

DISEÑO Y DESARROLLO DEL MODELO FUNCIONAL DE UN PERIFÉRICO DE
MANEJO Y CONTROL DE DATOS PARA COMPUTADORA, DIRIGIDO A
AMPUTADOS EN LA EXTREMIDAD SUPERIOR MEDIA

CARLOS AUGUSTO GOMEZ SAAVEDRA
FERNANDO MALDONADO HERRERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2008

DISEÑO Y DESARROLLO DEL MODELO FUNCIONAL DE UN PERIFÉRICO DE
MANEJO Y CONTROL DE DATOS PARA COMPUTADORA, DIRIGIDO A
AMPUTADOS EN LA EXTREMIDAD SUPERIOR MEDIA

CARLOS AUGUSTO GOMEZ SAAVEDRA
FERNANDO MALDONADO HERRERA

Proyecto de grado como requisito para optar al título de
Diseñador Industrial

DIRECTORA DE PROYECTO:
MS. MARIA FERNANDA MARADEI

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2008

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION

ASPECTO 1. INVESTIGACION

ETAPA 1. INTRODUCCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN	12
1.2 ORIGEN DEL PROYECTO	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo general.	14
1.3.2 Objetivos específicos.	14
1.4 METODOLOGÍA	15
1.5 DEFINIR TIPO DE OBJETO	16

ETAPA 2. INVESTIGACION Y ELABORACION DEL MARCO TEORICO

2.1 MARCO TEÓRICO	17
2.1.1 Establecer tipo de usuario.	17
2.1.2 Amputación y malformación congénita.	18
2.1.2.1 Consecuencias de la amputación y las malformaciones congénitas.	20
2.1.3 Estudio demográfico.	21
2.2 PERFIL DEL USUARIO	22
2.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL	22
2.4 RECOPIACIÓN DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS	27
2.5 DEFINICIÓN DE ASPECTOS ERGONÓMICOS	27
2.5.1 Análisis anatómico	27
2.5.2 Análisis biomecánico	28
2.5.3 Análisis de materiales	37
2.5.4 Análisis de función	38
2.6 Análisis de la información recopilada	41

ETAPA 3. PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

3.1 ESTRUCTURACIÓN Y REQUISITOS DE USO	43
3.1.1 Requerimientos de uso	43
3.1.2 Requerimientos de función	44
3.1.3 Requerimientos estructurales	44
3.1.4 Requerimientos formales	45
3.1.5 Requerimientos de identificación	45
3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO	45

ASPECTO 2. DESARROLLO DEL PROCESO CREATIVO

ETAPA 4. PROYECCIÓN Y DESARROLLO DE DISEÑO

4.1 LLUVIA DE IDEAS	46
4.2 ESTUDIO DE FORMAS, BOCETOS, ALTERNATIVAS E INTERFAZ	52
4.2.1 Selección de alternativas por medio del método Kano.	52
4.2.2 Análisis y evolución de la interfaz. Evaluación de alternativas.	56
4.2.3 Selección de la alternativa. Matriz conceptual QFD.	60
4.2.4 Diseño en detalle.	63
4.2.4.1 Forma.	63
4.2.4.2 Mecanismo de sujeción a la mesa de trabajo.	69
4.2.4.3 Mecanismo de alcance.	69
4.2.4.4 Forma de asir el objeto.	70
4.2.4.5 Manejo de controles.	70
4.3 PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL MODELO	71
4.4 CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN DEL MODELO	71

ASPECTO 3. SOLUCION Y CONCLUSIONES

ETAPA 5. VERIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1 COMPROBACIONES TÉCNICAS Y ERGONÓMICAS CON EL MODELO	74
5.1.1 Comprobación técnica	74
5.1.2 Comprobación ergonómica	77
5.1.3 Prueba de usabilidad de los sistemas	81
5.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	83

ETAPA 6. CONCLUSIONES

6.1. MODELO FINAL.	84
6.1.1 Funcionamiento del sistema	86
6.1.2 Planos técnicos del modelo final	88
6.1.3 Imagen visual e identidad grafica.	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Atributos modelo KANO	54
Tabla 2. Resultados método KANO	55
Tabla 3. Matriz conceptual QFD	61
Tabla 4. Aplicación de Resultados QFD	62

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Malformación	19
Figura 2. Mouse de barra adaptado	23
Figura 3. Mouse por pulsadores	23
Figura 4. Track ball	24
Figura 5. Pantalla Táctil	24
Figura 6. Ratón facial	25
Figura 7. Ratón virtual	25
Figura 8. Mouse controlado por los ojos	26
Figura 9. Mouse controlado por el pensamiento	26
Figura 10. Diagrama de posición neutra	28
Figura 11. Diagrama de Posición de manejo	29
Figura 12. Diagrama de posición de alcance	29
Figura 13. Distribución de fuerzas	30
Figura 14. Distribución de momentos	31
Figura 15. Análisis de fuerzas	31
Figura 16. Posición de alcance	32
Figura 17. Medio adaptado para mouse	46
Figura 18. Detalle del medio adaptado para mouse	46
Figura 19. Mouse over	47
Figura 20. Mouse controlado por los pies	47
Figura 21. Tapete	47
Figura 22. Proyección infrarrojo	48
Figura 23. Ratón por sonidos	48
Figura 24. Ratón bucal	49
Figura 25. Ratón telescópico	49
Figura 26. Ratón telescópico en contexto	49
Figura 27. Mouse brazaletes	50
Figura 28. Brazaletes	50
Figura 29. Mouse controlado por los ojos	51
Figura 30. Ratón multimedia	52
Figura 31. Alternativa ovni	56
Figura 32. Ovni en contexto	57
Figura 33. Alternativa cigarra	57
Figura 34. Detalle cigarra	57
Figura 35. Cigarra en contexto	58
Figura 36. Alternativa araña	58
Figura 37. Detalle araña	58
Figura 38. Araña en contexto	59
Figura 39. Alternativa third hand	59
Figura 40. Third hand en contexto	59
Figura 41. Alternativa leg	60

Figura 42. Escorpión	63
Figura 43. Abstracción dinámica	65
Figura 44. Una relación mitológica	67
Figura 45. Aplicación de la forma a los requerimientos de diseño	68
Figura 46. Integración de los sistemas	68
Figura 47. Mecanismo de sujeción	69
Figura 48. Mecanismo de alcance	69
Figura 49. Forma de asir el objeto	70
Figura 50. Manejo de controles	70
Figura 51. Construcción y fabricación del modelo	72
Figura 52. Esquema del mouse óptico	74
Figura 53. Adaptación de la tarjeta electrónica	75
Figura 54. Evaluación de configuración	77
Figura 55. Evaluación de scroll	78
Figura 56. Evaluación de esferas	79
Figura 57. Evaluación tamaño de botones	79
Figura 58. Evaluación distancia entre botones	80
Figura 59. Prueba de usabilidad	81
Figura 60. Alcances antropométricos	82
Figura 61. Modelo final	84
Figura 62. Vista periférico	85
Figura 63. Funcionamiento del sistema	86
Figura 64. Área y posición de trabajo	87
Figura 65. Vista espacial del periférico	88
Figura 66. Imagen visual e identidad grafica	89

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. LEGISLACIÓN COLOMBIANA SOBRE DISCAPACIDAD.	107
ANEXO B. CENSO DE POBLACIÓN 2005	111
ANEXO C. AMPUTACIÓN. DEFINICIÓN. NIVELES DE AMPUTACIÓN EN EL MIEMBRO SUPERIOR.	116
ANEXO D. MALFORMACIÓN CONGÉNITA.	120
ANEXO E. ESTUDIO DEMOGRÁFICO.	124
ANEXO F. RESEÑA HISTÓRICA DE LAS AYUDAS TÉCNICAS. CLASIFICACIÓN.	129
ANEXO G. DATOS ANTROPOMÉTRICOS.	134
ANEXO H. ANATOMÍA DEL BRAZO.	137
ANEXO I. BIOMECÁNICA DEL BRAZO.	143
ANEXO J. ANÁLISIS DE MATERIALES.	146
ANEXO K. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOUSE BRAZALETE	152
ANEXO L. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOUSE OPTICO	154
ANEXO. M ENCUESTA Y TABULACION DEL METODO KANO	157
ANEXO N. EXPERIMENTACION ERGONOMICA	166
ANEXO O. PRUEBA DE USABILIDAD	182
ANEXO P. PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL MODELO	184
ANEXO Q. PLANOS TECNICOS DEL MODELO FINAL	185
ANEXO Q. PLANOS TECNICOS DEL MODELO FINAL	186
ANEXO Q. PLANOS TECNICOS DEL MODELO FINAL	187
ANEXO Q. PLANOS TECNICOS DEL MODELO FINAL	188

RESUMEN

DISEÑO Y DESARROLLO DEL MODELO FUNCIONAL DE UN PERIFÉRICO DE MANEJO Y CONTROL DE DATOS PARA COMPUTADORA, DIRIGIDO A AMPUTADOS EN LA EXTREMIDAD SUPERIOR MEDIA*

AUTORES: Carlos Augusto Gómez Saavedra
Fernando Maldonado Herrera**

CONTENIDO: Ayuda técnica, periférico de manejo y control de datos para computadora.

El periférico de computadora dirigido a amputados de la extremidad superior media, es una ayuda técnica que facilita el manejo y control de datos a personas que por amputación o malformación genética han perdido una o las dos manos, el sistema funciona sujetándose a la mesa de trabajo (escritorio de oficina) y extendiéndose hacia la persona de acuerdo a la altura de amputación que esta posea, (a nivel de codo, antebrazo o muñeca) esto con el fin de evitar posturas incómodas que obliguen a la persona a inclinarse hacia la mesa para manejar el periférico, los sistemas que se diseñaron permiten ser manipulados por la extremidad afectada, los controles están dispuestos de manera tal que mantienen un contacto adecuado por parte del muñón, el control del cursor es realizado por medio de una esfera que rota sobre un sensor óptico, este a su vez mide cambios de posición adquiriendo imágenes secuenciales de la superficie y matemáticamente determinando la dirección y magnitud del movimiento. Este dispositivo permite a la persona nuevamente utilizar su extremidad lo que facilita la adaptación a esta nueva condición física en el manejo de las computadoras, cabe señalar que en Colombia no existe base de datos alguna acerca del desarrollo de este tipo de productos, por lo que el proyecto en si constituye una fuente importante para otros grupos que deseen incursionar en el diseño de ayudas técnicas para discapacitados.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas; Escuela de Diseño Industrial, Directora de proyecto: *MS. Maria Fernanda Maradei*

SUMMARY

DESIGN AND DEVELOPMENT OF CONTROL DATA AND FUNCTIONAL MODEL PERIPHERAL MANAGEMENT FOR COMPUTERS, CARRIED OUT TO EXTREME UPPER MIDDLE AMPUTEES*

AUTHORS: Carlos Augusto Gómez Saavedra
Fernando Maldonado Herrera**

CONTENT: Technical Support, management peripheral and data control for computer.

The computer peripheral designed to extreme upper middle amputees, is a technical assistance that facilitates the management and control of data to people who have lost one or both hands by amputation or genetic malformation, the system works subject to the worktable (desktop office) and extending to the person according to its amputation height (at the elbow, wrist or forearm height) in order to avoid awkward postures that would force the person to lean toward the table to manage the peripheral, the systems were designed to be manipulated by the affected limb, the controls are arranged to maintain a stump proper contact, the cursor control is done through a sphere rotating on a sensor Optical which measures changes of position by acquiring surface sequential images and mathematically determining the movement direction and magnitude. This device allows the person again use its limb making it easy to adapt to this new physical condition in handling computers, also permit a industry to incorporate person with this wound at the live labour. Is very important do mention that does not exist in Colombia some date about the development of such products, s the projects is wheter an important source for other groups wishing incursion in the desing of assistive devices for disabled.

* Project of degree

** Faculty of Engineering Physical-Mechanics; School of Industrial Desing, Director of Project: *MS. Maria Fernanda Maradei*

GLOSARIO

Ayuda técnica: Las ayudas técnicas son utensilios, dispositivos, o equipos de diferente grado de complejidad, fabricados y comercializados o de manufactura artesanal, utilizables por o para personas discapacitadas, con el fin de suplir o complementar su limitación o sus carencias funcionales; en otras palabras, ayudas técnicas serían todo aparato o utensilio que a una persona discapacitada le sirva para conseguir un grado de independencia, una mejora de la calidad de vida cotidiana y profesional, en su caso, que le proporcione una mayor autonomía y confort.

En función de la utilidad, es decir, del objetivo que persiguen las distintas ayudas técnicas serían:

Ayudas técnicas preventivas: aquellas que previenen deformidades, o bien preventivas para la disminución del potencial agresivo y evolutivo de una enfermedad. Habría que tener en cuenta las distintas prevenciones:

Primaria: es la que persigue evitar que aparezca la enfermedad que no estaba.
Secundaria: evitar que la enfermedad evolucione hasta la incapacidad.
Terciaria: prevención de la dependencia cuando existe incapacidad.

Ayudas técnicas facilitadoras: que aumentan las posibilidades funcionales del minusválido que las utiliza, distinguiendo las ayudas técnicas de carácter personal o que afectan directamente al minusválido y las que se dirigen a la adaptación del hogar o del trabajo (medios técnicos).

Ayudas técnicas compensadoras: aumentan la capacidad de realizar gestos imposibles, bien porque su realización provoque dolor o sea causa de deformidad; bien porque el grado de discapacidad sea tan grande que no pueda efectuarse.

Para determinar cuando debe aplicarse una ayuda u otra, o tan siquiera cuando es imprescindible alguna de ellas, es inevitable hacer una valoración de las necesidades particulares de cada individuo. Para ello tendremos en cuenta los puntos siguientes:

Medios Técnicos: transformaciones realizadas en el hábitat tendentes a eliminar las barreras que marginan al discapacitado.

Discapacidad: es una condición o función que se considera deteriorada respecto del estándar general de un individuo o de su grupo. El término, de uso frecuente, se refiere al funcionamiento individual, incluyendo la discapacidad física, la discapacidad sensorial, la discapacidad cognoscitiva, la debilidad intelectual, enfermedad mental, y varios tipos de

enfermedad crónica. Este uso se asocia a un modelo médico de la discapacidad según la organización mundial de la salud.

Deficiencia: es la anormalidad o pérdida de una estructura corporal o de una función fisiológica. Las funciones fisiológicas incluyen las funciones mentales. Con “anormalidad” se hace referencia, estrictamente, a una desviación significativa respecto a la norma estadística establecida.

Minusvalía: es una situación desventajosa para una persona determinada, consecuencia de una deficiencia o de una discapacidad para el desempeño de un rol, que es normal en su caso en función de edad, sexo, factores sociales, culturales y ocupacionales. Es por tanto, la pérdida o limitación de las oportunidades para participar de la vida en comunidad con los demás.

Limitaciones en la actividad: Son las dificultades que un individuo puede tener para realizar actividades. Una limitación en la actividad abarca desde una desviación leve hasta una grave en términos de cantidad o calidad, en la realización de la actividad, comparándola con la manera, extensión o intensidad en que se espera que la realizaría una persona sin esa condición de salud. El término discapacidad como componente es sustituido a partir de 2001 por el de limitaciones según CIF.

Ortopedia: es la especialidad médica que se dedica al diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y prevención de lesiones y enfermedades del sistema músculo-esquelético del cuerpo humano. Este complejo sistema incluye los huesos, las articulaciones, los ligamentos, los tendones, los músculos y los nervios que le permite a una persona moverse, trabajar y ser activa.

Hace tiempo la ortopedia se dedicaba al cuidado de niños con deformaciones de columna o extremidades, la ortopedia actualmente se dedica a pacientes de todas las edades, desde los recién nacidos con pie zambo, los jóvenes atletas que necesitan cirugía artroscopia hasta los ancianos artríticos. Cualquier persona puede romperse un hueso.

Férula: Instrumento ortopédico, utilizado frecuentemente para inmovilizar una articulación o un hueso fracturado. Pueden ser de yeso o material plástico.

Órtesis y prótesis: elementos que están íntimamente unidos al cuerpo del individuo, supliendo funciones e incluso segmentos corporales:

Órtesis: dispositivos o aparatos que tienden a asegurar al cuerpo una forma conveniente con un fin funcional. Puede ser de dos tipos:

Estáticas: para: sostener el segmento afectado, prevenir contracturas y proteger áreas lesionadas. También para la prevención o corrección de deformidades o limitaciones del juego articular.

Dinámicas: para facilitar el ejercicio terapéutico y el uso funcional de la extremidad. Tiene por objeto la ayuda o suplencia de una función deficitaria o ausente.

Prótesis: dispositivos ortopédicos destinados a reemplazar la parte ausente del cuerpo con un fin a la vez estético y funcional.

INTRODUCCIÓN

Según las Naciones Unidas, en el planeta hay más de 600 millones de personas con alguna discapacidad, 75% de las cuales vive en Latinoamérica en condiciones de pobreza y/o marginalidad¹. Por otra parte la organización mundial de la salud (OMS) estima que en países en vía de desarrollo como el nuestro entre el 7.9% y 10% de la población presenta algún grado de discapacidad².

Lamentablemente en Colombia, este número se multiplica diariamente debido al conflicto interno, que amenaza nuestra propia sensibilidad respecto a las personas más afectadas por éste, sin embargo es sabido que en nuestro país se trabajan programas de apoyo para los sectores discapacitados en los cuales se brinda asistencia médica y psicológica, además, se hace entrega a los discapacitados de elementos básicos como sillas de ruedas, férulas y muletas los cuales son nombrados como ayudas técnicas, sin tener en cuenta que el problema es más profundo y que existen soluciones que la tecnología actual hace posible, ya que la raíz del problema se encuentra en las diferencias sociales de índole étnico, demográfico y político que se acentúan por adquirir una discapacidad.

El proyecto se enmarca en estas condiciones sociales implícitas, sobre las cuales comienza el proceso de diseño en el desarrollo de ayudas técnicas para discapacitados centrado exclusivamente en el diseño en la interfaz, de tal manera para alcanzar una solución óptima se hace necesario involucrar en el proceso de diseño a los futuros usuarios del periférico, estas personas aportan a través de su vivencia personal las pautas y los cursos de acción que el equipo de trabajo debe tomar en pro de alcanzar los objetivos que se han propuesto. De igual manera el trabajo conjunto con los discapacitados propone un acercamiento entre las universidades y los centros de rehabilitación, creando de esta forma los lazos que requiere nuestra sociedad entre las instituciones que permita el desarrollo de proyectos innovadores dirigidos a mejorar las necesidades de esta población.

Lo que se pretende es que la persona pueda interactuar con el programa informático por medio de un elemento capaz de interpretar los movimientos de su extremidad superior afectada y así recuperar las funciones perjudicadas por esta condición en el manejo convencional de los periféricos de computador, al tiempo que se recupera psicológicamente el sentido de uso de la extremidad afectada. Este proyecto tiene la finalidad de abrir una senda para cultivar el desarrollo de este tipo de productos.

¹ Como se puede ver en la página de La Federación de Asociaciones de Personas con Discapacidad Física y Orgánica de la Comunidad de Madrid FAMMA <http://www.famma.org/reportajes/pobreza.htm>. Citado el 11/01/2008

² http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/inform_estad.pdf. Citado el 28/11/2007

ASPECTO 1 INVESTIGACIÓN

ETAPA 1. INTRODUCCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN

La dificultad de acceso a las nuevas tecnologías por parte de un grupo minoritario pero significativo e importante, nos ha llevado a proponer un medio de comunicación directa entre las computadoras y los sujetos con discapacidad en sus extremidades superiores, con el fin de aprovechar sus cualidades naturales como cualquier persona e incentivar el desarrollo de productos teniendo en cuenta el diseño para todos sin discriminaciones físicas de ninguna índole.

La sociedad actual se preocupa cada vez más, por mejorar las condiciones de las personas con algún tipo de discapacidad, a razón de este interés mundialmente se generan programas e instituciones que diseñan las llamadas tecnologías de asistencia³, es justamente el enfoque que se quiere dar al proyecto.

El propósito de este proyecto es facilitar el uso del computador como herramienta de trabajo o distracción, de tal manera que se abra aún más en la sociedad colombiana, la oportunidad de trabajar para los discapacitados, gracias a la interacción con las nuevas tecnologías.

Actualmente en Colombia⁴ existe una visión más dirigida hacia el sector de los discapacitados, es así como el SENA tiene una página especial para las ofertas de empleo, destinada a personas con discapacidad en todo el país o también para que inscriban sus hojas de vida para los empresarios interesados en contratarlos. Este es un punto de partida para una inmensa gama de ayudas de tipo laboral que abre un campo para los diseñadores industriales.

Desde esta perspectiva es fundamental el diseño de ayudas para discapacitados, ya que se están reconociendo, las capacidades y aptitudes que poseen estas personas para desempeñarse en una empresa o en el hogar, igualmente se estaría abriendo una puerta, para permitirle al discapacitado su independencia económica mejorando así su vida social y personal.

³ Como puede verse en nuestra universidad por medio de la llamada “revolución educativa” la cual gestiona recursos para la adecuación de los edificios y aulas con miras a la inclusión social del discapacitado. REVISTA CATEDRA LIBRE publicada en noviembre de 2007, N° 105 pg 14

⁴ Ver anexo A. Pág. 94 “Legislación colombiana sobre discapacidad.”

1.2 ORIGEN DEL PROYECTO

La discapacidad es una condición o función que se considera deteriorada respecto del estándar general de un individuo o de su grupo. Más exactamente definida como toda restricción o ausencia de capacidad para realizar una actividad según lo describe la organización mundial de la salud. Desde hace alrededor de 25 años, las Naciones Unidas y las organizaciones de salud, ONG entre otras, vienen trabajando por el cumplimiento de los derechos humanos y por la igualdad de oportunidades para todos los sectores sociales que sufren algún tipo de marginalidad y/o “discapacidad”.

Las lesiones sufridas a nivel del antebrazo como son las amputaciones causadas por un accidente, las malformaciones congénitas y las patologías por enfermedades como la hemiplejía o la hemiparesia, que generan deterioro de los movimientos precisos de la mano, causante de traumas tanto físicos como psicológicos inducen a la persona a estados de incapacidad y deficiencia mental que los aleja de la posibilidad de desarrollo normal en su crecimiento como persona, algunas cambian radicalmente sus actividades cotidianas o incluso pierden sus trabajos por no poder rendir eficientemente en sus labores como lo haría una persona sana, cabe señalar que la mayoría de las veces estos cambios no se deben a una decisión propia sino que se ven forzados por sus jefes, amigos y en general por el pensamiento de una sociedad que poco a poco los margina y señala como discapacitados.

El proyecto aquí expuesto busca ayudar a personas con este tipo de deficiencia a que tengan facilidad de acceso a la información por medio del manejo de las computadoras, (que actualmente en nuestra sociedad no incluyen dispositivos para personas con algún tipo específico de discapacidad) y así ofrecer a la persona una alternativa de desarrollo y posibilitar la incorporación a labores que necesiten el manejo de programas informáticos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Acondicionar y mejorar la capacidad de manejo de las computadoras para los amputados de la extremidad superior media a través del diseño y desarrollo de un dispositivo de entrada y control de datos.

1.3.2 Objetivos específicos

Aplicar soluciones tecnológicas de fácil adquisición, implementación y bajo costo para las personas que sufren discapacidad en la extremidad superior media

Facilitar el acceso de las personas discapacitadas a la información, la educación y la capacitación presentes en medios digitales.

Permitir la incorporación de las personas discapacitadas a la vida laboral y productiva, cuando su actividad requiere el manejo de sistemas informáticos

Identificar los aspectos ergonómicos más relevantes en el desarrollo de este tipo de productos

Ubicar el periférico dentro del mercado como una ayuda técnica para el profesional

Presentar un modelo funcional de un elemento que permita la verificación de los resultados

1.4 METODOLOGIA PROYECTUAL

La siguiente metodología consiste en el uso de herramientas de usabilidad y diseño centrado en el usuario:

En la primera etapa de investigación se utilizarán métodos de indagación como lo son la aproximación contextual que consiste en el análisis del entorno que nos permita comprender y asimilar el usuario en el manejo del producto a través de visitas y entrevistas de campo estructuradas.

En la segunda etapa se utilizará la aproximación individual a través de encuestas, cuestionarios y entrevistas que identifiquen determinados requisitos de usabilidad y que nos permitan definir el tipo de usuario y la recolección de datos antropométricos.

En la etapa tres, para la generación de ideas se utilizara el análisis de tareas el cual define lo que requiere el usuario en términos de acciones y procesos, a través de la descomposición de tareas a alto nivel y un diagrama de flujo de tareas.

En la etapa cuatro por medio de una matriz de funcionalidad, en la cual se especifiquen las acciones del sistema que los diferentes usuarios requieran para la ejecución de las tareas, así como las funciones más críticas de las tareas para el trabajo mas especializado en la concreción de ideas de diseño.

El desarrollo de prototipos permite el adelanto y la implementación de los diferentes métodos de inspección y test del producto, es el modelo el que será sometido a pruebas y experimentaciones, un modelo funcional en el que se ponderen las características de manera individual o en conjunto, analizando en el modelo las características de interfaz, funcionalidad y posibilidades de ampliación.

En primera instancia se realizarán modelos horizontales, para evaluar las preferencias del usuario con respecto a la interfase, la ubicación y accesibilidad del producto, luego se pasará a un modelado vertical en el cual analizaremos la funcionalidad exacta del producto.

En la etapa cinco se realizarán las comprobaciones del funcionamiento correcto de la tecnología utilizada y a su vez las comprobaciones ergonómicas por medio de simulaciones de carácter verificativo en las cuales se buscara corroborar las hipótesis expuestas de

manera física en el modelo, de este modo se expondrán las variables independientes que me generan los resultados buscados en el diseño sometido a prueba.

Se analizaran meticulosamente las tareas con los modelos y usuarios en busca del hallazgo de errores y defectos en las alternativas, la metodología de inspección y la evaluación de usabilidad por medio de inspecciones formales de usabilidad, evaluación heurística y de listas de comprobación, formalizando el registro y descubriendo problemas.

Para la última etapa con base en los resultados arrojados por los métodos de valoración y de matriz QFD aplicada a las alternativas, se concluirá con estos resultados en un modelo funcional final.

1.5 DEFINICION TIPO DE OBJETO

El diseño de un periférico para computadora dirigido a los discapacitados de la extremidad superior media, quiere decir la creación de un objeto capaz de ser manipulado por una persona que ha perdido su mano (o manos) y que a partir de este pueda controlar los datos que se manejan en el equipo.

Los periféricos (elementos de un sistema de tratamiento de la información que es distinto de la unidad central y sirve esencialmente para comunicar con el exterior⁵) de computadora actuales, se dividen en entrada, introducción y salida de información, normalmente se usa el teclado qwerty⁶ para la introducción y control de datos, el Mouse o ratón para la entrada o control de datos, los monitores, parlantes, cámaras entre otros como dispositivos de salida de datos.

