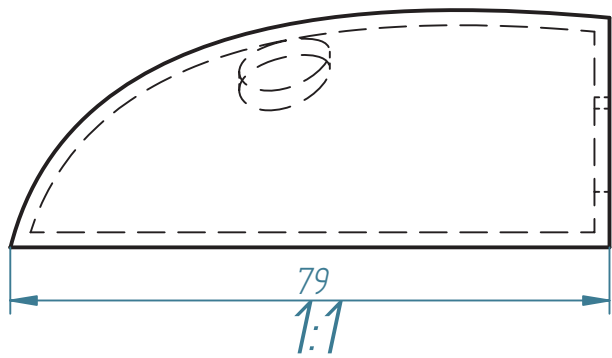
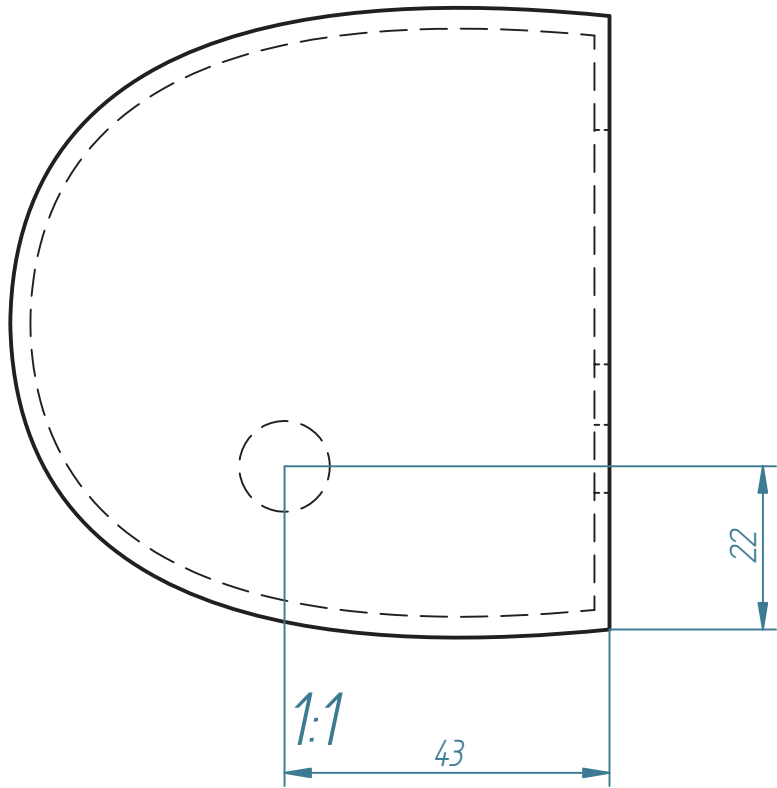


165

1:1.25

PORTALAPIZ





$1:1$

MODULO DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