Originalmente los periféricos no se diseñaron para ser usados por una persona que no tenga manos o que tengan problemas en su motricidad y aunque es cierto que existen sistemas muy puntuales que lo permiten –como lo veremos mas adelante- para nuestro medio obtenerlo es muy complicado, es así como el acceso a las nuevas tecnologías por parte de un grupo minoritario pero significativo e importante, nos ha llevado a proponer un medio de comunicación directa entre las computadoras y los sujetos con discapacidad en sus extremidades superiores, con el fin de aprovechar sus cualidades naturales como cualquier persona e incentivar el desarrollo de productos teniendo en cuenta el diseño para todos sin discriminaciones físicas de ninguna índole.

La sociedad actual se preocupa cada vez más, por mejorar las condiciones de las personas con algún tipo de discapacidad, a razón de este interés mundialmente se generan programas

⁵ Diccionario Larousse ilustrado. Edición 1998. Pág. 790.

⁶ Distribución de teclado diseñada por Christopher Sholes en 1868 y vendida a Remington en 1873 en es la mas popular actualmente. Mas información en www.wikipedia.com

e instituciones que diseñan las llamadas tecnologías de asistencia⁷ que es justamente el enfoque que se le quiere dar al proyecto, es así como en Colombia existe una visión más amplia y dirigida hacia el sector de los discapacitados, por ejemplo el SENA tiene una página especial de ofertas de empleo, destinada a personas con discapacidad en todo el país.

⁸ Este es un punto de partida para una inmensa gama de ayudas de tipo laboral que abre un campo para los diseñadores industriales.

Es importante el diseño de ayudas para discapacitados, ya que se está reconociendo que las diferencias físicas no son limitantes de las capacidades y aptitudes, entendiendo que la dificultad radica en los medios mas no en la persona; igualmente se estaría abriendo una puerta, para permitirle al discapacitado su independencia económica mejorando así su vida social y personal.

⁷ REVISTA CATEDRA LIBRE Op. Cit. p 11

⁸ www.colombianostrabajando.sena.edu.co. Citado el 28/11/2007

ETAPA 2. INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 ESTABLECER EL USUARIO

El producto esta dirigido principalmente a personas con amputación en sus extremidades superiores media, de manera tal que no pueden acceder a las computadoras de la forma convencional, es decir, con el uso del teclado y el Mouse. Esta limitación se refiere específicamente a una pérdida o disminución de la precisión motora en la extremidad debido a una amputación o daño sufrido por enfermedad (malformación congénita) o accidente, lo que para nuestro caso da como resultado el no poder manipular este tipo de periféricos.

En esta concepción el mercado objetivo lo constituye el sector de los discapacitados (de la extremidad superior media) agrupados en instituciones como las fuerzas militares, asociaciones independientes y principalmente el estado con las actuales políticas de inclusión social⁹, que permiten incorporar a todo estamento público ayudas para que los discapacitados se incluyan en la vida estudiantil. Estas instituciones manejan recursos propios o asignados por el estado destinados a la rehabilitación e incorporación de personas que han sufrido daños físicos por medio de ayudas técnicas como las prótesis, órtesis, objetos externos como sillas de ruedas y muletas entre otros, los cuales facilitan los desplazamientos del individuo, sin embargo en Colombia no es fácil adquirir dispositivos más específicos o puntuales para la realización de una tarea, ya sea por su elevado costo o por que no existe, por lo cual este proyecto constituye una alternativa fundamental para el desarrollo de este sector de la comunidad.

En Colombia según datos obtenidos del censo de 2005¹⁰ realizado por el Departamento Nacional de estadística DANE, existen 358.598 personas con limitaciones para usar brazos y manos, el equivalente al 14.7% de prevaecía; en Santander este valor alcanza 1724 personas con limitaciones de este tipo, cabe señalar que este elevado valor es ostensiblemente marcado por el conflicto armado que afecta con mayor intensidad las zonas rurales de nuestro país. La intención es contribuir a que individuos con discapacidad puedan tener acceso a una herramienta tan importante en la actualidad como lo es la computadora.

⁹ Fundaciones con sede en Bucaramanga como la Unicornio, Asopar y la fundación Nazaret, mantienen programas de rehabilitación de personas con discapacidad. También en Bucaramanga el colegio gimnasio Aldebarán con educación personalizada. También el estado a incorporado políticas de discapacidad como la mostrada en la pagina Web la discapacidadcolombia.com en lo referente a políticas del Ministerio de Protección Social, artículo 6 de la Ley 361 y el Decreto 276 de 2000.

También las fuerzas militares con sus programas de rehabilitación para lisiados de guerra.

¹⁰ Ver anexo B. Pág. 98 “Censo de población del 2005”

2.1.2 AMPUTACIÓN Y MALFORMACIONES CONGÉNITAS.

La amputación¹¹ es la remoción o resección total o parcial de una extremidad seccionada a través de uno o más huesos, en forma perpendicular al eje longitudinal del miembro. En relación al mecanismo de producción puede ser de dos tipos:

- a. Amputación primaria o traumática: Aquella producida por un agente traumático.
- b. Amputación secundaria o quirúrgica: Aquella electiva o programada para ser realizada por medio de un acto quirúrgico.

La amputación es irreversible ningún miembro artificial posee percepción sensitiva, de manera que es importante no eliminar una extremidad que mantenga intacta su sensibilidad, aún cuando haya desaparecido su funcionalidad motora.

Muñón o miembro residual.

Es lo que queda de la extremidad después de la amputación y para que sea funcional, es necesario que tenga un brazo de palanca suficiente que permita el manejo de una prótesis, que no sea doloroso y que sea capaz de soportar roces y presiones. Para este fin es fundamental un nivel conveniente, que las articulaciones del muñón sean suficientemente móviles. Si el muñón tiene una musculatura potente, si no hay trastornos circulatorios y la piel esta bien endurecida se puede considerar como un buen muñón.

Nivel de amputación.

Se considera dividiendo en tercios los segmentos del brazo y el antebrazo o las articulaciones cercanas como es el caso de la interescápulo torácica, hombro, codo y muñeca.

Cuanto más elevado es el nivel de la amputación más articulaciones se pierden y hay menos potencia, debido a la pérdida muscular y al menor brazo de palanca para controlar una prótesis.

Por lo tanto se trata de preservar lo más posible de la extremidad comprometida, tomando en consideración no solo su longitud, sino los niveles funcionales de la misma, es decir, las articulaciones.

Cualquier nivel puede ser usado para realizar una amputación, desde la raíz del miembro hasta su porción más distal, muchas veces la longitud depende de la magnitud de la lesión o la gravedad de la enfermedad. Sin embargo frente a esto se tiene lo que se ha denominado como los “niveles ideales”, en los cuales se conserva buena movilidad, poseen gran brazo de palanca y permiten una fácil adaptación de las prótesis.

¹¹ Ver anexo C. Pág. 102 “Amputación. Definición. Niveles de amputación en el miembro superior.”

Algunas causas o indicadores para las amputaciones son:

Enfermedad vascular. La falta de circulación en el miembro constituye una indicación absoluta para la amputación. La insuficiencia circulatoria secundaria a enfermedad vascular arteriosclerótica, constituye la causa más frecuente de amputación, generalmente va asociada a diabetes mellitus y puede llegar a necrosis (gangrena) en las enfermedades con o sin infección agregada.

Traumáticas. Accidentes de trabajo, tránsito, bélicos, etc., como recurso para salvar la vida en la que hay pérdida del aparato neuromuscular, con aplastamiento grave, compromiso vascular y deterioro marcado de la piel.

Infección. En ciertos casos, una infección agresiva localizada en alguna extremidad, además de producir compromiso focal, compromete seriamente el estado general. Por ejemplo la gangrena o la lepra.

Neoplasia. Sobre todo si son tumores malignos y primarios, requieren de un tratamiento radical, antes que produzcan metástasis o si el dolor es intenso, si la neoplasia se ha ulcerado o por fractura patológica.

Deformidades. Sean estas de tipo congénitas o adquiridas, niños con deformidades parciales o totales de la extremidad pueden llegar a requerir ciertas intervenciones quirúrgicas para hacer más funcional la extremidad afectada.

Lesiones nerviosas. Cuando hay úlceras tróficas en un miembro anestésico o infectado.

Malformación congénita.

Figura 1 Malformación congénita en las extremidades.



Según el informe de un grupo científico de la O. M. S., se define como Malformación Congénita¹² "Una u otra de las muchas anomalías macroscópicas, que pueden darse en el recién nacido, aún cuando no sean observables inmediatamente después del nacimiento".

La malformación congénita¹³ se presenta mayoritariamente en defectos de las extremidades (como se muestra en la figura 1), corazón y médula espinal, para nuestro caso de estudio elegimos se eligen las que involucran la extremidad superior ubicada a la altura de la mano.

¹² <http://telesalud.ucaldas.edu.co/rmc/articulos/v2e4a3.htm> Citado el 20/02/2008

¹³ Ver anexo D. Pág. 106. "Malformación congénita."

Fuente: www.universitaria.cl/libros/malformaciones/

A continuación se hará una descripción de las causas más comunes que generan esta patología.

Genéticas. En la antigüedad las malformaciones eran vistas como un aviso o un castigo de los dioses. Incluso bastante recientemente se pensaba que algunos acontecimientos durante el embarazo (tales como ser asustada por un ratón) podían dar lugar a defectos específicos en el niño, por ejemplo, una marca de nacimiento con forma de ratón. Estas creencias todavía persisten en algunos lugares. Sin embargo casi todas las anomalías que se pueden achacar a una causa única tienen un origen genético. Esto no significa que los padres sufran necesariamente del mismo defecto. Puede ocurrir que sólo sean portadores de la condición o que el problema genético aparezca por primera vez en las células que van a dar lugar al niño. El 25% de todas las malformaciones tiene una causa genética conocida.

Ambientales. Las causas ambientales (incluyendo la exposición a drogas, la radiación y las enfermedades) se pueden identificar en el 10% de las malformaciones congénitas. El riesgo de exposición a estos factores ambientales suele causar gran preocupación aunque las causas genéticas son más frecuentes.

Otras causas. La causa exacta del restante 65% de malformaciones es desconocida. Muchas de ellas se deben a la interrelación entre los factores genéticos y ambientales. Por ejemplo, algunos niños pueden tener una susceptibilidad genética a ciertos factores ambientales. Si son expuestos a dichos factores durante el desarrollo, se producirá la malformación. Si no se exponen a estos factores, serán totalmente normales. Otros niños expuestos al mismo factor ambiental, pero que no tienen la susceptibilidad genética, serán normales. Esto puede hacer difícil encontrar la causa exacta de una malformación.

El Proyecto Genoma Humano ha terminado ya la secuenciación de todos los genes normales que se encuentran en el hombre. En el futuro esto será de gran valor para dilucidar el papel de los factores ambientales y genéticos en las malformaciones congénitas.

2.1.2.1 Consecuencias

Considerando como primera medida que la condición psicológica de cualquier persona que sufre una amputación, es alterada bruscamente por los cambios a los que se ve enfrentado por intentar adaptarse a las labores cotidianas nuevamente, ya que sus condiciones físicas no corresponden a lo que llamaríamos “persona normal”, desatan en el discapacitado una lucha personal en búsqueda de reencontrar la manera más eficiente con la cual sea capaz de desempeñarse eficazmente en su hogar, en el trabajo y por que no decirlo como persona autónoma e independiente, esta independencia varía y se ve afectada dependiendo del tipo de lesión que se sufra, algunas más traumáticas que otras, pero que sin lugar a duda cambian la percepción del mundo que lo rodea. Por ejemplo si una persona que trabaja en

oficina como ejecutivo o gerente y por cosas del destino pierde una pierna, esto no le impediría continuar desempeñándose en su empresa, aunque se vería impedido en ciertas actividades, pero si esta persona se laboraba en la bodega, su capacidad de desempeño no se puede mantener, en este caso la persona se ve obligada a cambiar de actividad laboral, al desempeño de otra función para la cual no esté preparado.

En el desarrollo de este proyecto se ha iniciado una búsqueda de personas que se mantengan activas laboralmente y que presente amputación o malformación en su extremidad superior, con agrado hemos encontrado que las personas con esta discapacidad se desempeñan en trabajos de oficina y lo hacen de una manera eficiente, casi o mejor que las personas normales, han logrado una alta adaptación a los medios que poseen, pero no cuentan con herramientas que les permita el uso de su extremidad con precisión.

Tal vez el requisito psicológico más importante para una vida productiva y bien adaptada de un discapacitado, es el respeto y estatus que recibe de las personas que lo rodean, sus iguales. Por encima de las satisfacciones físicas de la vida, es muy importante la satisfacción que brinda el cuidado y afecto de la gente que los rodea (amigos, familia, compañeros de trabajo).

En relación con el amputado, hay la posibilidad de una pérdida de aceptación por parte de sus iguales. El amputado no está normalmente obligado a adivinar lo que los demás piensan de él. El puede (excepto en el caso de un amputado congénito) reflejar simplemente lo que pensaba acerca de otra gente inválida antes de serlo. Estas actitudes que tenía hacia la gente inválida, están dirigidas ahora hacia sí mismo.

En el caso específico de las personas con malformaciones congénitas, se tiene que el niño crece desde su nacimiento con esta característica, lo cual le permite desempeñarse más hábilmente gracias a su aprendizaje precoz, en las labores cotidianas tanto en el hogar (comer, asearse, vestirse, etc.) en el colegio (estudio, deporte, relaciones personales, etc.) y cuando crece en el trabajo.

Con respecto a las personas que rodean a los niños con malformaciones tales como los padres y hermanos, un estudio realizado en el 2008 por la Facultad de Psicología de la PUJ de Bogotá, muestra que el funcionamiento psicológico¹⁴ de las familias es alterado por la llegada de un niño con esta discapacidad, un 72.2% considera que un poco, un 2.8% considera que bastante, 11.11% considera que mucho y 13.9% que en nada les ha alterado el estado de ánimo. En otros apuntes de este estudio se concluye que la persona que más acepta al niño es la madre, seguida del padre, además concluye que los hermanos a mayor edad, tienden en igual condición a aceptar las diferencias físicas del niño con malformación.

¹⁴ Instituto de genética humana y Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, ver informe en http://scielo.bvs-psi.org.br/scielo.php?pid=S1657-92672006000300003&script=sci_arttext&tlng=es

2.1.3 Estudio demográfico¹⁵

Como se mencionó anteriormente según los datos obtenidos del censo de 2005 realizado por el DANE, hay en el país aproximadamente 360.000 personas con limitaciones para usar brazos y manos, y en Santander el índice alcanza un 14.7%, esta estadística envuelve a todas las personas que poseen discapacidad en la extremidad superior, sin tener en cuenta la naturaleza de cada una o sin diferenciar el tipo de discapacidad, sin embargo estos datos de referencia nos acercan de forma global a la problemática actual de los discapacitados en Colombia.

Por lo tanto, actualmente no se poseen datos específicos de la población cuya discapacidad en su extremidad superior sea ocasionada por amputación parcial del miembro o por la malformación congénita.

En el desarrollo del proyecto se efectuaron visitas de campo a diferentes instituciones tanto privadas (Ortosander), como gubernamentales (Alcaldía de Bucaramanga, Desarrollo Social, oficina para discapacitados), así como a fundaciones sin ánimo de lucro (Fundación Nazareth, Unicornio), para indagar acerca de las estadísticas actuales y el manejo que las instituciones realiza a esta población, en el departamento de Santander, en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, cabe anotar que las bases de datos con las que cuentan estas instituciones varía una respecto a otra, ya que las personas que acuden a estas instituciones difieren en su condición social y económica, pero algunos datos generales que se manejan provienen de los estudios realizados por el DANE en el censo del 2005 y de la dirección de censos y demografía del mismo. Para el desarrollo del proyecto se tomarán los datos obtenidos a través de fuentes anteriormente nombradas.

2.2 PERFIL DE USUARIO

El perfil principal lo constituyen los usuarios amputados para los cuales definimos este estado como la remoción o resección total o parcial de una extremidad seccionada a través de uno o más huesos debidos a un agente traumático o a una operación quirúrgica. La amputación es irreversible de manera que es importante la conservación de la sensibilidad en la extremidad afectada y en el muñón, por lo cual cada amputación constituye una huella digital, sin embargo puede dividirse en cuatro categorías, amputación a nivel de la muñeca, antebrazo, codo y hombro.

Si bien comprendemos que puedan existir más lesiones causantes de la disminución en la motricidad fina, (como pueden ser accidentes específicos que dañen el nervio o los músculos o enfermedades como la hemiplejía o hemiparesia) lo que queremos hacer notar

¹⁵ Ver anexo E. Pág. 110 “Estudio demográfico.”

es la importancia de la conservación de un mínimo de control sobre la extremidad o como en el caso de los amputados que conservan su total movilidad aunque hubiesen perdido parte de su brazo, esto hace que no solamente el producto funcione como una interfaz entre la máquina y el hombre, sino que además para el caso de las personas que sufren alguna enfermedad pueda considerarse como un elemento de ejercitación muscular y de atención ya que la finalidad es aprovechar el funcionamiento de la extremidad.

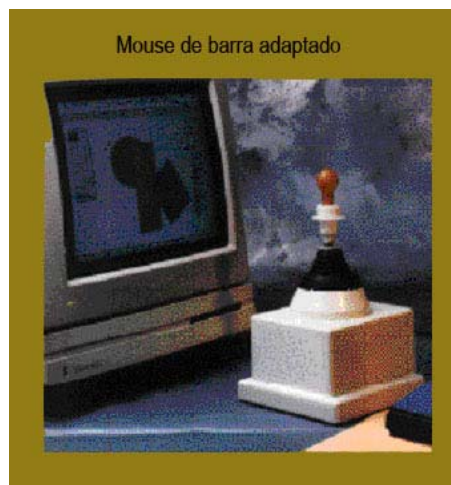
2.3 ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL¹⁶

A través de la historia¹⁷ se han desarrollado diversos tipos de apoyos para discapacitados desde objetos artesanales hasta sistemas integrados que no solamente han servido a los discapacitados sino que también han producido cambios en la concepción y pensamiento del objeto por parte del hombre.

La siguiente es una recopilación de diferentes soluciones que se han dado a nivel mundial, para el trabajo con los procesadores por parte de los discapacitados, cabe anotar que cada uno de estos aparatos descritos representa un concepto del funcionamiento y control del Mouse convencional, encontrando por lo tanto en algunos de ellos variaciones de la misma idea, estas fueron omitidas por presentar la misma solución variando solo la forma y dimensiones.

Mouse de barra Adaptado

Figura 2. Mouse de barra adaptado.



¹⁶ Los periféricos descritos a continuación fueron investigados en Internet, sin tener la posibilidad de obtenerlos físicamente, la mayoría de ellos se encuentran mencionados como artículos publicados en revistas de ciencia a las que no podemos acceder.

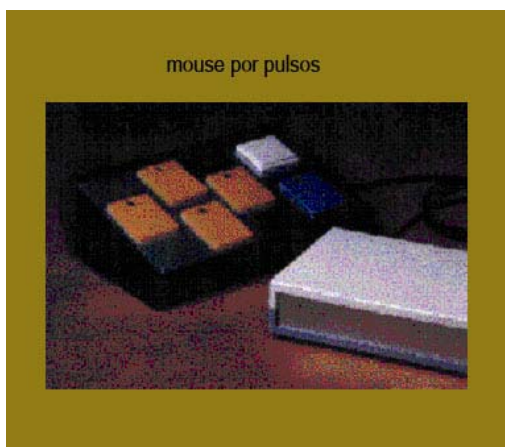
¹⁷ Ver Anexo F. Pág. 114 “Reseña histórica de las ayudas técnicas. Clasificación.”

Fuente: CTI Periféricos multimedia.

Este Mouse funciona por medio de una barra que permite el movimiento a 360 grados, ubicando así el cursor en la pantalla, posee en su extremo superior un pulsador para efectuar los clicks

Mouse por pulsadores

Figura 3. Mouse por pulsadores.



Fuente: CTI Periféricos multimedia.

El Mouse por pulsadores, funciona ubicando los cuatro botones en forma de cruz, permitiendo que el usuario “pulse” en la dirección que quiera realizar el movimiento, posee dos botones mas, uno para efectuar los clicks y otro para el bloqueo.

Ratón de bola o TrackBall.

Figura 4. Ratón de bola o TrackBall.

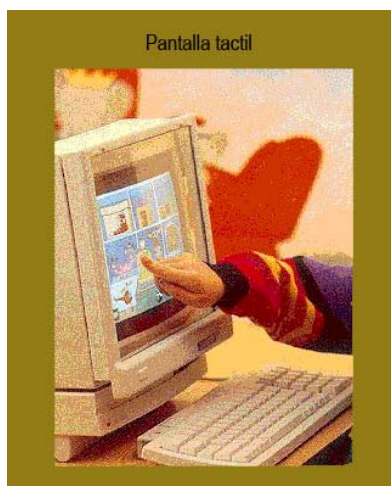


Fuente: Wikipedia/mouse

Existen variaciones en cuanto al tamaño de la bola del ratón, que esta situada en la parte superior, son ratones estáticos y se puede mover la bola con un solo dedo, esta característica los hace recomendables para usuarios que tienen buena precisión y resolución pero apenas amplitud de movimiento. También es posible con los medios adecuados utilizar el ratón con la barbilla o cualquier otra extremidad.

Pantalla táctil

Figura 5. Pantalla táctil.



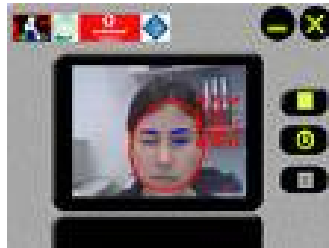
Fuente: <http://acceso.uv.es/>

Las pantallas táctiles vienen preparadas para emular la función del ratón. De esta forma no se necesitarán programas o configuraciones especiales, sino que cualquier entorno o programa donde funcione el ratón convencional será también accesible desde la pantalla táctil. La pantalla táctil puede venir incorporada en el monitor o ser independiente. El

usuario toca o arrastra su dedo sobre la pantalla táctil para mover el puntero del ratón. El clic se realiza al dar un golpe suave sobre la pantalla táctil. El doble clic se lleva a cabo con dos golpes y el arrastre ejerciendo mayor presión y deslizando a la vez el dedo.

Ratón facial

Figura 6. Ratón Facial.



Fuente: www.taringa.net

Ratón facial es un software que reproduce las funciones de un ratón convencional. El ratón facial permite desplazar el puntero por la pantalla tomando el movimiento de la cara del usuario a través de una cámara, el clic se genera automáticamente al parar el puntero sobre el punto deseado o también emitiendo un sonido. Como en el resto de ratones controlados con los movimientos de cabeza, es necesario tener un control de los mismos, tanto para mover, como en los momentos en que debe mantenerse quieto. Es de resaltar que en este modelo de ratón, el usuario no debe portar ningún tipo de equipo, simplemente debe colocarse frente al ordenador de forma que la webcam capte su cara. Opcionalmente para hacer el clic mediante sonido, un micrófono estándar y tarjeta de sonido de 16 bits.

Ratón Virtual

Figura 7. Ratón virtual.



Fuente: Colegio Público EE Alborada, Zaragoza España.

Es un programa informático que una vez instalado en la computadora presenta la configuración mostrada en la figura, el cursor empieza a moverse por si solo de abajo a arriba ininterrumpidamente hasta que el usuario selecciona una de las direcciones mostradas en los iconos, esta selección se efectúa por el pulso de una tecla seleccionada previamente por el usuario, también es posible graduar la velocidad de movimiento del cursor.

Mouse controlado por los ojos

Figura 8. Mouse que se maneja con los ojos.

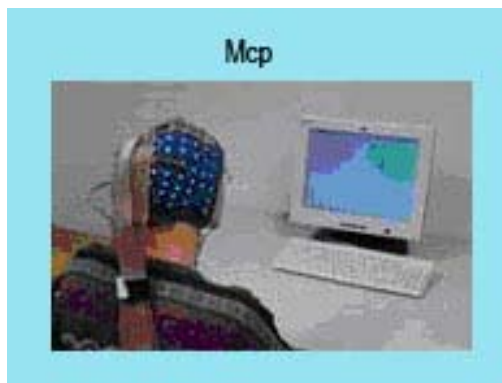


Fuente: Wikipedia/mouse

Este Mouse funciona de manera tal que por medio de sensores capaces de registrar el movimiento del ojo (no se especifica claramente que parte del ojo) se puede controlar la ubicación del cursor sobre la pantalla, para ello se utiliza el sistema de seguimiento del movimiento del ojo quick glance, este equipo sustituye al ratón en las aplicaciones para windows, permitiendo al usuario colocar el puntero en cualquier lugar de la pantalla simplemente mirando a ese punto. Se realiza la pulsación de los botones del ratón parpadeando lentamente o bien manteniendo el puntero en el lugar deseado durante un tiempo determinado.

Mouse controlado por el pensamiento

Figura 9. Mouse controlado por el pensamiento.



Fuente: Wikipedia/mouse

Científicos de la Universidad y del Departamento de Salud de Nueva York han desarrollado una técnica que permite a personas sin movilidad mover el cursor del ordenador con sólo pensarlo, al transformar sus ondas cerebrales captadas por encefalograma en órdenes computerizadas, según publica la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*.¹⁸

El sistema consiste en una interfaz computerizada del cerebro no invasiva que permite a una persona mover el cursor en la pantalla del ordenador simplemente pensándolo. Este programa traslada las señales eléctricas del cerebro a salidas físicas, lo que puede ayudar a personas paralizadas.

Hasta el momento, los investigadores asumían que los movimientos complejos sólo podían controlarse a través de métodos invasivos como la implantación de electrodos en el cerebro quirúrgicamente. Sin embargo, este estudio demuestra que los humanos pueden controlar movimientos en dos dimensiones con un método no invasivo que analiza la actividad electroencefalográfica (EEG), esto es las ondas cerebrales, registradas a través del cuero cabelludo.

2.4 RECOPIACION DE DATOS ANTROPOMETRICOS¹⁹

Para el estudio se tomará como marco de referencia el manejo de computadora en oficinas, ubicando la computadora sobre un escritorio y el uso de una silla común sin aditamentos especiales.

Las medidas principales para nuestro estudio son las relacionadas con el alcance máximo que pueda tener la extremidad superior para acercarse al objeto de trabajo, como nuestros usuarios son amputados, las medidas que no están explícitas se obtendrán a partir de las relaciones entre las obtenidas por las fuentes, por ejemplo para obtener la medida del antebrazo se tomara la longitud codo dedo menos longitud mano.

2.5 DEFINICION DE ASPECTOS ERGONOMICOS

2.5.1 ANÁLISIS ANATÓMICO²⁰

¹⁸ Pagina oficial www.pnas.org. Citada el 10/02/2008

¹⁹ Ver anexo G. Pág. 119 “Datos antropométricos.”

²⁰ Ver anexo H. Pág. 122 “Anatomía del brazo.”

El cuerpo humano dependiendo del movimiento que esté desarrollando, adopta posturas que mantiene a los sistemas muscular y esquelético en posiciones adecuadas para un óptimo accionar, estas posturas son tomadas por el cuerpo de manera natural e inconscientemente son realizadas. Cuando el hombre interactúa con un objeto, muchas veces adopta posturas y movimientos no adecuados con el fin de poder manipular dicho objeto, estas posturas en el tiempo traen como consecuencias lesiones al organismo, de allí la importancia de conocer la composición y funcionamiento de nuestros sistemas para comprender el funcionamiento y aplicarlo al diseño del periférico.

Dentro de los aspectos que se tendrán en cuenta, resaltamos la importancia para una capacidad motriz ventajosa, entre los amputados a la altura del codo y los amputados a la altura de la muñeca, la capacidad de éstos últimos de realizar pronación y supinación del antebrazo, al conservar gran parte o la totalidad de los músculos supinador y pronador, así como la conservación de los huesos del antebrazo, el cúbito y radio. Señalamos también que en ciertos casos y dependiendo de la longitud de la amputación, la flexión de la muñeca se puede desarrollar por que se conservan los músculos flexores palmares (mayor y menor) y el flexor común de los dedos.

2.5.2 ANALISIS BIOMECANICO²¹

La posibilidad de realizar un movimiento en una extremidad del cuerpo depende de la combinación de muchos factores, los cuales a su vez tienen sus propias características para poderse producir, algunos pueden analizarse visualmente y otros dependen de un análisis más complejo (como sería el estudio del sistema nervioso). Para comenzar este análisis primero definiremos la posición anatómica que debe tener el cuerpo y los movimientos que debe realizar, luego analizaremos los segmentos del cuerpo en dichas posiciones respecto de una posición neutra y posteriormente se estudiarán las causas y estructuras que participan en movimientos correctos e incorrectos.

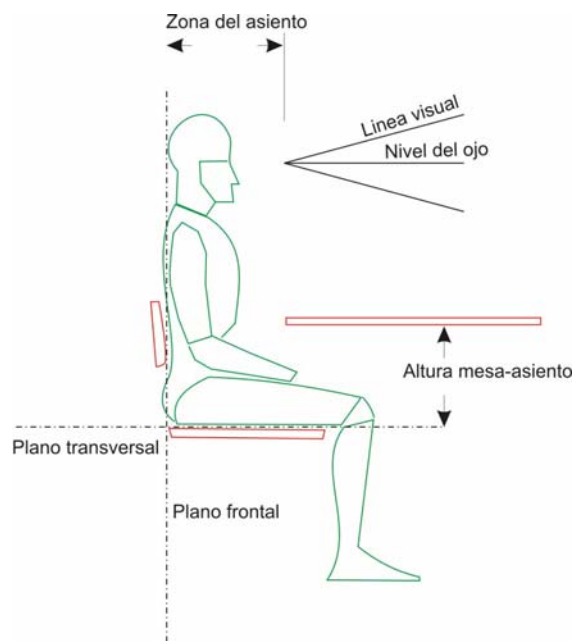
DESCRIPCION DEL MOVIMIENTO²²

Para describir el movimiento, primero definiremos la posición neutra como la posición sedente con la espalda recta y brazos alineados con el plano frontal (fig. 1). La posición dos denominada de manejo, con la espalda recta y la extremidad extendida en posición de alcance (fig. 2) y la posición tres o de alcance con el tronco inclinado hacia delante, la cabeza por delante de este y el brazo extendido en posición de alcance. (Fig. 3)

²¹ Ver anexo I. Pág. 128 “Biomecánica del brazo.”

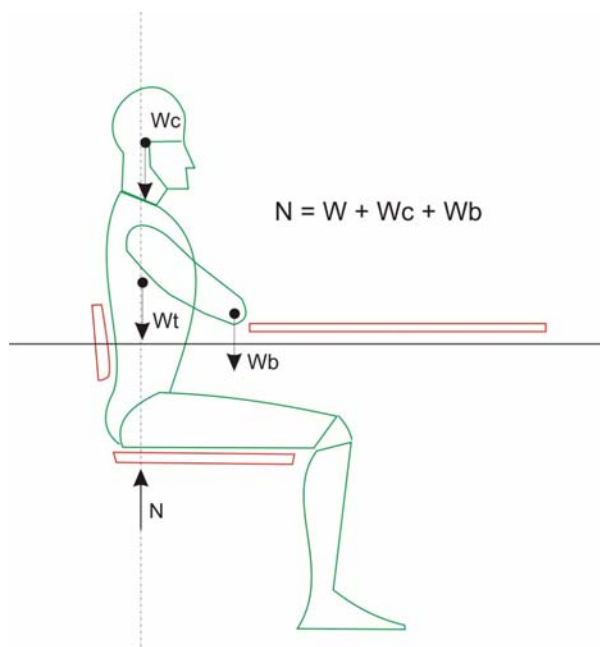
²² Fuente. los autores

Figura 10.
Diagrama de
posición neutra.



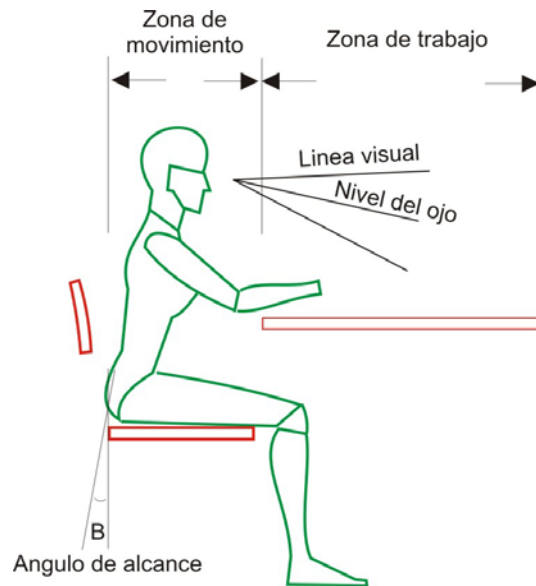
Fuente: Los Autores

Figura 11. Diagrama de posición de manejo.



Fuente: Los Autores

Figura 12. Diagrama de posición de alcance.

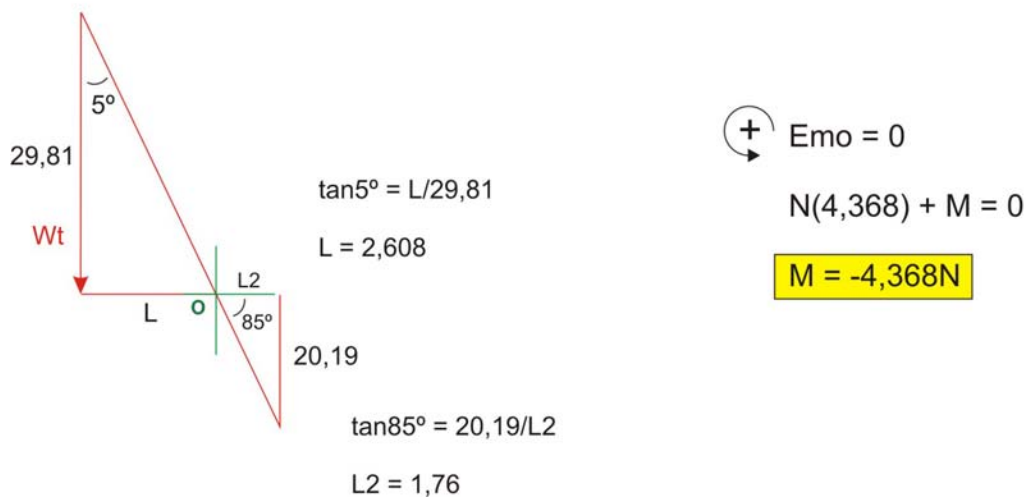
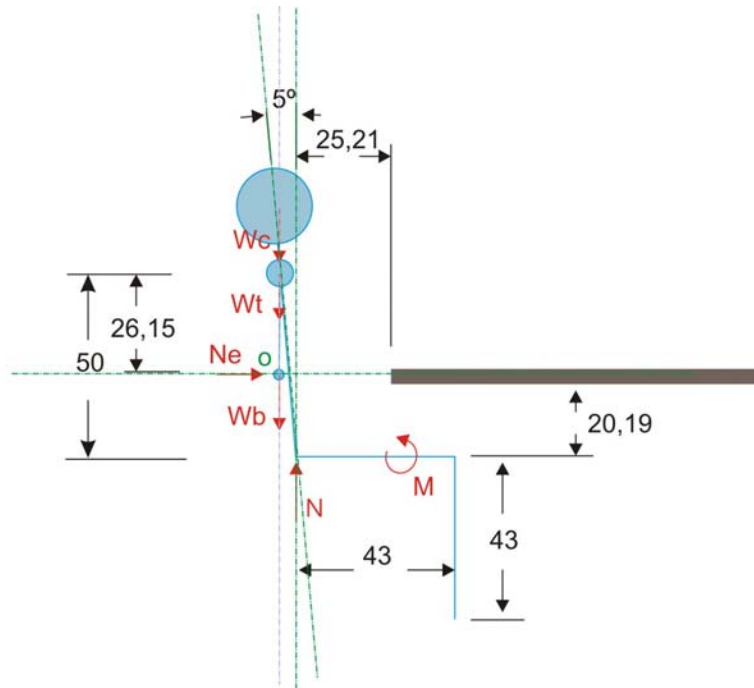


Fuente: Los Autores

ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN POSICIÓN SEDENTE PARA EL CONTROL DEL MOUSE

1ª Posición: neutra

Figura 13. Distribución de Fuerzas

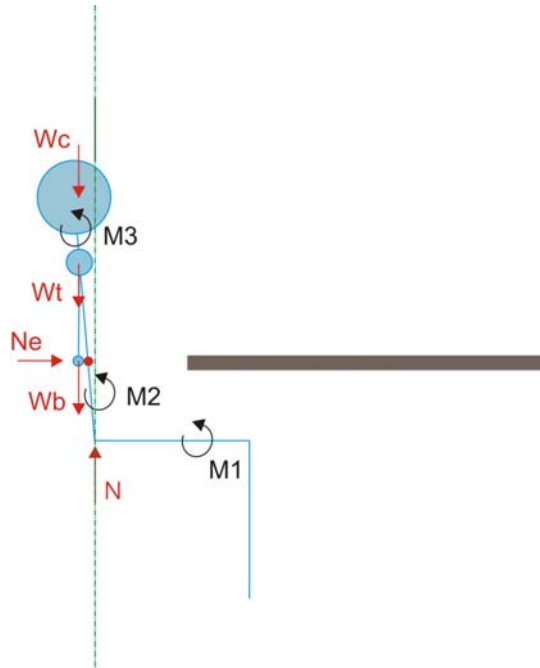


Fuente: Los Autores

El peso general del cuerpo también puede ubicarse en el centro de gravedad, que estaría ubicado a 2,5 cm. delante del ombligo para esta posición, pero por comodidad en el análisis, las distribuimos como pesos de segmentos corporales tomadas en una misma línea de acción. La posición sedente con una inclinación de 5° en el espaldar, es la tomada como posición neutral.

M puede traducirse como los esfuerzos en el cuello, columna (zona lumbar) y piernas, ya que por sumatoria de momentos M puede describirse como $M1 + M2 + M3$ y puede ser ubicado en cualquier lugar de su línea de acción

Figura 14. Distribución de momentos.

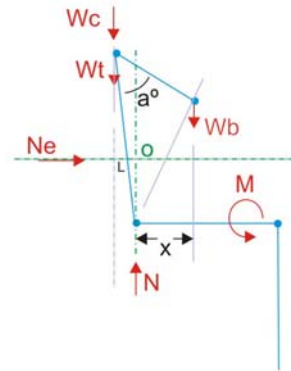
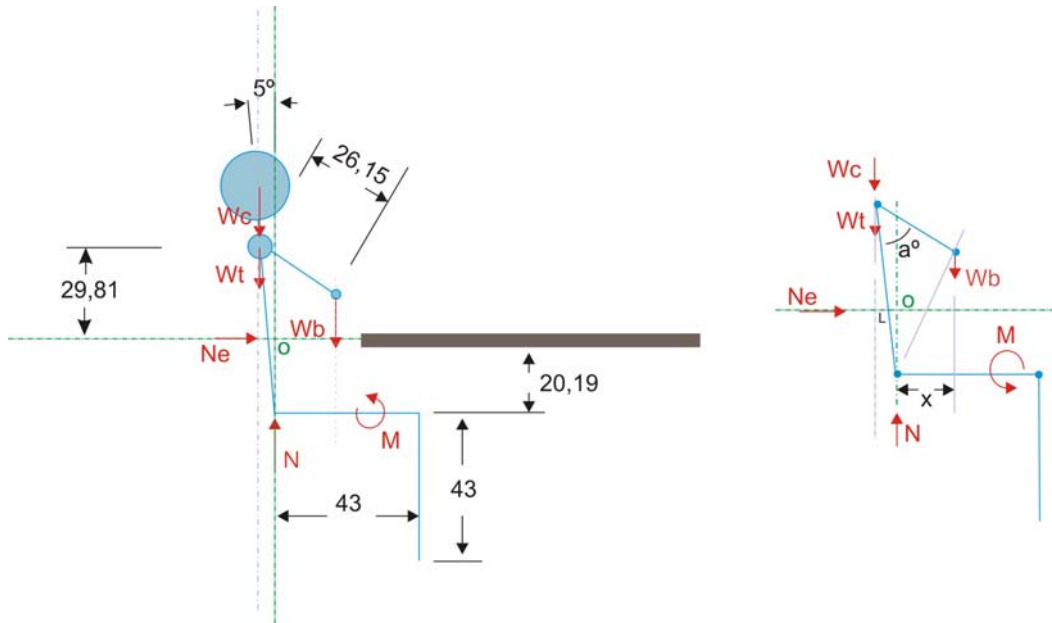


Fuente: Los Autores

W_c estaría adelantada respecto de las demás W , sin embargo los músculos del cuello lo alinean respecto del eje, si no fuese así generaría esfuerzos o estaría el cuerpo propenso al movimiento

2ª posición: de manejo, análisis de fuerzas

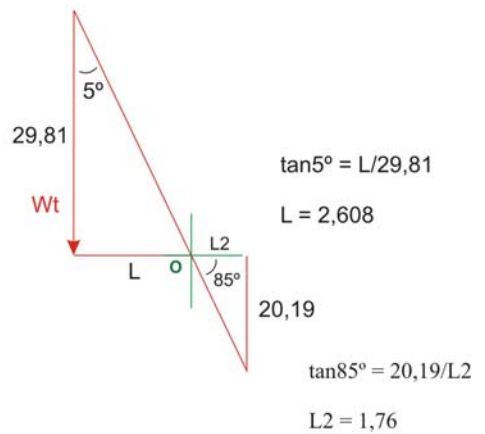
Figura 15. Análisis de fuerzas



$$\begin{aligned} \oplus \text{EMo} &= 0 \\ Wt(L+L2) + Wc(L+L2) - Wb(x) + M &= 0 \\ Wt(4,368) + Wc(4,368) - Wb(x) + M &= 0 \\ M = Wbx - 4,368Wt - 4,368Wc & \\ & \underbrace{\hspace{10em}}_{Wk} \end{aligned}$$

M = kW

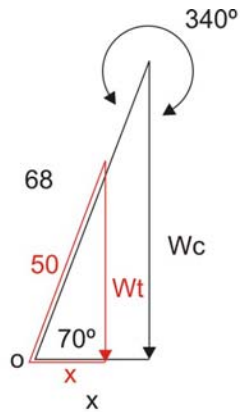
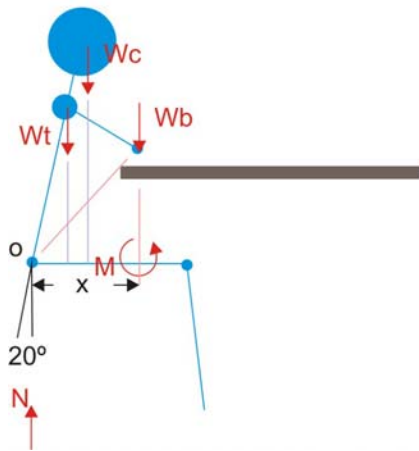
siendo W el peso general del cuerpo
y K una constante positiva en funcion del
angulo α°



Fuente: Los Autores

3ª Posición: de alcance. Análisis de fuerzas

Figura 16. Posición de alcance

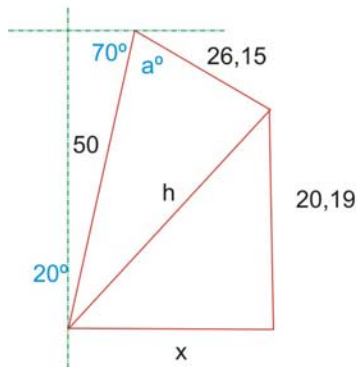


$$\cos 70^\circ = \frac{x}{50}$$

$$x = 17,1$$

$$\cos 70^\circ = \frac{x}{68}$$

$$x = 23,25$$



$$h^2 = 50^2 + 26,15^2 - 2(50)(26,15)\cos a^\circ$$

$$h^2 = 3183,82 - 2615\cos a^\circ$$

$$h^2 = x^2 + 20,19^2$$

$$x^2 = h^2 - 407,63$$

$$x^2 = 3183,82 - 2615\cos a^\circ - 407,63$$

$$x^2 = 2776,19 - 2615\cos a^\circ$$

$$x = (2776,19 - 2615\cos a^\circ)^{1/2}$$

$$\oplus \text{EMo} = 0$$

$$-W_t(17,1) - W_c(23,25) - W_b(x) + M = 0$$

$$M = 17,01W_t + 23,25W_c + W_bX$$



$$M = Wp$$

tenemos:

para la posicion 1: $M = -4,368N$

para la posicon 2: $M = Wbx - 4,368W_t - 4,368W_c$

para la posicion 3: $M = Wbx + 17,01W_t + 23,25W_c$

ó escrito de otra manera:

para la posicion 1 $M = -4,368N$

para la posicion 2 $M = kW$

para la posicion 3 $M = pW$

$$x = (2776,19 - 2615\cos a^\circ)^{1/2}$$

Siendo:

W: peso del cuerpo

k y p : constantes en funcion de la distancia x

x: distancia a la que se aplica el peso del brazo, depende del angulo a°

a° : indica el grado de amplitud que debe efectuar la extremidad para alcanzar el objeto

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES²³

1. Como p es mayor que k , para cualquier W (peso) los esfuerzos M siempre serán mayores para la ecuación 3
2. el signo negativo de la ecuación uno, no quiere decir que no se produzcan esfuerzos, sino que estos se producen a la izquierda del eje de referencia.
3. El momento de una fuerza con respecto a un punto da a conocer en qué medida existe capacidad en una fuerza o desequilibrio de fuerzas para causar la rotación del cuerpo con respecto a éste²⁴, en este trabajo, el momento significa la cantidad de esfuerzo que necesitan realizar los músculos y demás sistemas corporales para mantener estabilidad y control.
4. en términos generales podemos decir que la posición 3 presenta mayores esfuerzos.

COMPARACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS BIOMECANICOS CON EL ANALISIS DE LO EXISTENTE

1. *El Mouse de barra adaptado*: requiere una posición del tipo 3 para controlarlo o que el medio incluya una adaptación para traerlo al cuerpo, lo que permitiría un control en la segunda posición, sin embargo tomaremos la tres por lo que el dispositivo no incluye este tipo de medios técnicos. Esta posición como se muestra efectúa movimientos con la posición adelantada de la cabeza respecto del tronco, con lo cual aumentan los esfuerzos en la zona lumbar, a demás, el mantener la extremidad (cualquiera que fuese) en posición de control implica un esfuerzo constante, lo cual al cabo de un corto periodo de trabajo con el sería molesto.

DESVENTAJAS

1. Para su manipulación necesita un esfuerzo considerable por que no cuenta con un medio técnico que facilite el alcance por parte del discapacitado.
2. es un periférico de escritorio el cual presenta deficiencias de aspecto ergonómico en cuanto al diseño del puesto de trabajo
3. Su tamaño es muy grande para la función que cumple de emular el ratón convencional

VENTAJAS

1. Su fabricación es simple y económica ya que se basa en los mismos principios de los Mouse convencionales

²³ Estudio hecho por los autores y revisado por el Ing. Mecánico UIS, Juan Carlos Clavijo Cartagena, Asesor proyecto de grado.

²⁴ Wikipedia “momento de fuerza” citado el 22/02/2008

2. ***El Mouse por pulsadores:*** al igual que el anterior implica las mismas condiciones de uso y de esfuerzos.

DESVENTAJAS

1. Igual que el anterior para su manipulación se necesita un esfuerzo considerable por que no cuenta con un medio técnico que facilite el alcance por parte del discapacitado.
2. Presenta deficiencias ergonómicas por no contar con una adaptación para el usuario
3. su tamaño dificulta su ubicación en el puesto de trabajo.

VENTAJAS

1. Su fabricación es simple y económica ya que se basa en los mismos principios de los Mouse convencionales
2. Su lenguaje de uso es claro por lo que representa las flechas de lo planos de referencia (x,y)
3. ***La pantalla táctil:*** es una pantalla que funciona mediante un contacto directo sobre su superficie permitiendo la entrada de datos y ordenes al dispositivo, a su vez actúa como periférico de salida mostrando los resultados obtenidos previamente. normalmente se coloca sobre la pantalla del computador. Para poder usar una dispositivo de este tipo por un discapacitado, la pantalla debe estar ubicada de tal manera que el pueda tocarla, a demás de la configuración especial del software que muestre los iconos a un tamaño adecuado para su control. Un dispositivo de este tipo implicaría una posición mínima del tercer tipo.

DESVENTAJAS

1. La ubicación respecto al usuario no permite que este lo maneje cómodamente, debido a la distancia que esta se encuentra
2. respecto a los anteriores su costo es elevado y su fabricación complicada.
3. necesita un software específico para poder ser manipulado por un discapacitado porque normalmente el tamaño de los iconos es muy pequeño para ser manipulado por un muñón.

VENTAJAS

1. Rápida respuesta a las acciones ejecutadas por el usuario
2. ocupa poco espacio por estar ubicada sobre la pantalla de la computadora

4. ***.El ratón de bola:*** es el mas común para un tipo de aplicación como esta, usado por una persona sin ninguna limitación o dependiendo de su tamaño por discapacitados, es un poco mas fácil de manejar que los ratones por pulsos o los de barra adaptada, aunque presenta los mismos inconvenientes de adaptación del medio para manejarlo respecto de la posición 2 o normalmente en posición

DESVENTAJAS

1. Su manipulación necesita la adecuación del medio para poder acceder a este por parte de un discapacitado
2. presenta dificultad para realizar algunos comandos como señalar con el click sostenido
3. Para un discapacitado el diámetro de la bola o esfera de control haría del Mouse un objeto sobredimensionado.

VENTAJAS

1. Su fabricación es de bajo costo
 2. Es un Mouse similar a los usados convencionalmente lo que permite reconocer sus comandos rápidamente.
-
5. ***Ratón facial:*** como ha sido diseñado específicamente para el uso de una persona con limitación física, se maneja a partir de la posición 1, lo cual requiere un mínimo de esfuerzos a nivel de las extremidades, sin embargo por funcionar con los movimientos de la cabeza, estos esfuerzos se trasladan al cuello o músculos faciales (dependiendo del software) por lo que se hace complicado su uso por largos periodos de tiempo.

DESVENTAJAS

1. Requiere de un software especial para poderlo implementar
2. Por la forma de funcionamiento produce fatiga en un corto periodo de tiempo por utilizar los músculos del cuello
3. alto costo ya que combina distintos dispositivos de reconocimiento

VENTAJAS

1. no necesita de un medio técnico para manipularse
 2. pueden conseguirse los dispositivos necesarios para su funcionamiento sin ninguna dificultad
-
6. ***Ratón controlado por los ojos:*** al parecer es el futuro de los controladores para computadora, es altamente sofisticado por lo que cualquier persona podría utilizarlo,

sus únicos defectos son quizás el precio y que aun hoy es una tecnología que no se ha podido masificar.

DESVENTAJAS

1. Precio
2. Puede causar fatiga visual en largos periodos de tiempo

VENTAJAS

1. Es la tecnología que se busca implementar para este tipo de periféricos
2. no necesita medio técnico
3. amplia su respuesta a las necesidades de diferentes tipos de discapacidad

7. *Ratón controlado por el pensamiento:* es una tecnología apenas en desarrollo basada en el control de las ondas cerebrales y transformándolas en señales computarizadas, no es mucha la información que se consigue al respecto, por que solo lo citaremos aquí.

CONCLUSIONES DEL ANALISIS COMPARATIVO

Los dispositivos que son económicos y de fácil adquisición carecen del correspondiente medio técnico que permita su manejo

Los dispositivos más adecuados para los discapacitados pueden presentar problemas de fatiga, aunque la solución que proponen tiene un alto desarrollo respecto de los anteriores

Este análisis demuestra que los respectivos avances tecnológicos tienden a la desmaterialización del objeto por el cambio de interfaz hacia una con menos implicación de movimientos físicos.

Por medio del análisis biomecánico demostramos que el camino adecuado hacia la solución de este tipo de problemas es aquella que tiende hacia el manejo de periféricos en la posición neutra analizada y que además no tenga necesidad de la adecuación del medio técnico para su manipulación

2.5.3 ANALISIS DE MATERIALES²⁵

Normalmente las carcasas del Mouse y de los diferentes emuladores están fabricadas en polímeros como el polietileno o polipropileno de alta densidad, a través del proceso de

²⁵ Ver anexo J. Pág. 131 Análisis de materiales.

inyección, en su interior contiene el circuito impreso en baquelita con los diferentes componentes electrónicos. En la industria local se puede acceder a este tipo de polímeros gracias a su relativamente bajo costo, sin embargo la intención como diseñadores conscientes de la problemática causada por los polímeros, es el poder utilizar en el proyecto materiales biodegradables o reciclables que son para el caso de nuestra industria de costosa adquisición, lo cual queda planteado para las futuras recomendaciones y mejoras del proyecto.

Conclusión

Los polímeros mencionados anteriormente son los más usados en la industria regional,²⁶ principalmente el polietileno y el polipropileno ya que estos son los más económicos de producir, las empresas trabajan regularmente por dos métodos de fabricación, siendo posible encontrar en Bucaramanga las cuatro formas de moldeo mencionados anteriormente. En todos los polímeros mencionados encontramos características que los hacen posibles soluciones como material para realizar el modelo funcional, es un común denominador que sean de fácil obtención en el mercado local, pero al contrario del acrílico, los procesos de fabricación pueden considerarse más difíciles y costosos ya que a baja escala requerirían de una alta inversión de capital, al necesitar moldes o matrices para obtener las formas deseadas, encareciendo el modelo, por ende para llegar a una solución satisfactoria se debería seleccionar el material que permita un moldeo a bajo coste por medio del termoformado.

2.5.4 ANALISIS DE FUNCION

RATÓN DE BARRA ADAPTADO, POR PULSOS Y DE BOLA²⁷

Los tres funcionan bajo el mismo principio, el ratón optomecánico o *Mouse* optomecánico, es el tipo de ratón en el que el movimiento se traduce en señales de dirección a través de una combinación de medios ópticos y mecánicos. La porción óptica incluye pares de diodos emisores de luz (LEDs, acrónimo de *Light-Emitting Diodes*) y sensores de búsqueda. La parte mecánica consiste en unas ruedas rotatorias dotadas de muescas, similares a las de los más tradicionales dispositivos mecánicos. Al mover el *mouse*, las ruedas giran y la luz de los LEDs pasa a través de las muescas activando un sensor de luz o queda bloqueada por los componentes sólidos de las ruedas. Los pares de sensores detectan estos cambios de luz y los interpretan como indicaciones de movimiento. Dado que los sensores están ligeramente desfasados entre sí, la dirección del movimiento se determina averiguando qué sensor ha sido el primero en volver a obtener el contacto luminoso.

²⁶ En Bucaramanga se encuentran empresas como CARLIXPLAST, POLIFLEX, UNIPLAS, ECOPLAST, entre otras, que trabajan con polipropileno y polietileno

²⁷ Microsoft Encarta 2006 citado el 02/02/2008

MOUSE OPTICO

Es una variante que carece de la bola de goma, que evitando el frecuente problema de la acumulación de suciedad en el eje de transmisión, y por sus características ópticas es menos propenso a sufrir un inconveniente similar. Se considera uno de los más modernos y prácticos actualmente. Puede ofrecer un límite de 800 ppp, como cantidad de puntos distintos que puede reconocer en 2,54 centímetros (una pulgada), a menor cifra peor actuará el sensor de movimientos. Su funcionamiento se basa en un sensor óptico que fotografía la superficie sobre la que se encuentra y detectando las variaciones entre sucesivas fotografías, se determina si el ratón ha cambiado su posición. En superficies pulidas o sobre determinados materiales, el ratón óptico causa movimiento nervioso sobre la pantalla, por eso se hace necesario el uso de una alfombrilla.

TOUCHPAD O TRACKPAD²⁸

La tecnología táctil de los touchpads apareció igualmente en el 2002 en los reproductores de MP3 portátiles de Apple, los Ipods de segunda generación, pero en forma circular.

El touchpad está formado por una rejilla de dos capas de tiras de electrodos una vertical y otra horizontal, separadas por un aislante y conectadas a un sofisticado circuito. El circuito se encarga de medir la capacidad mutua entre cada electrodo vertical y cada electrodo horizontal. Un dedo situado cerca de la intersección de dos electrodos modifica la capacidad mutua entre ellos al modificarse las propiedades dieléctricas de su entorno. El dedo tiene unas propiedades dieléctricas muy diferentes a las del aire.

La posición del dedo se calcula con precisión basándose en las variaciones de la capacidad mutua en varios puntos hasta determinar el centroide de la superficie de contacto. La resolución de este sistema es impresionante, hasta 1/40 mm. Además se puede medir también la presión que se hace con el dedo. No se pueden usar lápices u otros materiales no conductores como punteros. Es muy resistente al entorno, soporta perfectamente polvo, humedad, electricidad estática, etc. Además es ligero, fino y puede ser flexible o transparente.

PANTALLAS TACTILES²⁹

Existen diferentes tecnologías para el desarrollo de pantallas táctiles, entre las más comunes tenemos:

²⁸ www.wikipedia.org citado el 8/03/2008

²⁹ Ibid. Wikipedia.

Resistivas

Una pantalla táctil resistiva esta formada por varias capas. Las más importantes son dos finas capas de material conductor entre las cuales hay una pequeña separación. Cuando algún objeto toca la superficie de la capa exterior, las dos capas conductoras entran en contacto en un punto concreto. De esta forma se produce un cambio en la corriente eléctrica que permite a un controlador calcular la posición del punto en el que se ha tocado la pantalla midiendo la resistencia. Algunas pantallas pueden medir, aparte de las coordenadas del contacto, la presión que se ha ejercido sobre la misma.

Las pantallas táctiles resistivas son por norma general más asequibles pero tienen una pérdida de aproximadamente el 25% del brillo debido a las múltiples capas necesarias. Otro inconveniente que tienen es que pueden ser dañadas por objetos afilados. Por el contrario no se ven afectadas por elementos externos como polvo y agua, razón por la que son el tipo de pantallas táctiles más usado en la actualidad

De onda acústica superficial

La tecnología de onda acústica superficial (denotada a menudo por las siglas SAW, del inglés *Surface Acoustic Wave*) utiliza ondas de ultrasonidos que se transmiten sobre la pantalla táctil. Cuando la pantalla es tocada, una parte de la onda es absorbida. Este cambio en las ondas de ultrasonidos permite registrar la posición en la que se ha tocado la pantalla y enviarla al controlador para que pueda procesarla.

El funcionamiento de estas pantallas puede verse afectado por elementos externos. La presencia de contaminantes sobre la superficie también puede interferir con el funcionamiento de la pantalla táctil.

Capacitivas

Una pantalla táctil capacitiva esta cubierta con un material, habitualmente óxido de indio y estaño que conduce una corriente eléctrica continua a través del sensor. El sensor por tanto muestra un campo de electrones controlado con precisión tanto en el eje vertical como en el horizontal, es decir, adquiere capacitancia. El cuerpo humano también se puede considerar un dispositivo eléctrico en cuyo interior hay electrones, por lo que también dispone de capacitancia. Cuando el campo de capacitancia normal del sensor (su estado de referencia) es alterado por otro campo de capacitancia, como puede ser el dedo de una persona, los circuitos electrónicos situados en cada esquina de la pantalla miden la 'distorsión' resultante en la onda senoidal característica del campo de referencia y envía la información acerca de este evento al controlador para su procesamiento matemático. Los sensores capacitivos deben ser tocados con un dispositivo conductivo en contacto directo con la mano o con un dedo, al contrario que las pantallas resistivas o de onda superficial en las que se puede utilizar cualquier objeto. Las pantallas táctiles capacitivas no se ven afectadas por

elementos externos y tienen una alta claridad, pero su complejo procesamiento de la señal hace que su coste sea elevado.

Infrarrojos

Las pantallas táctiles por infrarrojos consisten en una matriz de sensores y emisores infrarrojos horizontales y verticales. En cada eje los receptores están en el lado opuesto a los emisores de forma que al tocar con un objeto la pantalla se interrumpe un haz infrarrojo vertical y otro horizontal, permitiendo de esta forma localizar la posición exacta en que se realizó el contacto. Este tipo de pantallas son muy resistentes por lo que son utilizadas en muchas de las aplicaciones militares que exigen una pantalla táctil.

Imagen óptica

Es un desarrollo relativamente moderno en la tecnología de pantallas táctiles, dos o más sensores son situados alrededor de la pantalla, habitualmente en las esquinas. Emisores de infrarrojos son situados en el campo de vista de la cámara en los otros lados de la pantalla. Un toque en la pantalla muestra una sombra de forma que cada par de cámaras puede triangulizar para localizar el punto de contacto. Esta tecnología está ganando popularidad debido a su escalabilidad, versatilidad y accesibilidad, especialmente para pantallas de gran tamaño.

Reconocimiento de pulso eléctrico

Introducida en el año 2006, estos sistemas utilizan cuatro transductores piezoeléctricos situados en cada lado de la pantalla para convertir la energía mecánica del contacto en una señal electrónica. Esta señal es posteriormente convertida en una onda de sonido, la cual es comparada con el perfil de sonido preexistente para cada posición en la pantalla. Este sistema tiene la ventaja de que no necesita ninguna malla de cables sobre la pantalla y que la pantalla táctil es de hecho de cristal, proporcionando la óptica y la durabilidad del cristal con el que está fabricada. También presenta las ventajas de funcionar con arañazos y polvo sobre la pantalla, de tener unos altos niveles de precisión y de que no necesita ningún objeto especial para su utilización.

MAUSE CONTROLADO POR LOS OJOS

El dispositivo funciona detectando una señal que se genera adentro del ojo, una señal que es biológica con características eléctricas. Cuando una persona mueve el ojo, la señal varía, entonces el dispositivo por medio de electrodos externos que van apoyados en la piel, detecta esta variación. Esto se llama una señal electroculográficas.

COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Los componentes electrónicos son los diferentes dispositivos necesarios para el funcionamiento de un circuito electrónico, normalmente se encuentran en todo circuito y a nivel general podríamos mencionar las resistencias, capacitores, condensadores, diodos, relés, transistores, chips entre otros, todos ellos prefabricados específicamente de acuerdo a las necesidades del circuito, se consiguen en el mercado nacional o de acuerdo a su complejidad importados, con excepción del microchip puede decirse que son económicos.

2.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Los resultados arrojados por el estudio antropométrico y ergonómico nos muestran una serie de medidas corporales, movimientos y sistemas tecnológicos recomendados para que a partir de ellos puedan estar basadas las alternativas del proyecto, lo cual constituye la siguiente fase del proyecto.

A nivel antropométrico, señalamos por ejemplo que la medida alcance punta dedo es necesario tomar el percentil 5, como representación del menor tamaño de uso, lo cual es el equivale para nuestro caso a la medida de un niño de 11 años, el percentil 95 para la medida Anchura codo-codo como representación de una persona adulta de máxima contextura, con el fin de mantenernos en el contexto de estos dos puntos extremos.

Por otro lado a nivel ergonómico, notamos la gran importancia que tiene el cambio en la concepción del manejo de un dispositivo a nivel de la mano (como es el control de los Mouse convencionales) con movimientos de motricidad fina a un movimiento de motricidad gruesa, que equivaldría para un amputado, ya que los movimientos para este son amplios y fuertes lo que constituye mayor esfuerzo físico y energético, a nos ser de que se permita esa conversión de motricidad a fina nuevamente que es la que normalmente requieren los periféricos de entrada de datos; esto por supuesto hablando en términos de los Mouse comunes que se encontrarían en cualquier oficina o casa, sin embargo, no sería válido al mencionar por ejemplo el Mouse controlado por la visión, ya que esto como se dijo anteriormente constituyen las soluciones más sofisticadas que se han dado al respecto en otros países y que tienen una mayor amplitud de usuarios, pero que aún no están muy al alcance en nuestra sociedad; o como se pretende en este trabajo plantear un concepto nuevo o adaptado en el control de movimientos que nos permita la detección de otra fuente o sistema corporal para el manejo de las ordenes del periférico.

Es importante señalar que diseñar un periférico de computadora para personas que han sufrido la pérdida parcial de su extremidad superior, sin incluir la utilización de dicha extremidad es transmitir un mensaje al usuario de que su brazo ya no es útil perdiendo el

sentido inicial del proyecto, sin embargo objetaremos este aspecto si la propuesta resultante nos permite abarcar más posibilidades de uso acercándonos a una solución más universal.

También reconocemos la importancia de los avances actuales en los materiales como es el caso del desarrollo de los biomateriales y de dispositivos electrónicos de dimensiones reducidas, que resultan más acertadas para los dispositivos de este tipo, sin embargo debido a los objetivos iniciales del proyecto nos propusimos utilizar materiales asequibles en la región, los resultados del estudio nos muestran que a nivel industrial no se manejan biomateriales que satisfagan los requisitos ambientales del diseño ecológico, sin embargo la selección de este se hará de acuerdo con el nivel de reciclaje que permitan y que se estén aplicando en la región.

También es importante señalar la necesidad del trabajo multidisciplinar con expertos en otras ramas, debido a la complejidad del proyecto se hace imperativo la intercomunicación principalmente con la electrónica y medicina, teniendo como base central el diseño industrial.

Bajo estas condiciones analizadas se concebirán a continuación las alternativas de diseño.

ETAPA 3. PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

3.1 ESTRUCTURACIÓN Y REQUISITOS DE USO³⁰.

3.1.1 REQUERIMIENTOS DE USO

PRACTICIDAD

1. Debe permitir el control del cursor en la pantalla por medio de los principios de funcionamiento del mouse óptico.
2. Debe permitir señalar y acceder a cualquier archivo, icono, desplazamiento por menús y demás opciones del entorno, por medio del diseño de la interfaz.
3. Debe permitir desplegar los menús emergentes a través del diseño de la interfaz.
4. Debe permitir el desplazamiento vertical de los gráficos en el entorno de la pantalla por medio del diseño de una interfaz.

ANTROPOMETRÍA

1. Debe poderse adaptar a distintos niveles de amputación, codo, antebrazo y muñeca por medio de sistemas versátiles.
2. no debe obstruir el espacio de trabajo por medio del manejo adecuado de la información antropométrica

ERGONOMÍA

1. Debe permitir su colocación con el muñón con base en un diseño centrado en el usuario.
3. Diseño basado para el funcionamiento en la posición neutra definida en el estudio biomecánico como la posición más cómoda.
4. Reducir la carga tensional producida por largos periodos de trabajo a través de la disminución de movimientos.

PERCEPCIÓN

1. Debe producir los mismos estímulos de respuesta (feedback) al oído que el ratón convencional.

³⁰ Propuesta según Bonsiepe. "Dibujo en ingeniería asistido por computador." Capítulo. 4 Problemas de dibujo en ingeniería. Pág. 294.

MANTENIMIENTO

1. Diseño de un sistema de fácil reparación por medio del uso de componentes electrónicos asequibles en el mercado local.
2. Diseño de un sistema de fácil mantenimiento por medio de la incorporación de un sistema electrónico sencillo.
3. Es necesario que ciertas piezas fundamentales del diseño sean estandarizadas para posibilitar su reemplazo en caso de avería.
4. Para una fabricación viable, debe estar fabricado en materiales de la industria local.
5. Debe permitir un ensamblado sencillo por medio de uniones simples y el menor número de componentes

SEGURIDAD

1. Seguimiento de las normas técnicas para electrodomésticos en Colombia. Norma NTC 2800.
2. Normas técnicas colombianas NTC 2088

3.1.2 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN

CONFIABILIDAD

1. El periférico debe brindar una capacidad de respuestas a las órdenes de manera inmediata por medio de sensores o dispositivos electrónicos ultrasensibles.
2. Debe mantener la misma o mejor fidelidad de los emuladores existentes.
3. El periférico debe estar a la vanguardia tecnológica a través del análisis de los principios teóricos actuales para este tipo de periféricos.

VERSATILIDAD

1. Personalización en el uso del periférico según las necesidades del usuario (adaptabilidad)
2. permitir la adaptación a cualquier tipo de mesa

RESISTENCIA

1. Debe soportar choques y esfuerzos a compresión por medio de la implementación en la fabricación con materiales poliméricos.

3.1.3 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

CARCASA

1. Proteger los componentes electrónicos por medio de la aplicación de las actuales tecnologías en plásticos.

UNIÓN

1. Según la tendencia actual del diseño para computadoras es conveniente que posea sistemas inalámbricos.

3.1.4 REQUERIMIENTOS FORMALES

ESTILO

1. Dar al producto un estilo moderno por medio del análisis de la tendencia actual de la moda en el hardware.

UNIDAD

1. Dar al producto simplicidad en la forma a través del uso del menor número de componentes.
2. Dar coherencia a la forma por medio del uso de la proporción de sus partes.

INTERÉS

1. Dar al producto un valor estético emocional, por medio del énfasis en los conceptos de diseño como contraste y ritmo.

3.1.5 REQUERIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN

ESTANDARIZACIÓN

1. Debe ser adaptable a todo tipo de ordenadores por medio de conexiones estandarizadas como los puertos USB.

3.2 PARAMETROS DE DISEÑO

1. No debe consumir cargas energéticas superiores a 12V. debido que es la usada normalmente por dispositivos electrónicos.
2. No debe pesar más de 500g.
3. No debe exceder las dimensiones aproximadas de los mouse convencionales.
4. No debe necesitar de software de instalación para permitir su compatibilidad con los diferentes sistemas operativos.
5. No debe incluir sistemas invasivos en la extremidad del amputado.
6. Incorporar el diseño de un manual de usuario para la comprensión del uso del periférico.

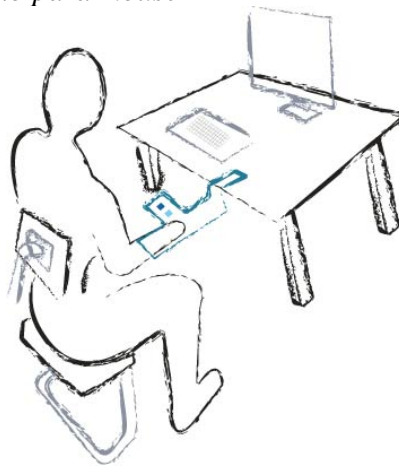
ASPECTO 2. DESARROLLO DEL PROCESO CREATIVO

ETAPA 4. PROYECCION Y DESARROLLO DEL DISEÑO

4.1 LLUVIA DE IDEAS:

1. Medio adaptado para mouse.

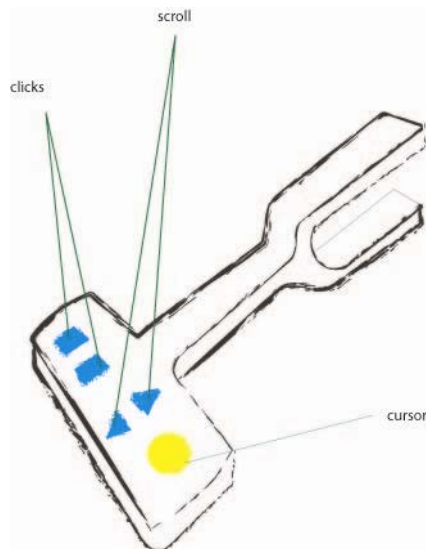
Figura 17. Medio adaptado para mouse



Fuente. Los Autores

La idea es adaptar el mouse a un medio especial para que el discapacitado pueda manejarlo con comodidad. El mouse se acercaría así a la extremidad para permitir su manejo.

Figura 18. Detalle del medio adaptado para mouse

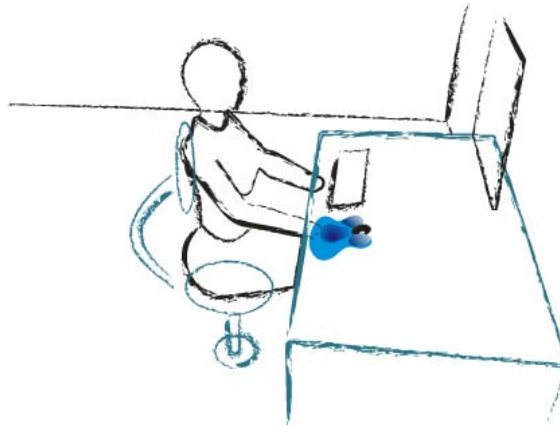


Fuente: Los Autores

2. *Mouse Over*

Consiste en adaptar un mouse convencional a la posibilidad de movimientos y contactos que puede realizar un amputado con el muñón. El periférico de esta manera, tendría una cavidad donde el amputado ubicaría el muñón y así poder mover el mouse

Figura 19. Mouse over



Fuente: Los Autores

3. *Mouse controlado por los pies “tapete”*

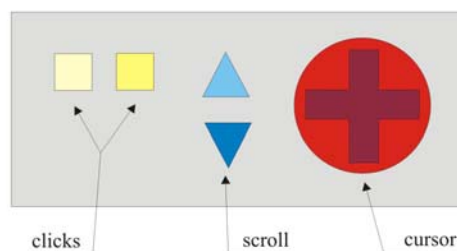
Figura 20. Mouse controlado por los pies



Fuente: Los Autores

La idea consiste en diseñar un mouse que pueda ser controlado por los pies, tanto el cursor como los clicks estarían ubicados en un tapete que se manejaría con los pies.

Figura 22. Tapete

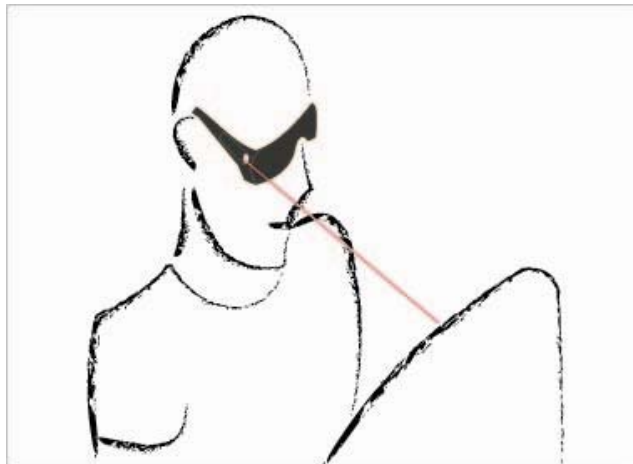


Fuente: Los Autores

4. Proyección de infrarrojo

La idea consiste en hacer que el cursor sea controlado por un rayo infrarrojo ubicado sobre unos anteojos, los clicks estarían en botones aislados a este.

Figura 22. Proyección infrarrojo.



Fuente: Los Autores

5. Ratón por sonidos

Funcionaria de manera que el control del sonido se realice por medio de fonemas reconocibles claramente por su pronunciación, por ejemplo, para subir pronunciaríamos la vocal a, para bajar la b, y así de acuerdo a las diferentes direcciones del movimiento, la velocidad del movimiento podría calcularse de acuerdo a “píxeles de sonido”

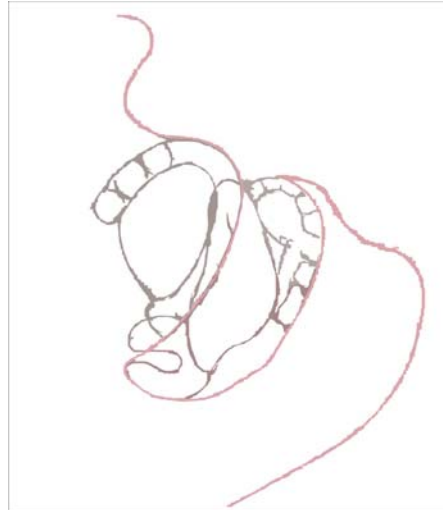
Figura 23. Ratón por sonido



Fuente: Los Autores

6. Ratón bucal

Figura 24. Ratón bucal

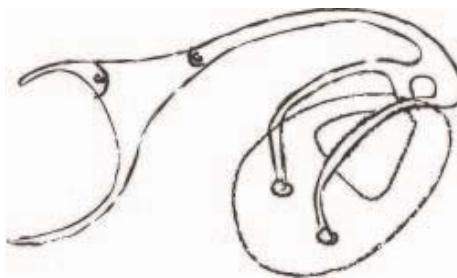


Fuente: Los Autores

La idea es diseñar un pequeño mouse que estaría ubicado dentro de un retenedor especialmente diseñado, de manera tal que el usuario pueda controlar los comandos del ratón por medio de movimientos de la lengua.

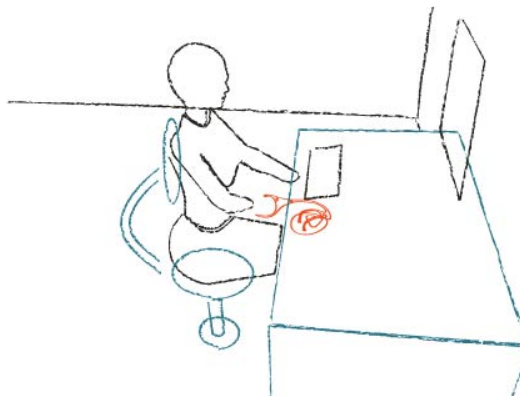
7. Ratón telescopio

Figura 25. Ratón telescopio



Esta idea consiste en el diseño de un mecanismo que permita extenderse a diferentes longitudes, ubicar el muñón en el y por medio de los movimientos que tiene la extremidad efectuar los comandos del ratón a través de él, el ratón óptico convencional estaría levemente modificado y adaptado a la nueva estructura que lo manejaría.

Figura 26. Ratón telescopio en contexto

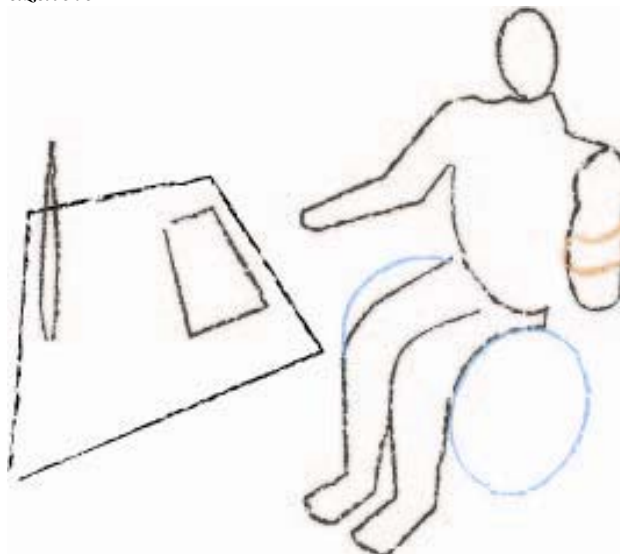


Fuente: Los Autores

8. Brazalet³¹

La idea es controlar el cursor por medio del diseño de un sensor de posición especial, ubicado sobre la extremidad, de manera que al mover el brazo, el sensor detecte este movimiento y lo convierta en movimiento del cursor en la pantalla, los clicks se realizarían por medio de contracciones del músculo.

Figura 27. Mouse Brazalet

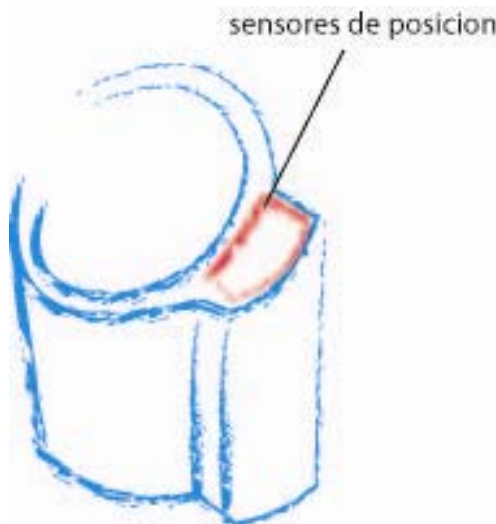


Fuente: Los Autores

Para llevar a cabo el diseño del brazalete, es necesario el diseño del dispositivo capaz de interpretar estos movimientos, para luego convertirlos en pulsos eléctricos que permitan el control del cursor, se estudiaron y llevaron a cabo tres dispositivos que se explican en detalle en el anexo K.

³¹ Ver anexo K Pág. 137. “Principio de funcionamiento del mouse brazalet”

Figura 28. Brazalete

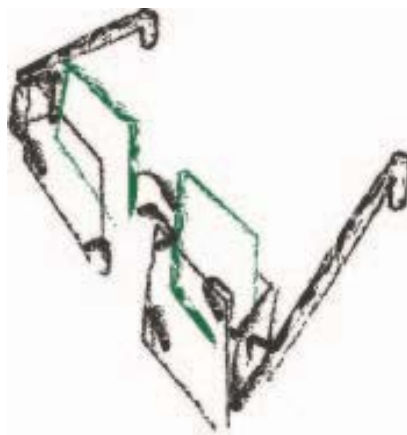


Fuente: Los Autores

9. Mouse controlado por los ojos³²

Esta idea ya ha sido diseñada y construida por otras investigaciones, inclusive en nuestra universidad por el centro de bioingeniería CIMBIOS³³ sin embargo surge como idea ya que el estudio nos permitió conocer alternativas tecnológicas que nos posibilitan pensar en una fabricación a un costo menor, a demás esta es una tecnología que aun no se consigue en el mercado.

Figura 29. Mouse controlado por los ojos



Fuente: Los Autores

³² Ver anexo L Pág. 139. "Principio de funcionamiento del mouse óptico"

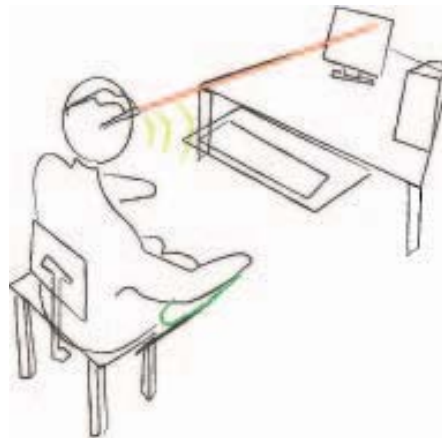
³³Ver <http://ciencias.uis.edu.co/cimbios>)

Para poder implementar un dispositivo de estas características es necesario recurrir a lo que se conoce con el nombre de algoritmo genético, primero definiremos que es un algoritmo: es una lista ordenada, definida y finita de operaciones que permiten hallar la solución a un problema, para que pueda ser considerado como tal un algoritmo debe ser determinista, tener un número finito de instrucciones y debe acabar. El concepto de algoritmo genético se origina por la inspiración en la creación de estos en la evolución biológica y su base genética molecular, los algoritmos genéticos hacen evolucionar una población someténdola a acciones aleatorias semejantes a la evolución de las especies propuesta por Charles Darwin ³⁴

10. Ratón multimedia

Consiste en un mouse que pueda manejarse de manera que cada función sea manejada de forma independiente y diferente, es decir, por ejemplo, que el cursor lo maneje con la extremidad, el click con la cabeza o con la intervención de sonido, el scroll con el pie, en otras palabras, utilizar los anteriores ratones, fusionándolos en uno solo.

Figura 30. Ratón multimedia



Fuente: Los Autores

Esta constituye la base a partir de la cual se proponen diversas alternativas, un ratón multimedia permite explorar diversas formas de comunicación con la computadora, no tomando el periférico como un elemento independiente, sino como un conjunto de medios diseñados para facilitar una misma función.

³⁴ Definición según la enciclopedia libre Wikipedia. Citado el 11/04/2008

4.2 ESTUDIO DE FORMAS, BOCETOS, ALTERNATIVAS E INTERFAZ

4.2.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS POR MEDIO DEL METODO KANO

Para la selección de de alternativas utilizaremos el modelo KANO³⁵, el cual emplea una metodología estructurada de repreguntas a usuarios para caracterizar diferentes rasgos- atributos y enterrar cualquier duda o punto malentendido cerciorándose de que la categorización de atributos se basa en la investigación del usuario, permite establecer para cada requerimiento una relación entre funcionalidad-satisfacción y así darle un valor calificable.

Paso 1. *Identificación de los rasgos*

RASGOS BASICOS

Los rasgos básicos son aquellos sin los cuales el producto no sería el mismo, es decir, si alguno de estos faltase el producto de antemano podría catalogarse como deficiente.

- Emular las funciones del ratón
- Confiabilidad/fiabilidad

RASGOS UNIDIMENSIONALES

Los rasgos unidimensionales son aquellos que están relacionados con la satisfacción del uso del producto, si estos están presentes el producto aumenta su satisfacción de uso, si no están disminuye su satisfacción.

- Conexión USB
- Manipulación
- Peso
- Tamaño
- Forma
- Precio

ATRACTIVOS

³⁵ Metodología del modelo KANO. http://www.vrc.gr:8080/npd-net/es/npd/page.html?page_id=1077

Los rasgos atractivos tienen la diferencia con los anteriores en que si estos no están presentes no producen insatisfacción en el desempeño del producto.

- Scroll
- Inalámbrico
- Material
- Baterías

Paso 2. *Elaboración del cuestionario*

La elaboración del cuestionario se lleva a cabo por medio de los rasgos clasificados anteriormente y formulándolos de manera tal que permitan al encuestado definirlos como funcionales o no funcionales, las preguntas de tipo funcional significan que el rasgo esta presente y las no funcionales que el rasgo no esta presente; el siguiente es el formato del cuestionario entregado a los usuarios.

La encuesta completa se desarrolla en el anexo M

Paso 3. *Respuestas por pregunta: ver anexo M Pág. 142*

Paso 4. *TABLAS KANO*³⁶

Tabla 1. Atributos Método KANO

REQUERIMIENTOS Del usuario		NO FUNCIONAL				
		1. Agradable	2. Debería	3. No me preocupa	4. Puedo vivir sin eso	5. Desagradable
F U N C I O N A L	1. Agradable	C	I	I	I	E
	2. Debería	R	N	N	N	A
	3. No me preocupa	R	N	N	N	A
	4. Puedo vivir sin eso	R	N	N	N	A
	5. Desagradable	R	R	R	N	N

Fuente: Metodología del modelo KANO. http://www.vrc.gr:8080/npd-net/es/npd/page.html?page_id=1077

- Atributos que **satisfacen, Indispensable (E)**: son aquellos en los que la satisfacción está relacionada de forma directamente proporcional con la funcionalidad del mismo.

³⁶ Op. Cit. P 52

- Atributos **requeridos (A)**: los que aumentan la insatisfacción si no se ofrecen, pero no contribuyen a aumentar la satisfacción por encima de un límite.
- Atributos que **deleitan, Atractivo (I)**: estos no disminuyen la satisfacción del cliente cuando no están funcionales, pero la aumentan mucho y rápidamente cuando sí se presentan.
- Atributos **neutros, Indiferente (N)**: su presencia o ausencia no contribuye a aumentar o disminuir la satisfacción.
- Atributos **cuestionables (C)**: los que producen valoraciones contradictorias.
- Atributos **invertidos, inconsistente (R)**: producen valoraciones positivas cuando no están presente y negativas cuando sí lo están.

Paso 5. Importancia relativa de cada uno de los rasgos para los usuarios.

Según la clasificación asignada por Kano y los resultados de la encuesta cada rasgo se clasifica como:

1. Posee todos los comandos convencionales: Atractivo
2. Mantiene la misma secuencia de uso: Neutro
3. Mantiene la velocidad y precisión en la respuesta a las órdenes: Indispensable
4. Cuesta lo mismo de uno convencional: Atractivo
5. Conserva la conexión USB: Neutro
6. Se adapta a su extremidad: Indispensable
7. Pesa más de 400 gramos: Inconsistente
8. Es portátil: Atractivo
9. Tiene la forma del ratón convencional: Neutro
10. Utiliza cables para la conexión: Inconsistentes
11. Tiene scroll: Neutro
12. Utiliza baterías: Neutro

Conclusiones.

Según nuestros usuarios el periférico debe tener como atributos indispensables que mantenga la velocidad de precisión y respuesta a las órdenes, junto con la posibilidad de que se adapte a la extremidad, consideran como atributos atractivos que mantenga todos los comandos convencionales, que cueste lo mismo que un mouse convencional así como la posibilidad de que sea portátil y como atributos indiferentes la conservación de la misma secuencia de uso, la conexión USB, la forma similar al ratón convencional, la incorporación del comando Scroll y la utilización de baterías.

Como atributos inconsistentes los cuáles no deben estar presentes en el diseño se encontró que el periférico no debe pesar más de 500 gramos y no debe utilizar cables para su manejo.

APLICACIÓN DE RESULTADOS

Con base en la metodología Kano, aplicamos estos resultados a la lluvia de ideas para la selección de alternativas:

Rasgos, indispensables y atractivos X

Rasgos, neutros X

Rasgos, inconsistentes X

Tabla 2. Resultados método KANO

IDEA	RASGO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Medio adaptado para mouse	x	x	x	x	x	x		x			x	
2. Mouse over	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x
3. Mouse controlado con los pies	x	x	x		x		x				x	x
4. Mouse de proyección infrarroja			x		x			x		x		x
5. Ratón Brazaletes			x		x	x		x		x		x
6. Mouse controlado por los ojos			x		x			x		x		x
7. Ratón controlado por sonidos				x	x			x				
8. Ratón bucal			x		x			x				x
9. Mouse telescópico	x	x	x	x	x	x		x			x	
10. Ratón Multimediales	x		x		x					x	x	

Fuente: Los Autores

Por medio de la tabla anterior, observamos las primeras ideas descartadas porque cumplen uno de los dos rasgos inconsistentes los cuales no deben estar en el periférico, son: el mouse controlado por los pies, el mouse de proyección infrarroja, el mouse brazaletes, el ratón controlado por los ojos y el ratón multimediales. Además descartamos el mouse por sonidos y el bucal cumplir solamente dos de los cinco atributos indispensables del periférico.

De las tres ideas restantes se descarta el mouse over porque a pesar de satisfacer los atributos, genera una dependencia a las condiciones de la mesa de trabajo, para solucionar esta deficiencia se tendría que extraer el objeto de su posición, haciendo que esta alternativa se convierta en un medio adaptado para mouse.

Como resultado de este estudio se concluye que las ideas que cumplen con los requisitos del proyecto son el medio adaptado para mouse y el Ratón Telescópico, por lo cual trabajaremos sobre estas en profundidad en la siguiente etapa del proyecto.

4.2.2 ANALISIS Y EVOLUCION DE LA INTERFAZ

A continuación se exponen tres alternativas correspondientes a cada idea de diseño seleccionada, estas constituyen tres maneras diferentes de abordar la misma solución y buscan ampliar la comprensión del problema. Para obtener la mejor decisión en la selección de alternativas nos apoyaremos en el método QFD basados en las charlas que se realizaron a los usuarios para la aplicación del método KANO en el capítulo anterior

Nota:

En los dibujos expuestos se presenta la idea en forma general, dependiendo de los resultados obtenidos para la selección de alternativas, se explicará en detalle en la idea elegida la forma en que funcionarían sus mecanismos así como sus características estéticas.

MEDIO ADAPTADO PARA MOUSE

La característica principal de esta idea consiste en la posibilidad de sujetarlo a cualquier mesa (se prevé un rango determinado) y así mismo adaptarlo a la longitud requerida por el usuario, la forma de manejar los comandos no varía con relación a un mouse convencional salvo las medidas pertinentes para un muñón.

Alternativa N° 1 “ovni”

Figura 31. Alternativa ovni



Fuente: Los Autores

Consiste en un mouse que permite sujetarse a la mesa y extenderse de acuerdo a la necesidad del usuario, los controles quedan de esta manera cerca del usuario permitiendo que este los maneje sin tener que inclinarse a la mesa.

Figura 32. Ovni en contexto



Fuente: Los Autores

Alternativa N° 2 “cigarra”

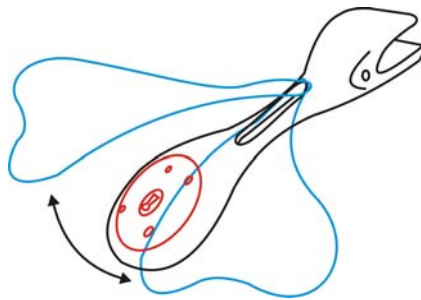
Figura 33. Alternativa cigarra



Fuente: Los Autores

El sistema permite adaptar cualquier mouse óptico aprovechando su forma similar (convexa) en una forma-mecanismo que haga posible manipularse de otra manera, si tomamos un mouse óptico y lo invertimos al pasar una hoja sobre el notamos que dirige el cursor, si adaptamos un mecanismo que permita sujetar el mouse y por medio del control de una lamina efectuar su manejo.

Figura 34. Detalle Cigarra



Fuente: Los Autores

Figura 35. Cigarra en contexto



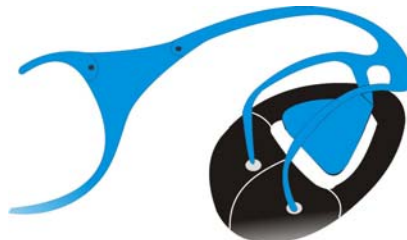
Fuente: Los Autores

RATON TELESCOPICO

La característica principal de este tipo de mouse es la extensión que presenta hacia el muñón y permitiendo por medio de movimientos de pronación- supinación el control de los clicks

Alternativa N° 3 “araña”

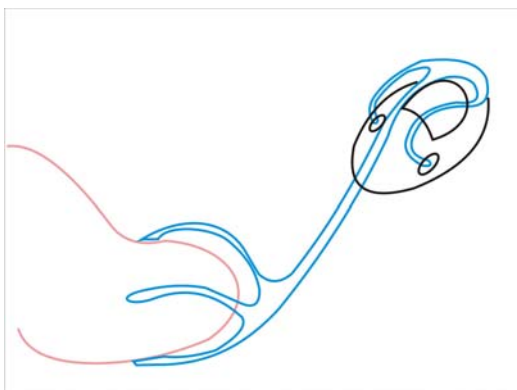
Figura 36. Alternativa araña



Fuente: Los Autores

La extensión que presenta este mouse permite el control del cursor, su extremo permite modificar la abertura de agarre (la abertura se elegiría de acuerdo a cada muñón) así como la longitud total de la extensión, por movimientos de pronación y supinación se efectúan los clicks.

Figura 37. Detalle araña



Fuente: Los Autores

Figura 38. Araña en contexto



Fuente: Los Autores

Alternativa N° 4 “third hand”

Figura 39. Alternativa Third hand



Fuente: Los Autores

Como su nombre lo dice la mano extensión pretende reemplazar la extremidad faltante del usuario, no es en si un ratón sino una interfaz entre el mouse y el muñón, la forma en su parte delantera permite adaptarse a la curvatura de los mouses convencionales para sujetarlo y ubicar los “tentáculos” sobre los clicks de modo que el usuario al efectuar movimientos de pronación-supinación realiza los clicks, podría considerarse una abstracción muy básica de una prótesis.

Figura 59. Third hand en contexto



Fuente: Los Autores

Alternativa N° 5 “leg”

El ratón telescópico leg funciona por medio de una estructura intermedia entre el muñón y los comandos ubicados sobre un display que se coloca en la pierna y se sostiene por esta, esta estructura se conformada por líneas tipo antena –expandibles- que permiten al usuario alcanzar los controles.

Figura 40. Alternativa Leg



Fuente: Los Autores

4.2.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA, MATRIZ CONCEPTUAL QFD

Para llevar a cabo esta selección nos basaremos en la matriz conceptual QFD que como es sabido relaciona los requerimientos y necesidades que necesita el cliente (Rc) con las características técnicas (Tc) que la empresa debe tener para satisfacerlo, para nuestro caso estas características técnicas constituyen los aspectos de diseño a tener en cuenta para la solución de las necesidades del cliente.

Las necesidades del cliente se obtuvieron por medio de la indagación que se realizó en las charlas previas a las encuestas del capítulo anterior, siguiendo los lineamientos de la metodología centrada en el usuario, la cual recomiendan entablar diálogos relajados con los usuarios que permitan la captación de ideas inconscientes del entrevistado así como mantener una dinámica más fluida con ellos. Las características técnicas se obtuvieron del análisis de las anteriores alternativas de diseño, la facilidad de construcción, la ergonomía, la posibilidad de adaptación al usuario entre otras. La posibilidad de aplicar todas ellas en un solo producto constituye el valor asignado a cada una de las alternativas expuesta 0, 1, 3 y 9 según el modelo QFD. A continuación se expone la matriz conceptual.

MATRIZ CONCEPTUAL QFD

Tabla 3. Matriz QFD

Usar por completo la extremidad en el control del mouse	4	9	3	9		1		9												
Facil de manejar	5	3	9	3			1	1	3	3										
Que se use con una sola mano	5	9	9	9			1		3	9										
Confiable	4		1					9					3							
Que no ocupe mucho espacio	3		1				3													
Evitar el cansancio por el uso constante	3			1	9				9	9										
Que sea cómodo	4			3	9				9	9										1
Duradero	2					9	9						9	3	1					
Que no pese mucho	3		1		3	9	1													
Limpio	2				3	9	1						9	9						
Facil de transportar	3		1		9	1	1		1	1										3
		105	121	201	111	47	41	132	126	48	28	11								

Concebir el diseño como un solo elemento
 Aplicación de conceptos básicos en el manejo de comandos
 Ergonomía del muñon
 Utilización de materiales poliméricos
 Diseño de mínima expresión
 Mantener el principio electrónico del mouse óptico
 Aplicación de principios biomecánicos
 Aplicación de los conceptos antropométricos
 Materiales impermeables o inertes
 Carcasa con el mínimo de espacios acumulativos de polvo
 Utilizar formas que permitan apilamiento

Fuente: Los Autores

Los valores anotados en la fila inferior constituyen los resultados de valor obtenidos para cada necesidad del cliente, la mayor ponderación determina la prioridad de la característica técnica.

APLICACIÓN DE RESULTADOS

Una vez ponderados los requisitos del cliente, aplicamos estas respuestas a las características de cada alternativa para saber si ellas pueden cumplirla o no. Cada columna representa una de las alternativas de diseño en el mismo orden expuestas anteriormente.

Tabla 4. Aplicación de resultados QFD

	1	2	3	4	5
Ergonomía del muñón	X	X	X	X	X
Aplicación de principios biomecánicos	X	X	X	X	X
Aplicación de los conceptos antropométrico	X	X	X	X	X
Aplicación de conceptos básicos en el manejo de comandos	X	X	X		
Utilización de materiales poliméricos	X	X	X	X	X
Concebir el diseño como un solo elemento	X	X			
Materiales impermeables o inertes	X	X	X	X	X
Diseño de mínima expresión	X			X	X
Mantener el principio electrónico del mouse óptico	X	X	X	X	X
Carcasa con el mínimo de espacios acumulativos de polvo				X	X
Utilizar formas que permitan apilamiento	X				
<i>Conclusiones: Número características que cumplen</i>	10	8	7	8	8

Fuente: Los Autores

Una vez realizada la matriz, esta nos arroja como resultado que la alternativa 1 es la más recomendada en cuanto a solución del problema de diseño con base en el usuario, esta idea recordemos es la fusión del medio adaptado con el mouse.

CONCLUSIONES:

Es importante señalar que el método QFD es una herramienta desarrollada para la solución de problemas en la empresa, esto no significa que no pueda aplicarse a otras áreas de investigación como en nuestro caso, lo que si es importante es señalar la diferencia entre las

formulaciones de las características técnicas y su respectiva ponderación respecto de una entidad legalmente constituida, ya que al ser un proyecto investigativo estamos más expuestos a el bagaje de estas decisiones y no mantenemos la certeza en las posibilidades de fabricación que tendría una empresa.

La matriz QFD conduce a procesos más profundos en la solución de problemas, así como a investigaciones más detalladas acerca de las necesidades del cliente y las características técnicas conllevan a resultados más confiables, estos factores constituyen el factor de error en los resultados de la matriz, así como también lo imposible que resulta el saber los gustos del usuario ya que estos no son constantes en el tiempo.

Por lo anterior los conceptos y métodos aplicados en este estudio buscan apoyar la toma de dediciones respecto de una solución y no constituyen en si mismo el proyecto, razón por la cual no sería justificable la aplicación rigurosa del método.

4.2.4 DISEÑO EN DETALLE

A continuación se expone de manera detallada la alternativa seleccionada para su construcción y respectiva evaluación por medio de las comprobaciones técnica y ergonómica.

4.2.4.1. Forma

SCORPIUS BIOFORMA DEL ESCORPION

Figura 42. Imagen del escorpión.



Fuente: www.planetadeanimales.com

BREVE RESEÑA³⁷:

Los escorpiones o alacranes son animales invertebrado pertenecientes al filo Arthropoda, clase Merostomata, orden Scorpiones o Scorpionida. Algunos llegan a medir 23 cm. Al día de hoy se conocen mas de 1.500 especies y pueden encontrarse en casi todas partes del mundo excepto en los polos y Groenlandia.

Los escorpiones son animales depredadores cuya dieta consiste básicamente en otros invertebrados, particularmente insectos. Para capturar a sus presas, esperan en las proximidades de sus refugios a que estas se aproximen, detectando pequeños movimientos del aire y vibraciones del entorno mediante sus órganos sensoriales denominados tricobotrios. Cuando la presa esta suficientemente cerca, la toman con las pinzas, y luego la matan o paralizan con una picadura. El aparato inoculador del veneno se encuentra en el extremo posterior del último segmento abdominal, conocido como telson. Este consiste en una base bulbosa que contiene el veneno, las glándulas que lo producen y de una afilada espina curva, que sirve para inyectarlo. Sujetando a la presa ya inmóvil, utilizan los quelíceros para triturarla y desgarrar sus tejidos, a la vez que vierten por la boca un fluido digestivo, permitiendo así que las enzimas empiecen a licuar y macerar el alimento, ya que la digestión es realizada parcialmente fuera del cuerpo.

Los escorpiones son seres insociables y viven de manera independiente, en pocas oportunidades entran en contacto con otros alacranes. Así, es solo durante el apareamiento, en el periodo de desarrollo embrionario y mudas o cuando un ejemplar devora a otro, que puede observarse la presencia simultanea de dos escorpiones. Son animales nocturnos, permanecen durante el día en sus refugios, bajo objetos o en lugares que les ofrezcan protección. Solo las hormigas son capaces de hacerlos abandonar su refugio durante el día, Son seres de gran resistencia a condiciones físicas adversas. Por ejemplo, pueden sobrevivir a radiación ionizante en un porcentaje cien veces mayor al que mataría a un hombre. Igualmente, pueden soportar el efecto del fuego, rehidratando su cuerpo con facilidad.

Un escorpión usa su veneno para matar a la presa que va a comer y necesita tres semanas para reponer su veneno. Si durante estas tres semanas pica a una persona, no tendrá suficiente veneno que inyectarle. Esta es la razón por la que existen individuos que han corrido con la suerte de haber sido picados y no haber presentado síntomas de envenenamiento.

³⁷ Información obtenida del sitio Web: planetadeanimales.com

ABSTRACCION DINAMICA

Del latín Abstrahere significa “separar”. La abstracción se considera como un proceso mental por medio del cual se aísla una determinada propiedad de un objeto a efectos de reflexionar sobre ella sin tomar en consideración otros rasgos de aquel que momentáneamente se desea ignorar. Se utiliza la abstracción a efectos de obtener un orden en las formas que destaque la estructura del objeto, en cierta medida perdiendo el significado del objeto como tal ya que lo importante son las emociones que se concretan en colores y formas.

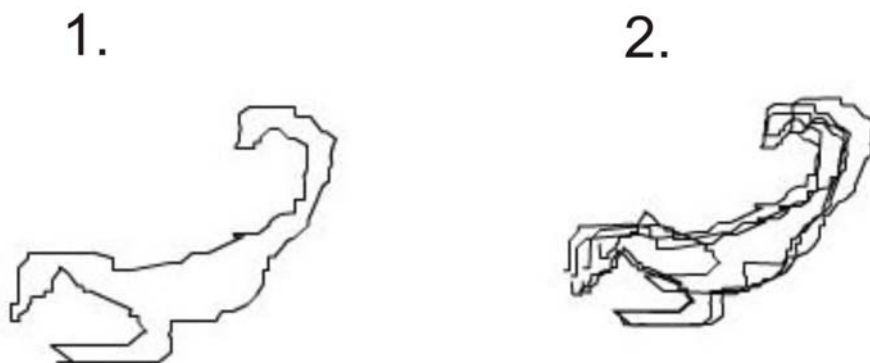
El concepto de abstracción dinámica planteado en este estudio es una manera de abordar el encuentro con la bioforma, entendiendo que el objeto de estudio no es en ninguna medida estático sino por el contrario dinámico, ningún objeto o ser en la naturaleza permanece inmóvil, incluso una roca puede considerarse como móvil en el tiempo, por ello se plantea explorar la forma orgánica en movimiento para encontrar una línea simple, permanente, que permita expresar aquellos rasgos característicos formales por medio de los cuales identificamos un objeto.

METODOLOGIA

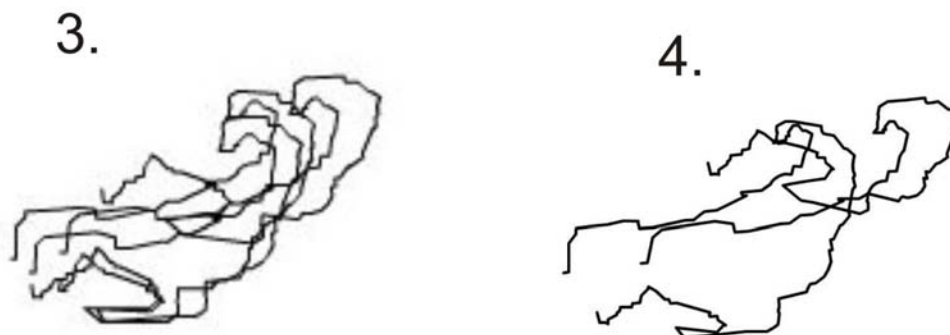
A partir de la forma básica del escorpión, se tomará la imagen y superpondrá con ella misma, el resultado a su vez se irá superponiendo con la resultante, de esta manera se buscan encontrar líneas que se mantienen o que sobresalen de la imagen, hasta reducirlas a un mínimo de expresión.

Contorno completo en movimiento

Figura 43. Abstracción dinámica



Contorno completo en movimiento



Se simplifica la forma

5.



6.

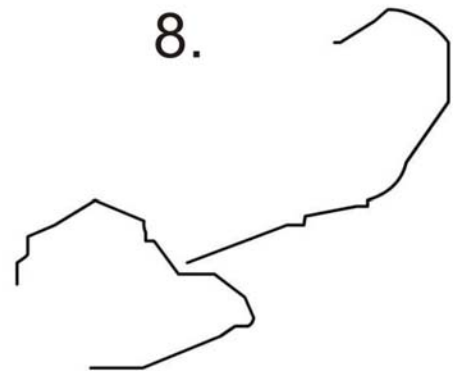


Forma final

7.



8.



Fuente: Los Autores

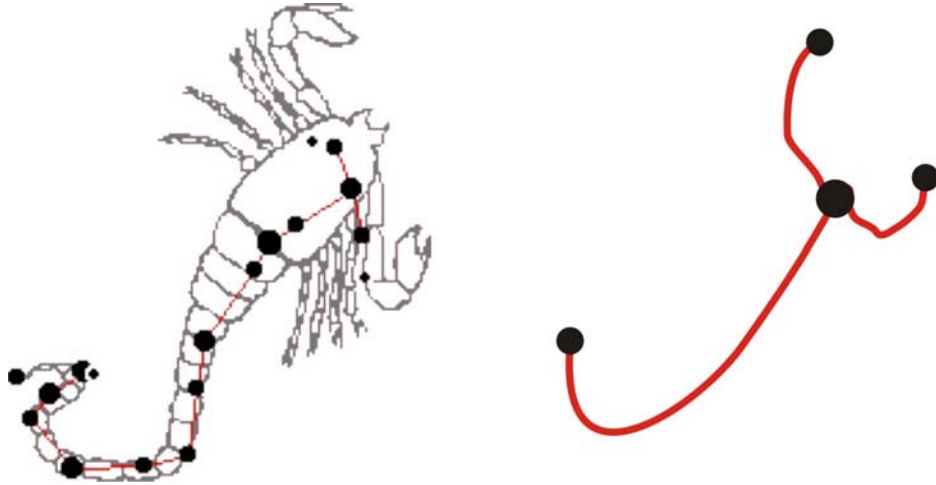
UNA RELACION MITOLOGICA

La particular disposición de las estrellas de este conjunto las hace asemejarse, sin mucho esfuerzo de la imaginación, a un escorpión con su cola levantada y el aguijón listo para picar, por ello no es extraño que justamente ese animal fuera reflejado en la mitología de antiguas culturas. Para los griegos por ejemplo, esta constelación representa al escorpión enviado para dar muerte a Orión, el gran cazador.

Los persas creían que Antares era uno de los astros reales que vigilaban el cielo, y los Chinos la describían como “el gran fuego del corazón del dragón del Este”.

Los Aztecas por su parte la llamaron Citlacolotl, los indígenas navajos de América del Norte la denominaban “estrella Coyote”, para los aborígenes Tehuelches, la estrella Antares era “el ojo del carancho” que los vigilaba mientras se desplazaban por las vastas tierras patagónicas. Dragones, escorpiones, coyotes, ojos de caranchos y vigilantes de los cielos, son algunas de las fantasías que este grupo estelar despertó en la humanidad.

Figura 44. Una relación mitológica



Fuente: <http://w3.cnice.mec.es/astronomia/estrellas/escorpion.htm>

No es casualidad que el resultado de la forma sea conocido desde la antigüedad, es una de las opciones que pueden interpretarse por medio de la abstracción dinámica, mas allá de mostrar una forma es interpretarla de manera que pueda hacerse entendible y sensible para una expresión.

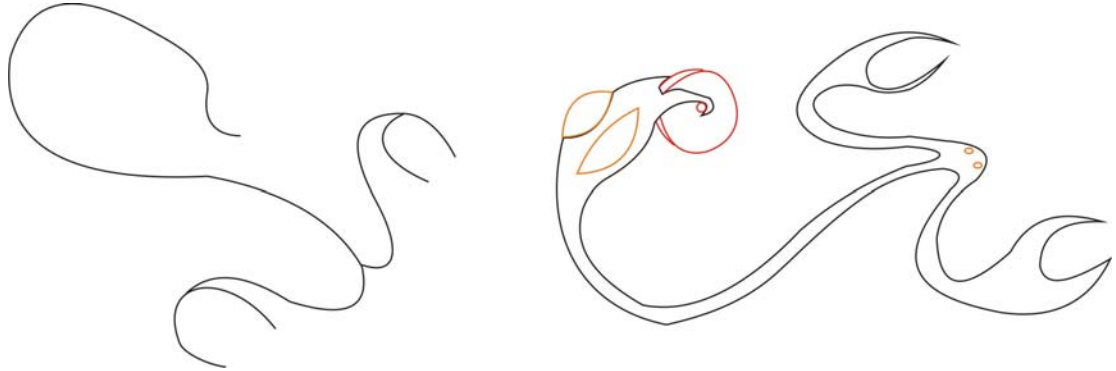
APLICACION DE LA FORMA A LOS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Se decidió estudiar el escorpión por las siguientes razones:

1. Sistema de sujeción fuerte y seguro
2. Sistema de alcance a diferentes longitudes
3. Forma de asir el objeto

Al analizar los tres desafíos más importantes que nos limitaban la forma, se concebía un objeto que pudiera sujetarse a cualquier tipo de mesa, extenderse a una longitud determinada y que permitiera una manipulación por parte del usuario, la integración formal de estos tres sistemas se encontró en la bioforma del escorpión, de la siguiente manera como se ilustra el figura 45.

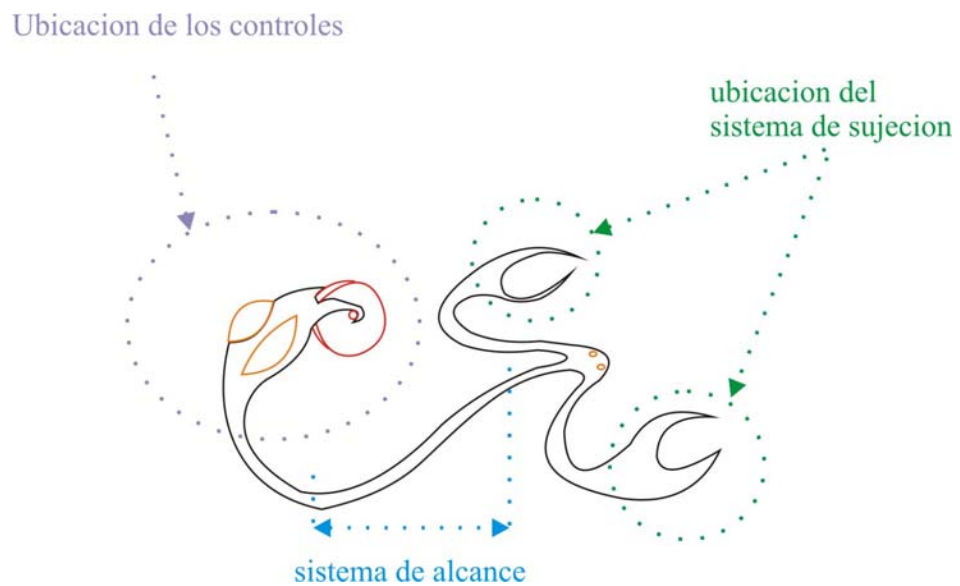
Figura 45. Aplicación de la forma a los requerimientos de diseño.



Fuente: Los Autores

INTEGRACION DE LOS SISTEMAS

Figura 46. Integración de los sistemas

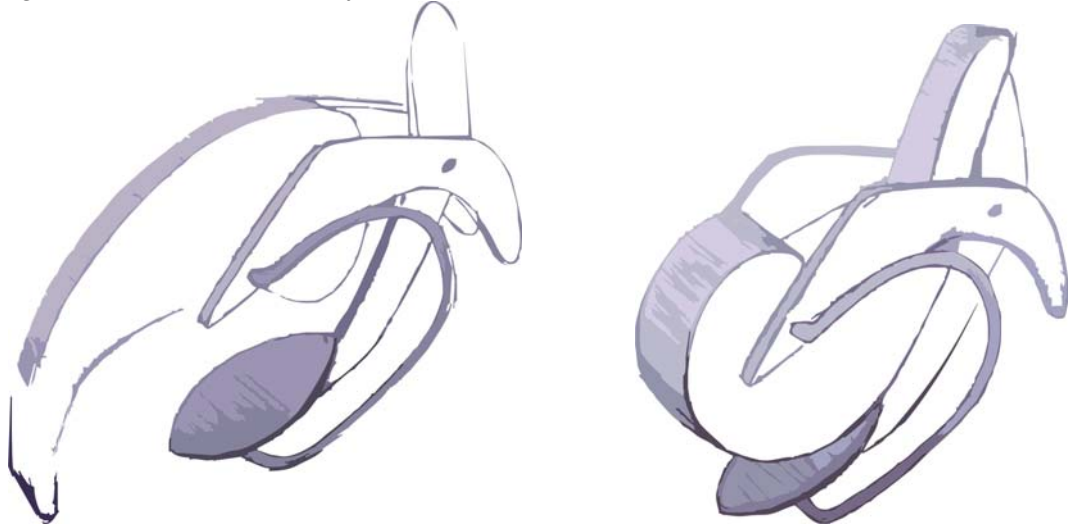


Fuente: Los Autores

Como podemos ver (figura 46) en el escorpión se encontraron integrados estos tres requisitos fundamentales de una manera estética adecuada para la solución del sistema. A continuación se explicarán en detalle cada uno de estos sistemas

4.2.4.2. **Mecanismo de sujeción:**

Figura 47. Mecanismo de sujeción

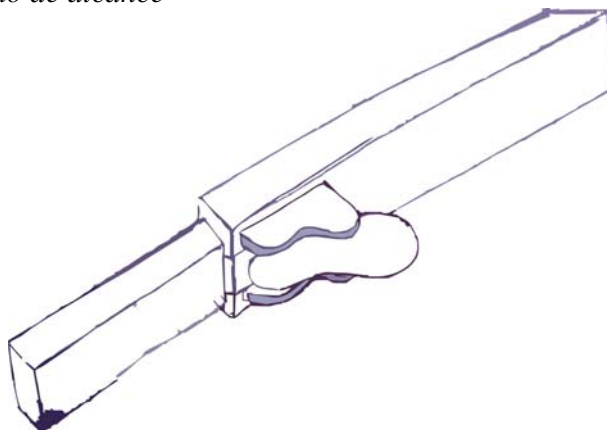


Fuente: Los Autores

Su principio de funcionamiento radica en la fuerza que se aplica por medio del movimiento de la leva al resorte, este movimiento se restringió a una longitud de 1 a 3cm equivalentes a espesores de mesa mínimo y máximo de 1-3cm. Esta prensa rápida surge de la necesidad de encontrar un tipo de sujeción veloz y fuerte que permitiera ser manipulado por la extremidad afectada, el sistema diseñado funciona colocándolo en el borde de la mesa y por medio del movimiento del asa de la leva, esta rota presionando las dos tenazas contra la mesa; Las prensas equivalen a las dos tenazas del escorpión.

4.2.4.3. **Mecanismo de alcance:**

Figura 48. Mecanismo de alcance



Fuente: Los Autores

Este sistema funciona de manera similar a las antenas de los radios o las patas de los trípodes, consiste en un cilindro que se desliza dentro de otro para permitir mayor o menor alcance, en uno de los extremos del cilindro mayor lleva una leva que presiona los dos cilindros una vez se ha definido la longitud deseada. Este sistema de sujeción, representa en cuerpo y la cola del escorpión.

4.2.4.4 Forma de asir el objeto

Figura 49. Forma de asir el objeto

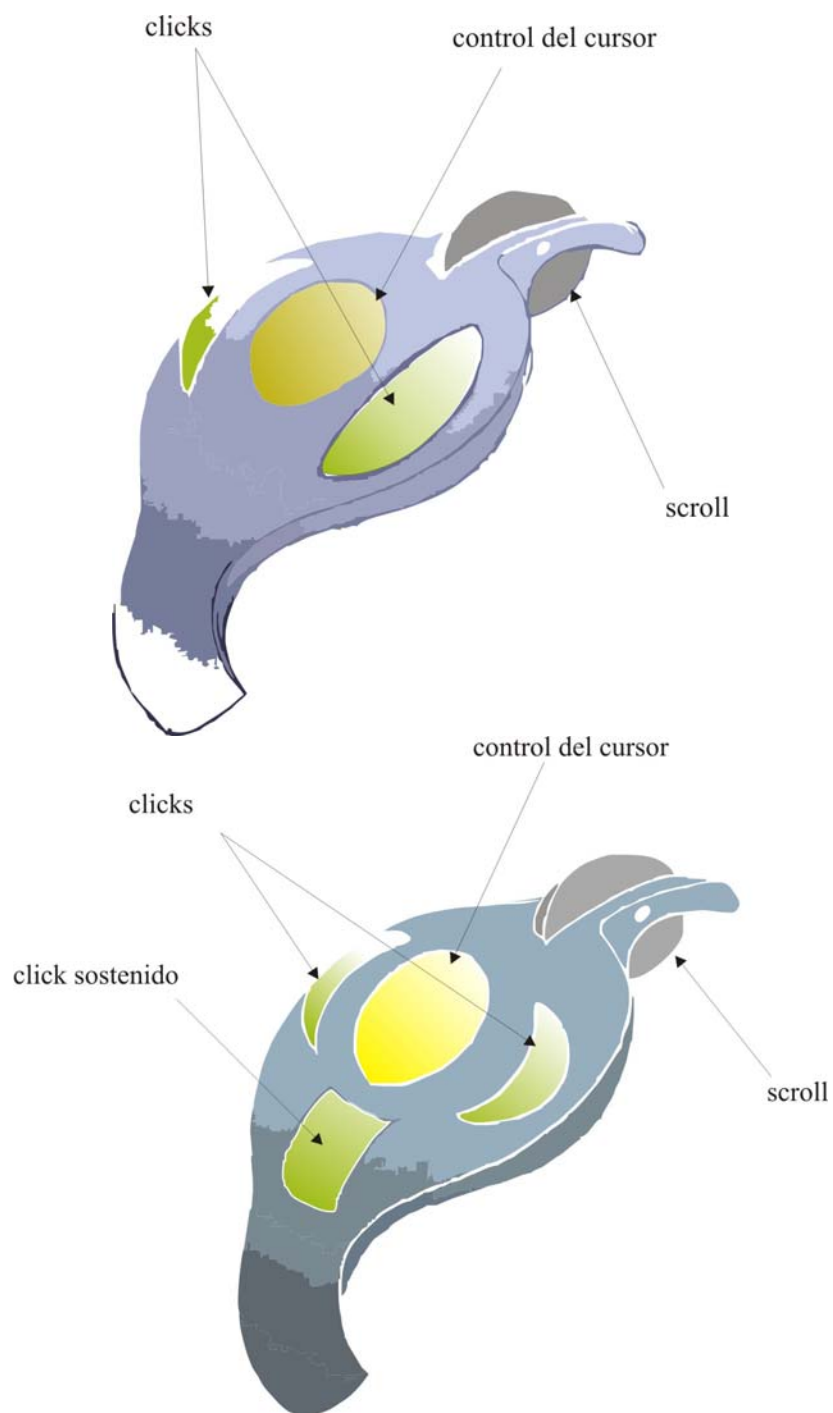


Fuente: Los Autores

La forma de asir el objeto –llamamos asir por falta de otro término adecuado para sujetar un objeto sin la mano- se encuentra en la forma de anillo que lleva el periférico, esto permite que personas discapacitadas puedan sujetar el periférico como si se estuviera colocando un anillo en la extremidad.

4.2.4.5 Manejo de controles

Figura 50. Manejo de controles



Fuente: Los Autores

Los controles se ubican en la parte que del escorpión llamamos ponzoña, el control del cursor se realiza por medio de una esfera contenida dentro de una camisa que le permite rotar libremente, los clicks se realizan por medio de botones situados al lado de este y el scroll se sitúa en el lugar del agujón, esta disposición se elige temporalmente de forma estética, mientras se evalúan los experimentos de ergonomía e usabilidad que definen las dimensiones y ubicaciones mas adecuadas.

4.3 PLANOS CONSTRUCTIVOS

Ver anexo P. Pág. 164

4.4 CONSTRUCCION Y FABRICACION DEL MODELO

La construcción del modelo se llevó a cabo en los talleres de la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander

Las piezas de la carcasa, las prensas y cuerpo como tal del modelo se fabricaron con diferentes materiales, de acuerdo a cada necesidad constructiva, entre ellas se encuentran; la facilidad de adquisición de insumos, la cantidad utilizada, el tiempo de fraguado en las resinas, en el modelo algunas piezas se construyeron en MDF, como las levas y la carcasa principal del circuito, otras en acrílico como la pieza de extensión y otras en resina.

A continuación se muestran algunas imágenes de las piezas y el modelo resultado del proceso de construcción. (Algunas fotos corresponden a modelos realizados pero que al final se descartaron por fallas en el funcionamiento, imágenes que se anexan por hacer parte de proceso de diseño y construcción).

Figura 51. Construcción y fabricación del modelo



Carcasas desmontables fabricadas en MDF de 10 milímetros.



Carcasas con los botones y esferas montadas. Prensado de piezas.



Carcasa con el circuito electrónico montado. Modelo experimental del mouse adaptable.



Mouse adaptable en uso. Piezas que conforman el modelo del mouse adaptable.



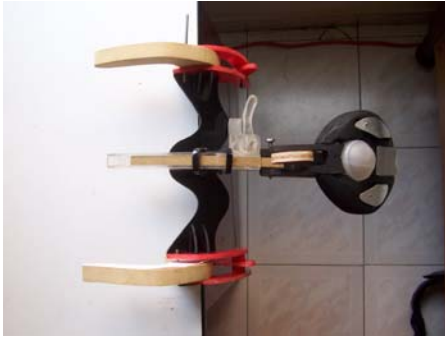
Levas diseñadas para la prensa. Conjunto de prensa, mordazas, leva y resorte.



Sistema de extensión o de alcance, corredera y leva de presión para sujeción.



Montaje del sistema integrado. Vista de la interfaz propuesta para los controles.



Montaje del sistema integrado, prensado en mesa de trabajo convencional.

Fuente. Los Autores

ASPECTO 3.

SOLUCION Y CONCLUSIONES

ETAPA5. VERIFICACION Y EVALUACION DE RESULTADOS

5.1 COMPROBACIONES TECNICA Y ERGONOMICA CON EL MODELO

5.1.1 COMPROBACION TECNICA³⁸

Descripción del trabajo realizado en esta etapa:

En esta fase se explicará el principio de funcionamiento del circuito electrónico definido con base en la selección de alternativas por medio del método Kano. Recordemos que durante esta etapa se descartaron otras soluciones tecnológicas por su complejidad y costo y se definió que se trabajaría con la tecnología del mouse óptico convencional explicado a continuación.

La parte funcional de nuestro proyecto se compone de las siguientes partes: un sensor óptico, un transmisor de radio frecuencia y su respectivo receptor, y un microcontrolador, esto sin incluir capacitores, resistencias y uno que otro integrado que complementan el funcionamiento se las anteriores partes.

El sensor óptico esta complementado por un prisma que se encarga de dirigir la luz hacia la superficie sobre la cual se esta trabajando y luego la concentra en el sensor. Se basa en la tecnología óptica de la navegación, que mide cambios en la posición adquiriendo las imágenes superficiales secuenciales (marcos) y matemáticamente determinando la dirección y la magnitud de movimiento. El formato de la salida es la cuadratura de dos vías (dirección de X y de Y). La alineación óptica de la precisión no se requiere, facilitando el montaje del alto volumen.

Figura 52. Esquema del mouse óptico

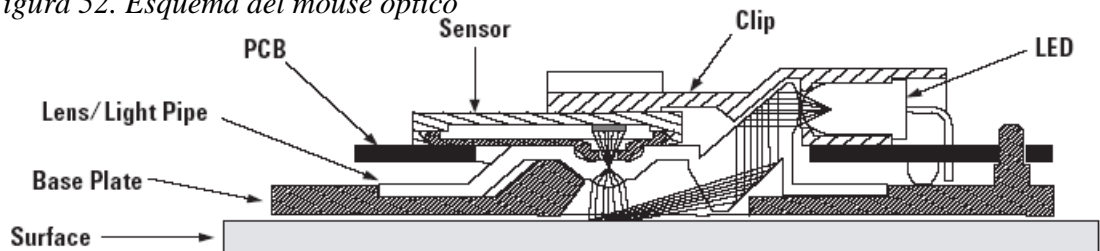


Figure 7. PCB assembly.

³⁸ Existen varias fuentes al respecto del funcionamiento del mouse con sensor óptico, en ellas se describe el principio de funcionamiento a nivel general dejando los aspectos técnicos para especialistas en la electrónica, razón por la cual esta comprobación se limita a describir el paquete electrónico ya estandarizado y verificar su correcto funcionamiento.

Fuente: Wikipedia/mouse

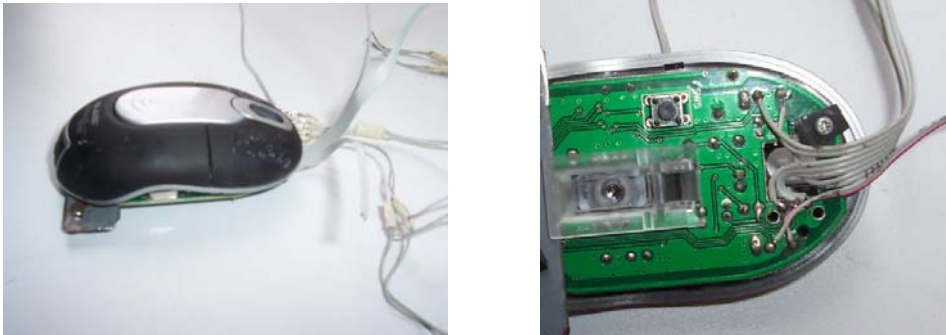
El transmisor de radio frecuencia se encarga de modular la señal producida por el microcontrolador y enviarla hacia el computador por medio del receptor, el cual esta conectado al mismo por medio de un puerto ps2.

El microcontrolador se encarga de regir el funcionamiento del sensor, al cual se le han de invertir las señales de izquierda y derecha, ya que va a funcionar al revés y de unificarlo con los clicks, los cuales son un arreglo de dos pulsadores digitales sensibles al tacto (o Touch). Estos no tienen partes mecánicas exteriores, sino una placa metálica fija la cual, al contacto con el cuerpo humano acciona un relé. Para la rueda se utiliza el mismo mecanismo de un Mouse normal.

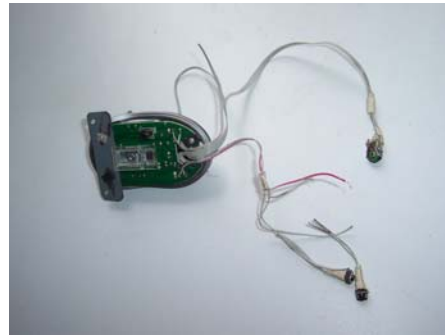
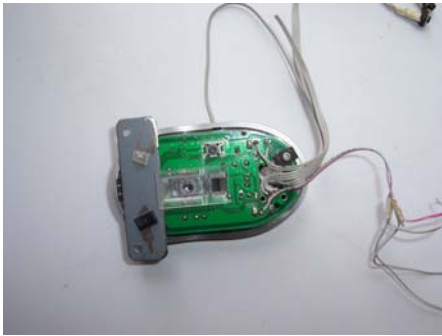
Propuesta:

El desarrollo del aparato se hizo con el ánimo de utilizar de forma diferente el Mouse, ya que en este caso no es el sensor el que se desplaza sobre la superficie, sino que la superficie se desplaza por encima del sensor, esto proporciona mayor libertad a la persona discapacitada porque evita que tenga que usar un aparato pegado al cuerpo, para esto se invierte el mouse y se adapta una superficie para que se deslice por el sensor, para realizar los clicks y manipular el scroll, estos contactos se han adaptado por medio de una extensión para poderlos alejar del sensor y permitir su manipulación de una manera mas cómoda.

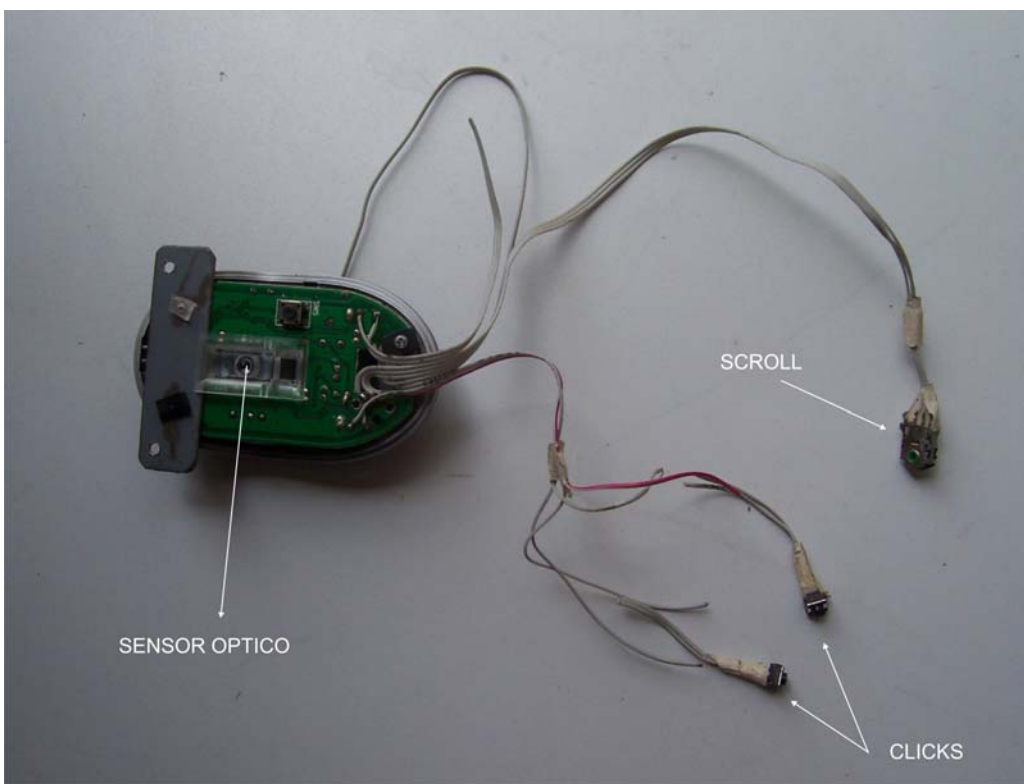
Figura 53. Adaptación de la tarjeta electrónica



Extensión de los controles. Soldadura de cable para la adaptación.



La extensión finaliza en elementos como potenciómetros y pulsadores.



Fuente: Los Autores

Partiendo de esta propuesta se ven algunas ventajas sobre los ratones comunes:

- El inalámbrico provee independencia del lugar donde se quiera trabajar, siempre y cuando se mantenga dentro del alcance estipulado.
- El consumo de energía es muy bajo, así que no hay que preocuparse por gastos excesivos en el recibo de la energía.

- La posibilidad de cambiar de lado los clicks, hace que el Mouse se pueda adaptar a las necesidades de los zurdos o diestros.

Conclusiones

- El funcionamiento y adaptación del Mouse es realizable por medio de elementos encontrados en la ciudad, teniendo en cuenta el talento humano y los recursos físicos.
- La tecnología necesaria para miniaturizar los componentes, no se encuentra en Bucaramanga, por lo tanto se buscará la forma de hacer la tarjeta lo mas pequeña posible.

5.1.2 EXPERIMENTACION ERGONOMICA³⁹

La siguiente comprobación ergonómica es de tipo exploratoria, mediante la cual se busca hallar la mejor opción de diseño entre las alternativas propuestas.

Cada experimentación será filmada para una posterior evaluación y registro de los experimentos.

Objetivos de la experimentación:

1. Evaluar la configuración de los controles del periférico.
2. Evaluar el tamaño del comando scroll.
3. Evaluar el tamaño de la esfera del cursor.
4. Evaluar el tamaño de los comandos clicks.
5. Evaluar la separación entre los comandos clicks.

1. OBJETIVO:

Evaluar la configuración más acertada de los controles que permita el manejo más eficiente del periférico.

³⁹ Ver anexo N. Pág. 149 Experimentación ergonómica.

Figura 54. Diferentes configuraciones



Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

1. Todos los usuarios dijeron sentirse cómodos teniendo los clicks en una misma línea, aclarando que no necesariamente deberían estar en forma horizontal, sino uno seguidos.
2. por medio de la observación directa es de notar que cuando un click queda por encima de la esfera de control se hace incomodo para su accionamiento.
3. en términos generales las dos configuraciones que tenían incorporado el circuito (configuraciones 1 y 2) fueron catalogadas como aceptables por los usuarios.

2. OBJETIVO:

Evaluar el tamaño y altura más indicada para el tamaño del comando scroll en el periférico.

De izquierda a derecha: Scroll 1, 2, 3 y 4.

Figura 55. Evaluación del scroll



Fuente. Los Autores

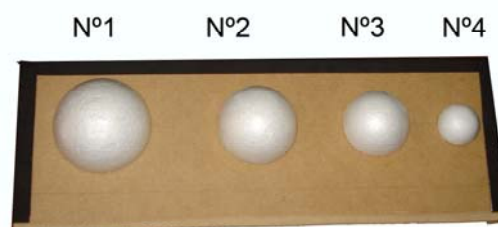
CONCLUSIONES

1. el scroll N° 2 corresponde a un diámetro de 6 cm. y a una altura con respecto al nivel del mouse de 1,5 cm.

3. OBJETIVO:

Evaluar el tamaño más adecuado para la esfera que controla el cursor en el periférico.

Figura 56. Evaluación de esferas



Fuente: Los Autores

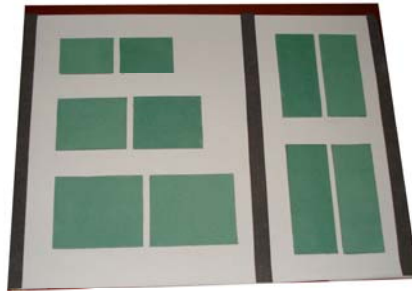
CONCLUSIONES

1. Contrario a lo que se pensaba, el tamaño de la esfera no hacia del su control más confiable puesto que los usuarios dijeron sentirse a gusto con la esfera planteada o ligeramente mayor (5mm mas)
2. Es necesario hacer más suave el movimiento de la esfera dentro de la camisa y agregarle algún tipo de textura para mejorar el contacto.

4. OBJETIVO:

Evaluar el tamaño de los comandos clicks.

Figura 57. Evaluación tamaño de botones



Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

1. El tamaño elegido parece ser el mínimo de contacto, los usuarios dijeron sentirse indiferente con botones más grandes a este tamaño.

5. OBJETIVO:

Evaluar la separación entre los botones de comando click.

Figura 58. Evaluación distancia entre botones



Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

1. La distancia elegida es un promedio entre 10 y 15 milímetros, una longitud menor a 10 milímetros ocasiona el contacto del muñón sobre dos comandos al mismo tiempo y una magnitud mayor a 15 milímetros requiere de desplazamientos largos sin justificación.

CONCLUSIONES GENERALES

1. En términos generales la comprobación ergonómica se califica como satisfactoria ya que los resultados obtenidos no se alejan significativamente de los propuestos.
2. Es importante señalar dentro de los usuarios elegidos para la prueba, se encontraban los tres tipos de amputación establecidos para el diseño del periférico, siendo calificado positivamente por todos ellos.

5.2 PRUEBA DE USABILIDAD⁴⁰

“Análisis integrado de los sistemas”

⁴⁰ Ver anexo O. Pág. 162 “Prueba de usabilidad”

OBJETIVO:

Calificar el uso integrado de los sistemas planteados en el periférico para evaluar la comprensión y entendimiento de estos por parte de los usuarios.

Figura 59. Prueba de usabilidad



Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

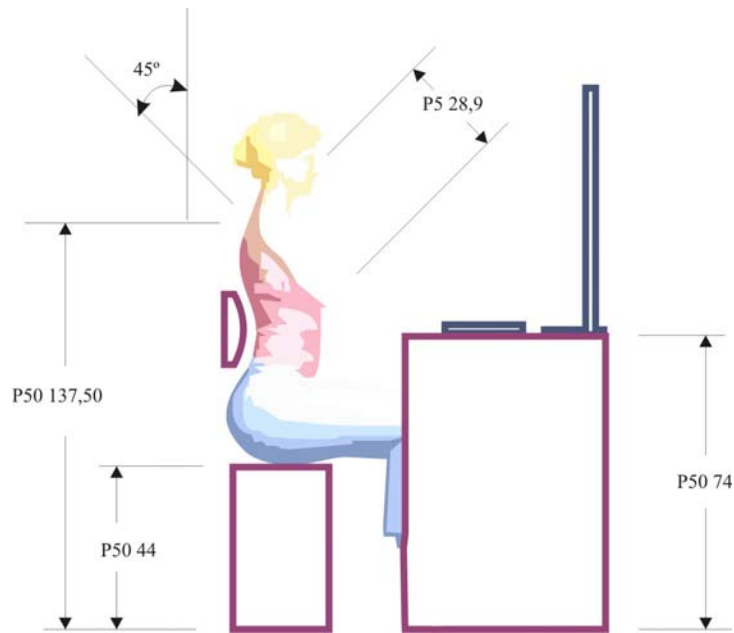
Esta prueba de usabilidad de análisis integrado de los sistemas permitió observar el rendimiento y aceptación por parte de los usuarios al primer modelo realizado, se pudo constatar que los materiales de su fabricación permitían el pandeo del periférico al aplicarse una fuerza en la realización del clicks, motivo de queja por parte de los entrevistados, también se pidió más suavidad en el control de la esfera y que se redujera considerablemente el tamaño total del conjunto.

Es de señalar que los usuarios con amputación a nivel del codo, dijeron no tener necesidad de utilizar la extensión en su dimensión completa (30 cm. Desde la mesa) sino que preferían acercar la silla, haciendo innecesaria prácticamente la mitad de la extensión. Esta medida es favorable, puesto que a menor longitud en la extensión menor es la posibilidad de pandeo por parte del periférico.

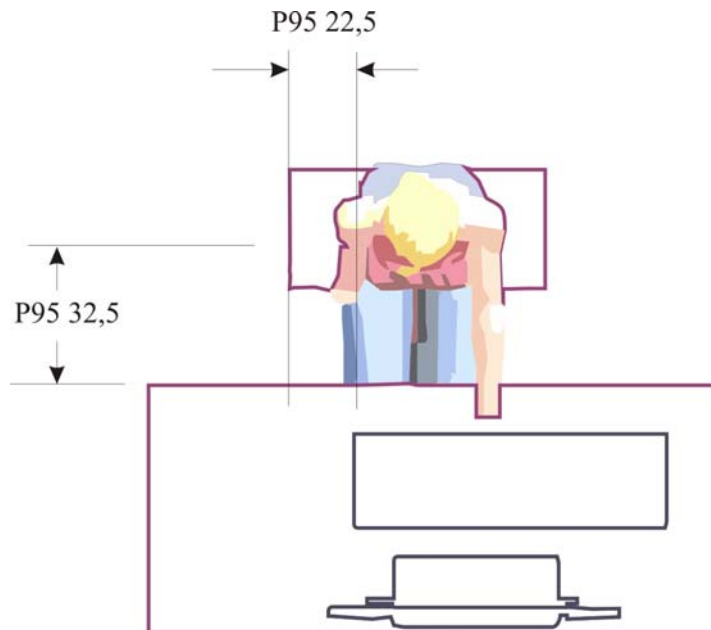
ALCANCES ANTROPOMETRICOS

La **P** indica el percentil que se tomo en cuenta para esa longitud. Longitudes en cms.

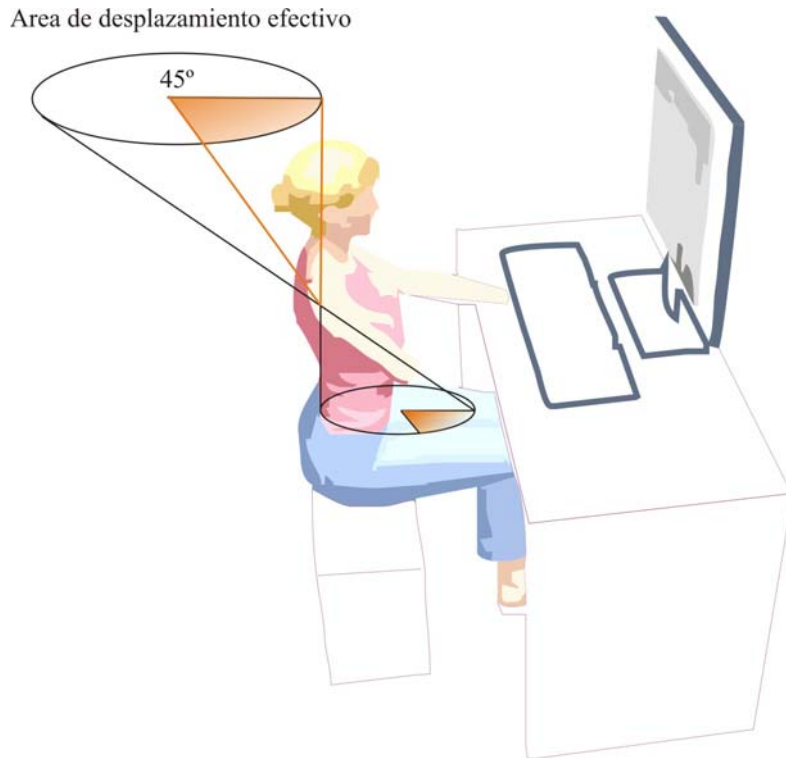
Figura 60. Alcances antropométricos



Vista de perfil de un usuario con amputación a nivel de codo en el puesto de trabajo.



Vista superior de un usuario con amputación a nivel de codo en el puesto de trabajo.



Tamaño de área que se utiliza por parte del usuario.

Fuente: Los Autores

5.2 ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS

En términos generales los sistemas planteados se comportaron adecuadamente, haciendo hincapié especialmente en la reducción de tamaño del conjunto, los resultados obtenidos para este experimento son satisfactorios ya que ningún usuario manifestó sentirse incomodo o tener que realizar esfuerzos considerables para manipular el periférico.

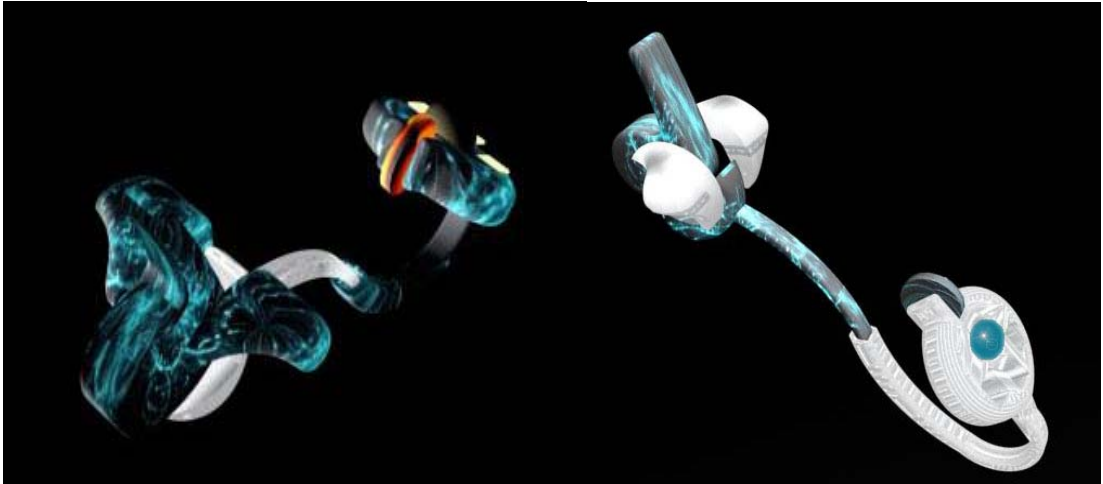
La interfaz del modelo fue aceptada por los usuarios ya que estos comprendieron que era el periférico quien se extendía hacia la extremidad y no la extremidad al periférico.

Como dato curioso señalamos que los hombres manifestaron gusto por la forma mientras que las dos mujeres que hicieron parte de la prueba dijeron sentirse ante un objeto agresivo.

ETAPA 6. CONCLUSIONES

6.1 MODELO FINAL

Figura 61. Modelo Final



La imagen corresponde a un render, en el cual, el color busca resaltar la bioforma del prototipo.

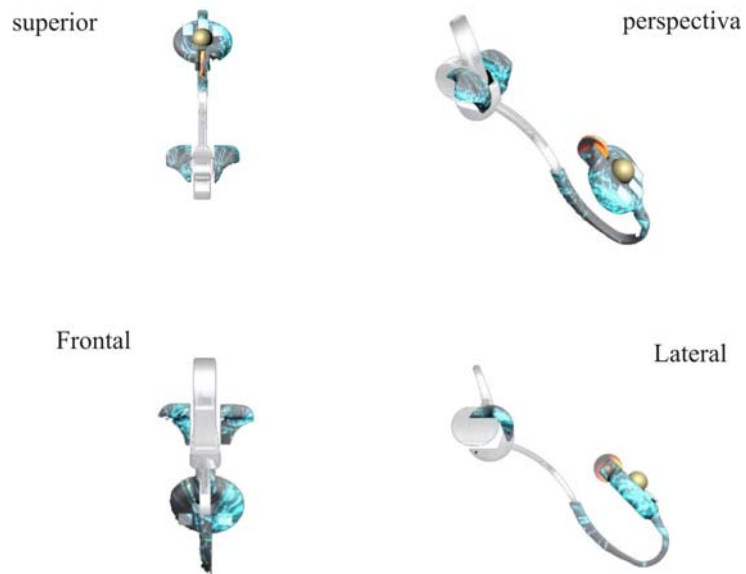


Fuente: Los Autores

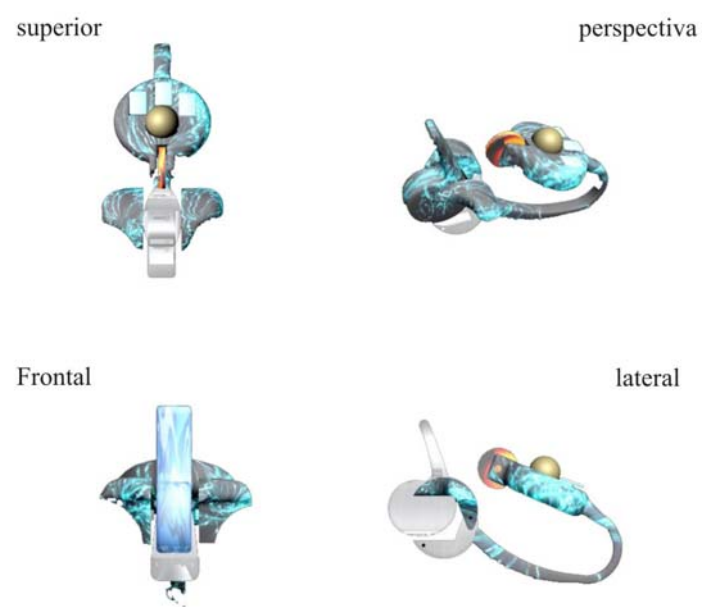
Figura 62. Vistas

VISTAS

VISTAS: PERIFERICO EXTENDIDO



VISTAS: PERIFERICO RECOGIDO

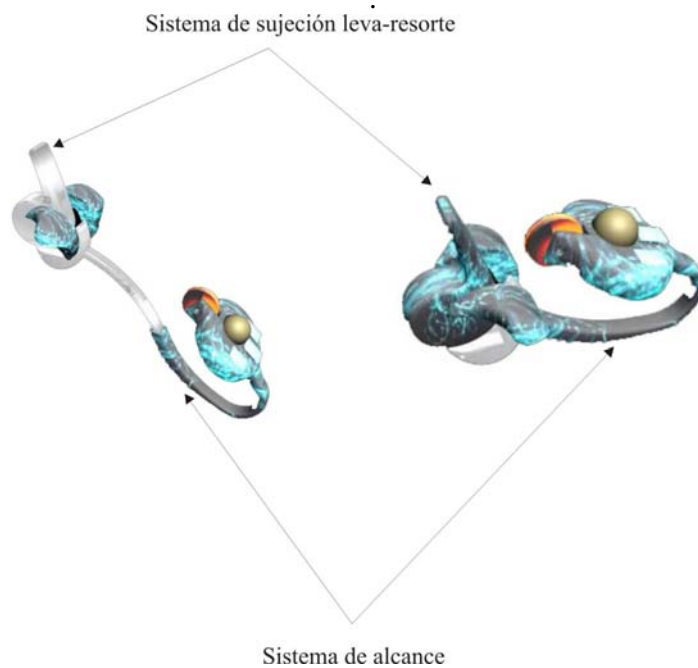


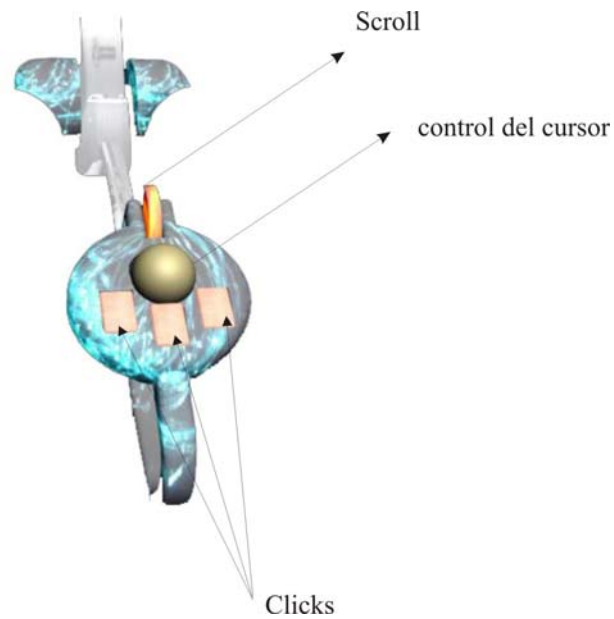
Fuente: Los Autores

6.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

El periférico está diseñado para sujetarse a mesas con espesores entre 1 y 3 cm. Por medio del movimiento de la leva que presiona el resorte y obliga a cerrarse a las tenazas contra la mesa, una vez sujetado, el usuario puede extender el cuerpo del periférico según su nivel de amputación, se recomienda acomodarlo teniendo en cuenta que la extremidad no debe superar un ángulo de 45° para evitar cansancio.

Figura 63. Funcionamiento del sistema.





Fuente: Los Autores

AREA Y POSICION DE TRABAJO

Disposición sugerida para la ubicación en el espacio de trabajo, donde P, representa el espacio de uso del periférico y a, el ángulo de elevación de la extremidad el cual se recomienda inferior a 45°.

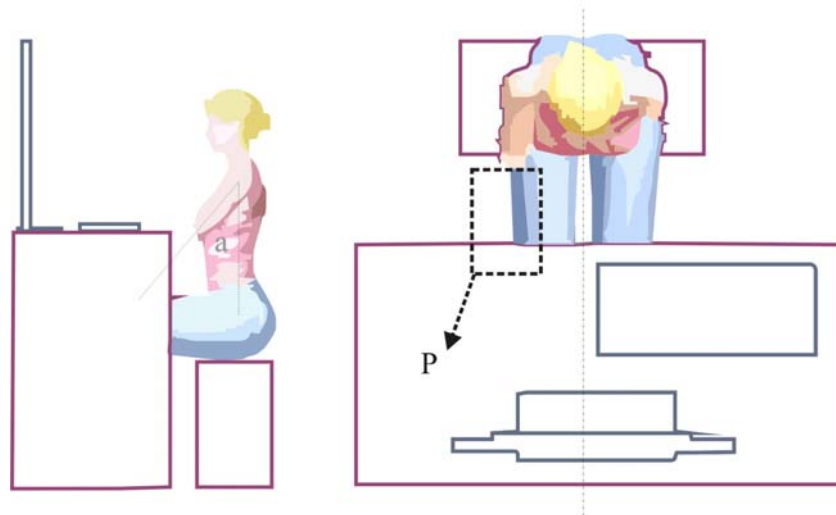
Figura 64. Área y posición de trabajo

Amputación a nivel de muñeca



Vistas en perfil de un usuario en el puesto de trabajo, niveles extremos de amputación.

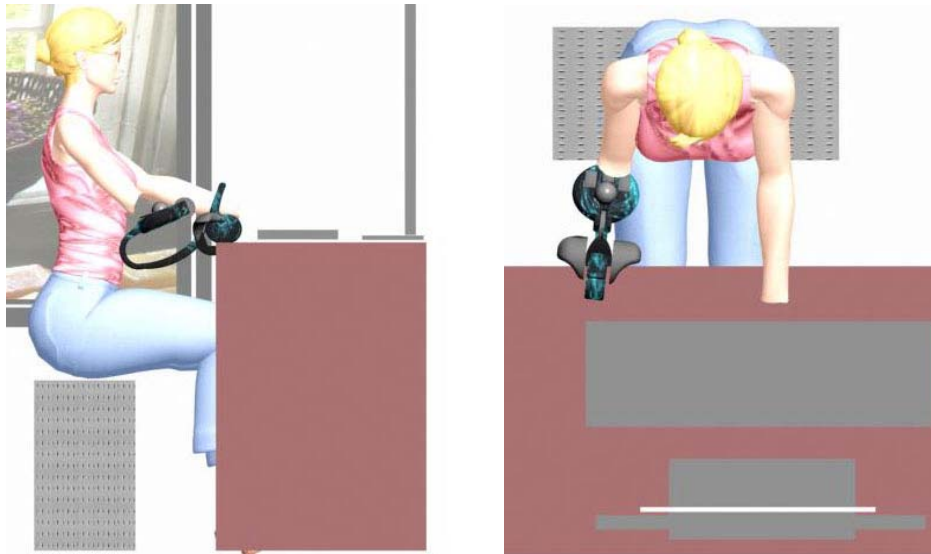
Amputación a nivel de codo



Fuente: Los Autores

VISTA ESPACIAL DEL PERIFERICO

Figura 65. Vista espacial del periférico



Vista lateral y superior del periférico en un contexto de trabajo.



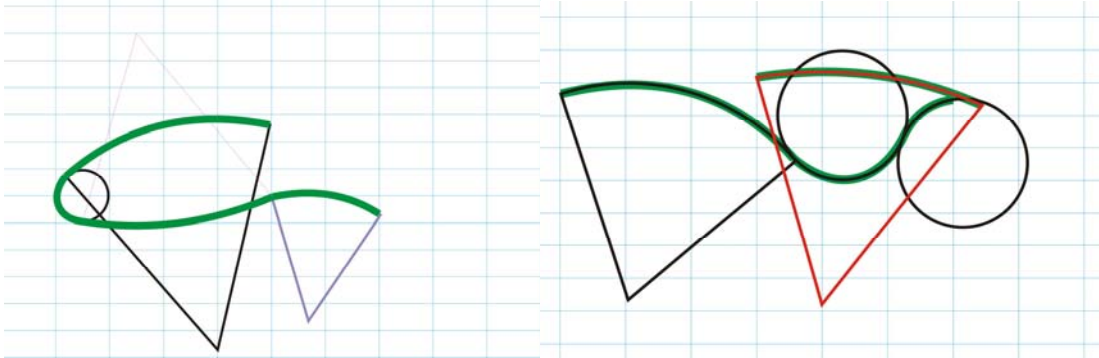
Puesto de trabajo donde se emplea el periférico por el discapacitado.

6.1.2 PLANOS TÉCNICOS DEL MODELO FINAL

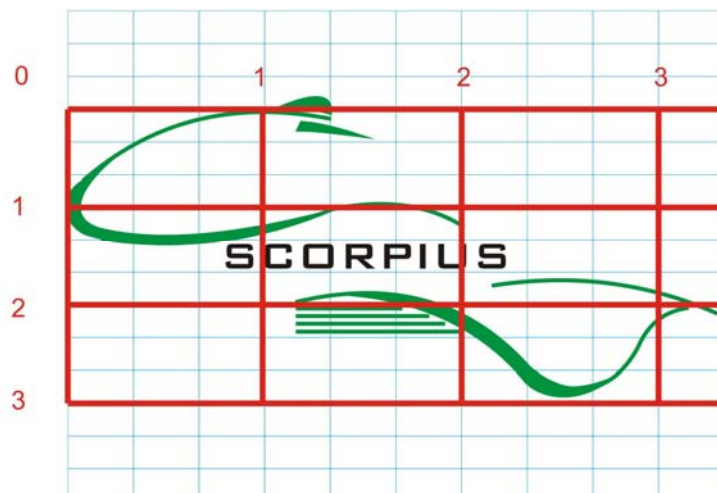
Ver anexo Q. Pág. 165

6.1.2 IMAGEN VISUAL E IDENTIDAD GRÁFICA

Figura 66. Imagen visual e identidad gráfica.



Construcción del contorno con base en el escorpión, utilización de proporción a tercios.



Cuadrícula de proporciones. Se utilizan los tercios y la diagonal desde cero.



Isologo
Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es satisfactorio saber que durante el proceso se contó con la colaboración de entidades y personas interesadas en el tema de la inclusión social y que apoyan el desarrollo de este tipo de productos, sin embargo y a pesar de que ahora existen muchos grupos que dirigen sus esfuerzos a esta labor, aun no se cuenta con una base de datos o información de fácil acceso que pueda facilitar la labor del diseñador.
- Durante el proceso se conoció y comparó información tecnológica a nivel local que permite una amplia variedad de aplicaciones en el campo de las ayudas técnicas, así como diversos tipos de soluciones al mismo tema tratado en este proyecto, sin embargo se sabe que en discapacidad cada caso es particular (como por ejemplo, cada amputación genera un muñón diferente aun siendo realizada a la misma altura de la extremidad) y en principio la solución que puede serle útil a una situación en otra sería ineficiente.
- A pesar de que en la ciudad se encuentran diferentes instituciones comprometidas con los discapacitados, ubicar a estas personas es una tarea difícil, puesto que después de la etapa de recuperación de los pacientes amputados, el registro de su evolución depende enteramente de la voluntad del mismo, encontramos debido a esto, que no existe un seguimiento real de las personas con discapacidad.
- Es importante señalar que la actitud de las personas con respecto al desarrollo este tipos de productos, se torna en un principio algo escéptica, puesto que los discapacitados en general no sienten esta condición tanto como las personas que los rodean, es necesario apuntar que no es objetivo del proyecto hacer notar las deficiencias que tienen estas personas, sino mas bien, mostrarles que estos dispositivos buscan facilitar su desempeño en los diferentes contextos en los que se desenvuelven y que se diseñan para interactuar con los dispositivos que normalmente no se crean pensando en los discapacitados.
- Es inevitable que el contacto con personas que han sufrido alguna lesión, nos muestre una manera diferente de ver los objetos y por tanto resalte nuestro aspecto humano sobre el diseño. Por lo tanto a pesar de que la OMS halla dictado sus criterios respecto a la discapacidad, para nosotros fue importante descubrir que hablar de discapacidad en alguna medida ya genera exclusión social, por eso preferimos hacer referencia de este término como una lesión sufrida tal como si nosotros nos cortáramos un dedo y perdiéramos la capacidad de usar la mano, aunque solamente fuese por unos días.
- Para diseñadores que deseen incursionar en este estilo de diseño, siempre que se este dispuesto a comprender nuestras propias limitaciones por no ser discapacitados.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

ANTROPOMETRIA PARA DISEÑADORES. JHON CRONEY editorial Gustavo Gilli S.A. 1978

CIRUGIA RADICAL EN EL APARATO LOCOMOTOR. Cirugía radical del aparato locomotor. Dr. OSCAR FERNANDEZ MENDOZA. Dr. ANGEL FERNANDEZ MORENO

ERGONOMIA 1. Fundamentos. PEDRO R MONDELO; ENRIQUE GREGORI TORADA; PEDRO BARRAU BOMBARDO. Universidad politécnica de Cataluña. 3ª edición.

ERGONOMIA 4 el trabajo en oficinas. PEDRO R. MONDELO; ENRIQUE GREGORI TORADA; OSCAR DE PEDRO GONZALES; MIGUEL A GOMEZ FERNANDEZ. Universidad politécnica de Cataluña. 3ª edición.

LAS DIMENSIONES HUMANAS EN LOS ESPACIOS INTERIORES. Estándares antropométricos. JULIUS PANERO; MARTIN ZELNIK. Editorial Gustavo Gilli, S.A. Barcelona 1983

LIBRO BLANCO I+D+I AL SERVICIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LAS PERSONAS MAYORES. MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. España 2003

MANUAL DEL DISEÑO INDUSTRIAL. GERARDO RODRIGUEZ M. Ediciones Gilli S.A. de México.

WONG WICIUS. FUNDAMENTOS DE DISEÑO INDUSTRIAL. 5ª Edición. Editorial Gustavo Gilli S.A. Barcelona 2002

Referencias consultadas

BIOMECANICA. Tecnologías al servicio de las personas con discapacidad y las personas mayores INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA. Disponible en la pg www.ibv.org/libros del instituto de biomecánica de valencia [citado el 02-10-2007]

BIOMECANICA. Valoración funcional. INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA. Libro disponible en formato pdf. En la pg www.ibv.org/libros [citado el 22-09-2007]

COLOMBIA Y LAS MINAS ANTIPERSONA. Radiografía de un país amenazado. UNICEF COLOMBIA. Documento en pdf. Publicado en la pg www.unicef.org.co. [Citado el 10-06-2007]

DATUS. Como obtener productos con alta usabilidad. INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA. FUNDACION CEDAT. Disponible en la pagina www.ibv.org/libros [citado el 22-11-2007]

LA DISCAPACIDAD departamento nacional de estadística DANE. Boletín informativo publicado en la pagina www.dane.gov.co/poblacion

MANUAL SOBRE LA DISCAPACIDAD. Organización mundial de la salud. Disponible documento pdf. En la pg www.who.int/publicaciones/es/ de la organización mundial de la salud [citado el 2-09-2007]

QUIENES SON LAS PERSONAS DISCAPASITADAS. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Disponible documento en pdf. Publicado en la pg www.who.int/publicaciones/es [Citado el 14-10-2007]

PREGUNTAME SOBRE ACCESIBILIDAD Y AYUDAS TECNICAS. CENTRO ESTATAL DE AUTONOMIA PERSONAL Y AYUDAS TECNICAS. España. Disponible en la pagina www.ibv.org/libros del instituto de biomecánica de valencia [citado el 22-11-2007]

Centros de documentación

Biblioteca Universidad Industrial de Santander
Servicio nacional de aprendizaje SENA
Departamento administrativo nacional de estadística DANE
Enciclopedia Microsoft Encarta 2006.

Consultores

- *Hernán Andrés Villegas Ángel* director fundación Unicornio. Programas de rehabilitación de personas con discapacidad.
- *Ludy Cabezas* presidenta ASOPAR fundación discapacitados.
- *Carlos José Ramón*. Fundación Carlos José Ramón.
- *Claudia Borda* directora de salud ocupacional PONAL.
- *Fundacion Nazaret*. Hogar de rehabilitación para al discapacitado.
- *Teófilo Rincón Mancilla*, Alcaldía de Bucaramanga, Desarrollo Social oficina de Discapacitados.

ANEXO A. LEGISLACIÓN COLOMBIANA SOBRE DISCAPACIDAD.

Marco legal

Las personas con discapacidad están expuestas a situaciones de discriminación y exclusión social que les impide ejercitar sus derechos y libertades al igual que el resto, haciéndoles difícil participar plenamente en las actividades ordinarias de las sociedades en que viven. En las 2 últimas décadas el enfoque hacia las personas con discapacidad ha cambiado, dejando atrás el enfoque médico, asistencial o caritativo para comenzar a ser vistas como sujetos portadores de derechos.

De los derechos fundamentales en nuestra constitución

Artículo 13. Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica.

El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados.

El Estado protegerá especialmente a aquellas personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan.

Artículo 16. Todas las personas tienen derecho al libre desarrollo de su personalidad sin más limitaciones que las que imponen los derechos de los demás y el orden jurídico.

Artículo 25. El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.

Artículo 47. El Estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran.

Artículo 49. La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

Política Pública Nacional de Discapacidad⁴¹

Presentación de la política pública de discapacidad y de los compromisos para su implementación, así como las estrategias para su desarrollo con la participación de las instituciones del Estado en las diferentes entidades territoriales, la sociedad civil y la ciudadanía.

Los enfoques del Manejo Social del Riesgo (MSR), y del Sistema de Protección Social (SPS) permiten replantear las áreas tradicionales sobre las cuales se ha venido desarrollando el tema de la discapacidad. El enfoque del MSR se basa en la idea de que todas las personas, hogares y comunidades son vulnerables a diferentes riesgos, centra sus herramientas más allá de los instrumentos que permiten manejar adecuadamente el riesgo, promoviendo la disposición a asumirlos y proporcionar apoyo a quienes son más pobres.

Se soporta en tres niveles de manejo del riesgo (informal, mercado y público); tres estrategias para abordar el riesgo: reducción del riesgo (prevenir, promover), mitigación del riesgo (asegurar contra la contingencia), y superación (atender, equiparar oportunidades, habilitar y rehabilitar); y la organización y coordinación de la acción conjunta y articulada de diferentes actores (personas, hogares, comunidades, ONG, niveles de gobierno y organizaciones internacionales).

En consecuencia, para los fines de la presente política, se considera a la condición de discapacidad y al riesgo de padecerla, como el conjunto de condiciones ambientales, físicas, biológicas, culturales, económicas y sociales, que pueden afectar el desempeño de una actividad individual, familiar o social en algún momento del ciclo vital. Es decir, la discapacidad tiene una dimensión superior a la de un problema de salud individual, y por tanto afecta al individuo en relación con su familia y en su integración social. La discapacidad no necesariamente es una desventaja; es la situación que la rodea y la falta de oportunidades para superar el problema lo que genera tal condición.

Ley 361 de 1997, Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones.

Determina el conjunto de derechos de las personas en situación de discapacidad. Establece intervenciones a nivel de prevención, educación y rehabilitación, integración laboral, bienestar social y, accesibilidad para las personas con discapacidad.

La Ley se fundamenta en los artículos 13, 47, 54 y 68 de la Constitución Nacional que reconocen la dignidad propia de las personas con limitación en sus derechos fundamentales,

⁴¹ <http://www.discapacidadcolombia.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=36>

económicos, sociales y culturales para su completa realización personal y su total integración social.

Busca la normalización social plena y la total integración de las personas con limitación de manera armónica con disposiciones legales expedidas sobre la materia como la Declaración de los Derechos Humanos proclamada por las Naciones Unidas en el año 1948, la Declaración de los Derechos del Deficiente Mental aprobada por la ONU el 20 de diciembre de 1971, la Declaración de los Derechos de las Personas con Limitación, aprobada por la Resolución 3447 de la misma organización, del 9 de diciembre de 1975, el Convenio 159 de la OIT, la Declaración de Sund Berg de Torremolinos, UNESCO 1981, la Declaración de las Naciones Unidas concerniente a las personas con limitación de 1983 y la recomendación 168 de la OIT de 1983.

Ley 361 de 1997 de la prevención, la educación y la rehabilitación.

Capítulo IV. De la integración laboral

Art. 22. El Gobierno dentro de la política nacional de empleo adoptará las medidas pertinentes dirigidas a la creación y fomento de las fuentes de trabajo para las personas con limitación para lo cual utilizará todos los mecanismos adecuados a través de los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social, Salud Pública, Educación Nacional y otras entidades gubernamentales, organizaciones de personas con limitación que se dediquen a la educación, a la educación especial, a la capacitación, a la habilitación y rehabilitación. Igualmente el Gobierno establecerá programas de empleo protegido para aquellos casos en que la disminución padecida no permita la inserción al sistema competitivo.

Art. 23. El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA realizará acciones de promoción de sus cursos entre la población con limitación y permitirá el acceso en igualdad de condiciones de dicha población, previa valoración de sus potencialidades a los diferentes programas de formación. Así mismo a través de los servicios de información para el empleo establecerá una línea de orientación laboral que permita relacionar las capacidades del beneficiario y su adecuación con la demanda laboral.

Art. 24. Los particulares empleadores que vinculen laboralmente personas con limitación tendrán las siguientes garantías:

A. A que sean preferidos en igualdad de condiciones en los procesos de licitación, adjudicación y celebración de contratos, sean estos públicos o privados si estos tienen en sus nominas por lo menos un mínimo del 10% de sus empleados en las condiciones de discapacidad enunciadas en la presente Ley debidamente certificadas por la oficina de trabajo de la respectiva zona y contratados por lo menos con anterioridad a un año;

igualmente deberán mantenerse por un lapso igual al de la contratación.

B. Prelación en el otorgamiento de créditos subvenciones de organismos estatales, siempre y cuando estos se orienten al desarrollo de planes y programas que impliquen la participación activa y permanente de personas con limitación.

Ministerio de educación nacional

Resolución 2565 de octubre 24 de 2003

Por la cual se establecen parámetros y criterios para la prestación del servicio educativo a la población con necesidades educativas especiales.

Artículo 3°. Organización de la oferta. Cada entidad territorial organizará la oferta educativa para las poblaciones con necesidades educativas especiales por su condición de discapacidad motora, emocional, cognitiva (retardo mental, síndrome down), sensorial (sordera, ceguera, sordoceguera, baja visión), autismo, déficit de atención, hiperactividad, capacidades o talentos excepcionales, y otras que como resultado de un estudio sobre el tema, establezca el Ministerio de Educación Nacional. Para ello tendrá en cuenta la demanda, las condiciones particulares de la población, las características de la entidad y el interés de los establecimientos educativos de prestar el servicio. En este proceso se atenderá el principio de integración social y educativa, establecido en el artículo tercero del Decreto 2082 de 1996.

ANEXO B. CENSO DE POBLACIÓN 2005⁴²

El Censo de Población es la principal fuente de información demográfica que se tiene para conocer y estudiar determinadas características de la población. Debido a la complejidad de realización y a los recursos necesarios para su ejecución, los censos de población se elaboran cada diez años. El más reciente Censo de Población se realizó en 2005; el anterior fue el del 2003, en éste por primera ocasión se incluyó una pregunta en el formulario censal que permite conocer el tipo de discapacidades que se presentan en la población colombiana.

Enfoque “Deficiencia”

Las preguntas sobre deficiencia producen información sobre un grupo de población más reducido.

Es difícil indagar mediante interrogatorio la gravedad de la limitación, ya que ésta es función de la actividad cotidiana.

Las preguntas sobre deficiencia pueden ser precisas y facilitar la captación de la información; sin embargo, el uso de términos clínicos para algunas deficiencias puede dificultar su clasificación en las opciones de respuesta y la determinación de si es o no deficiencia. Para evitar lo anterior se requiere de la presentación de una clasificación que abarque toda la gama de opciones.

En el censo de 1993 y el precenso 2003 en Colombia se pregunta sobre deficiencias físicas o mentales; actualmente la Organización de las Naciones Unidas (ONU) recomienda que en los censos se pregunte sobre discapacidad.

Al igual que con la discapacidad, cuando se pregunta sobre deficiencias debe preguntarse directamente por cada persona que vive en el hogar para tener las principales características socio -demográficas: sexo, edad, escolaridad, etc.

Enfoque “Limitaciones”

Las preguntas sobre limitaciones producen información sobre un grupo de población más amplio.

Las personas pueden reconocer las limitaciones leves, moderadas y graves en sus actividades cotidianas.

Con el enfoque de las limitaciones se alude a la experiencia de la persona respecto al desarrollo de las actividades de la vida diaria.

⁴² Página de Internet <http://www.dane.gov.co/censo/>

La pregunta sobre limitaciones debe hacerse directamente por cada persona que vive en el hogar para tener las principales características socio -demográficas: sexo, edad, escolaridad, etc.

Las Naciones Unidas recomiendan el uso del enfoque de limitaciones para su captación a través de los censos de población.

EL CENSO GENERAL 2005 UTILIZO UTILIZÓ ESTE ENFOQUE

II. Cuestionario de las unidades censales. C. Módulo de personas.

39. ¿... tiene limitaciones permanentes para: (BÁSICO)

1. Sí 2.No

39.1 ¿Moverse o caminar?

39.2 ¿Usar sus brazos o manos?

39.3 ¿Ver, a pesar de usar lentes o gafas?

39.4 ¿Oír, aún con aparatos especiales?

39.5 ¿Hablar?

39.6 ¿Entender o aprender?

39.7 ¿Relacionarse con los demás por problemas mentales o emocionales?

39.8 ¿Bañarse, vestirse, alimentarse por si mismo?

39.9 ¿Otra limitación permanente?

40. De las anteriores limitaciones de ... ¿Cuál es la que más afecta su desempeño diario? (AMPLIADO)

0.1 ¿Esta limitación fue ocasionada: (AMPLIADO)

1. ¿Porque nació así?

2. ¿Por una enfermedad?

3. ¿Por un accidente?

4. ¿Por violencia de grupos armados?

5. ¿Por violencia dentro del hogar?

6. ¿Por violencia de delincuencia común?

7. ¿Por edad avanzada, envejecimiento?

8. ¿Por otra causa?

9. ¿No sabe?

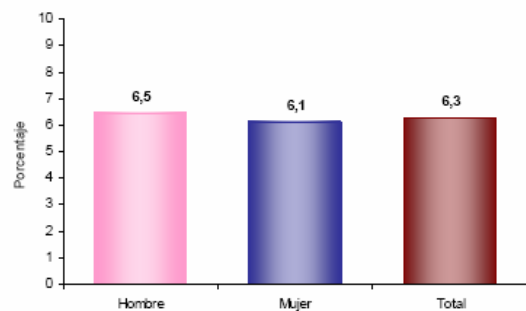
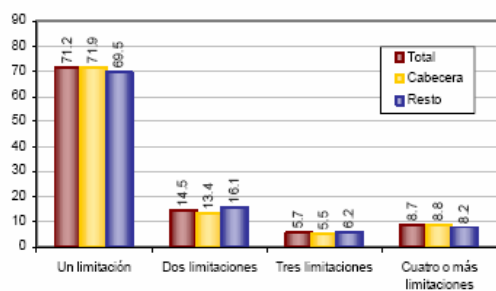
Resultados sobre limitaciones permanentes.

Con el fin de obtener un marco que permita realizar estudios específicos sobre el tema de discapacidad, el Censo General de Población incluyó una pregunta en el formulario básico, con el enfoque conceptual aportado por la Clasificación Internacional del Funcionamiento la Salud y la Discapacidad, CIF. La pregunta incluida fue concertada con las entidades de y

para la discapacidad y con algunos miembros del Comité Consultivo Nacional, con quienes se realizaron las pruebas de contenido para su definición.

Los Censos de la ronda del 2000 en América Latina han incluido preguntas con discapacidad, algunos con el enfoque de deficiencias severas (alteraciones en el cuerpo), como es el caso de Venezuela, México y Chile; otros con una combinación entre deficiencias severas y limitaciones, como es el caso de Ecuador, el caso de Brasil y Colombia desde el enfoque de limitaciones.

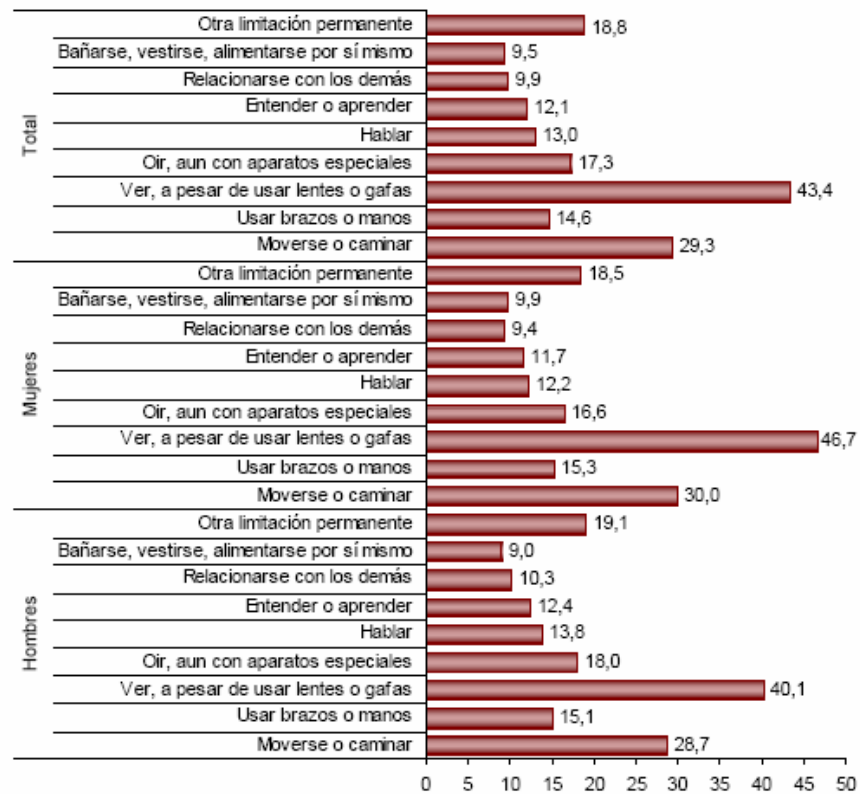
De acuerdo con los datos preliminares del Censo General del 2005, la tasa de Prevalencia para el total de la población (6.3%) es mayor en hombres (6,6%) que en mujeres (6,1%).



Fuente: <http://www.dane.gov.co/censo/>

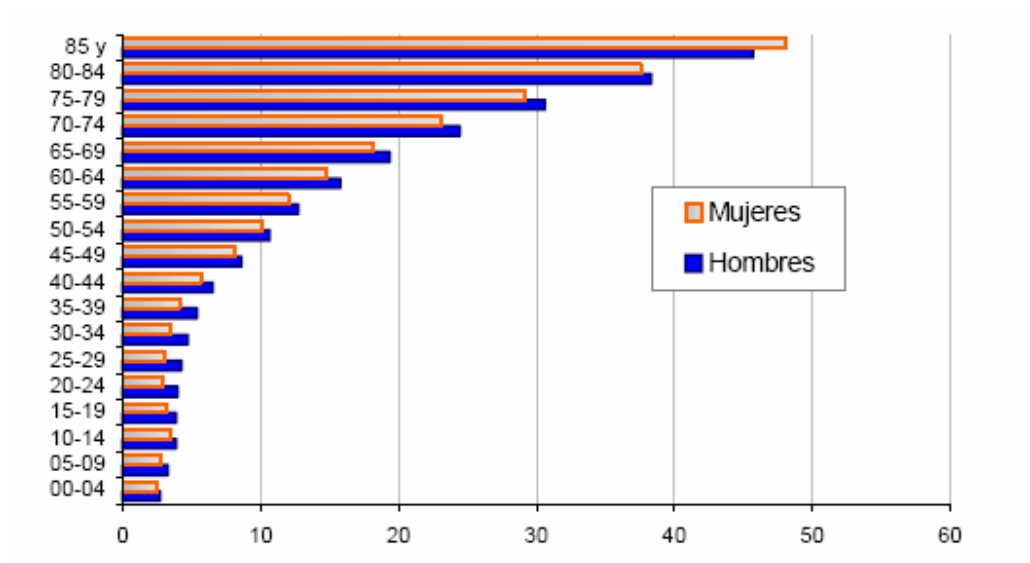
Del total de personas que reportaron alguna limitación, el 29,3% poseen limitaciones para moverse o caminar, el 14,6% para usar brazos y manos, el 43,4% para ver a pesar de usar lentes o gafas, el 17,3% para oír aun con aparatos especiales, el 13,0% para hablar, el 11,7% para entender o aprender, 9,4% para relacionarse con los demás por problemas mentales o emocionales, el 9,9% para bañarse, vestirse o alimentarse por sí mismo y el 18,8% presentan otra limitación.

En la siguiente tabla se pueden ver los anteriores datos y su distribución por sexo.



Limitaciones por grupos de edad y sexo

El Censo 2005 reporta una Prevalencia mayor de limitaciones permanentes en la población adulta. Este comportamiento al evaluarlo por sexo, es mayor en hombres, excepto en el grupo de 85 años y más. Así, en el grupo de 50 a 54 años, el 10,6% de los hombres y el 10,1% de las mujeres presentan limitaciones permanentes, mientras que en el grupo de 80 a 84 años, es el 38,3% de los hombres y el 37,6% de las mujeres que presentan esta condición.



Fuente: <http://www.dane.gov.co/censo/>

ANEXO C. AMPUTACIÓN. DEFINICIÓN. NIVELES DE AMPUTACIÓN EN EL MIEMBRO SUPERIOR.

Miembro superior

El miembro superior se articula con el tronco a través de una cintura escapular y se divide en tres segmentos: brazo, antebrazo, y mano. El miembro superior se caracteriza por su considerable movilidad.

La amputación es la remoción o resección total o parcial de una extremidad seccionada a través de uno o más huesos, en forma perpendicular al eje longitudinal del miembro. En relación al mecanismo de producción puede ser de os tipos:

- c. Amputación primaria o traumática: Aquella producida por un agente traumático.
- d. Amputación secundaria o quirúrgica: Aquella electiva o programada para ser realizada por medio de un acto quirúrgico.

La amputación es irreversible ningún miembro artificial posee percepción sensitiva, de manera que es importante no eliminar una extremidad que mantenga intacta su sensibilidad, aún cuando haya desaparecido su funcionalidad motora.

Muñón o miembro residual.

Es lo que queda de la extremidad después de la amputación y para que sea funcional, es necesario que tenga un brazo de palanca suficiente que permita el manejo de una prótesis, que no sea doloroso y que sea capaz de soportar roces y presiones. Para este fin es fundamental un nivel conveniente, que las articulaciones del muñón sean suficientemente móviles. Si el muñón tiene una musculatura potente, si no hay trastornos circulatorios y la piel esta bien endurecida se puede considerar como un buen muñón.

Nivel de amputación.

Se considera dividiendo en tercios los segmentos del brazo y el antebrazo o las articulaciones cercanas como es el caso de la interescápulo torácica, hombro, codo y muñeca.

Cuanto más elevado es el nivel de la amputación más articulaciones se pierden y hay menos potencia, debido a la pérdida muscular y al menor brazo de palanca para controlar una prótesis.

Por lo tanto se trata de preservar lo más posible de la extremidad comprometida, tomando en consideración no solo su longitud, sino los niveles funcionales de la misma, es decir, las articulaciones.

Cualquier nivel puede ser usado para realizar una amputación, desde la raíz del miembro hasta su porción más distal, muchas veces la longitud depende de la magnitud de la lesión o la gravedad de la enfermedad. Sin embargo frente a esto se tiene lo que se ha denominado como los “niveles ideales”, en los cuales se conserva buena movilidad, poseen gran brazo de palanca y permiten una fácil adaptación de las prótesis.

Algunas causas o indicadores para las amputaciones son:

Enfermedad vascular. La falta de circulación en el miembro constituye una indicación absoluta para la amputación. La insuficiencia circulatoria secundaria a enfermedad vascular arteriosclerótica, constituye la causa más frecuente de amputación, generalmente va asociada a diabetes mellitus y puede llegar a necrosis (gangrena) en las enfermedades con o sin infección agregada.

Traumáticas. Accidentes de trabajo, tránsito, bélicos, etc., como recurso para salvar la vida en la que hay pérdida del aparato neuromuscular, con aplastamiento grave, compromiso vascular y deterioro marcado de la piel.

Infección. En ciertos casos, una infección agresiva localizada en alguna extremidad, además de producir compromiso focal, compromete seriamente el estado general. Por ejemplo la gangrena o la lepra.

Neoplasia. Sobre todo si son tumores malignos y primarios, requieren de un tratamiento radical, antes que produzcan metástasis o si el dolor es intenso, si la neoplasia se ha ulcerado o por fractura patológica.

Deformidades. Sean estas de tipo congénitas o adquiridas, niños con deformidades parciales o totales de la extremidad pueden llegar a requerir ciertas intervenciones quirúrgicas para hacer más funcional la extremidad afectada.

Lesiones nerviosas. Cuando hay úlceras tróficas en un miembro anestésico o infectado.

Principios y técnicas quirúrgicas de las amputaciones

Las amputaciones pueden ser: cerradas o abiertas.

Amputaciones cerradas.

La cirugía de las amputaciones tiene ciertos principios básicos, los más importantes son:

Manguito neumático: Facilita la amputación. Habitualmente la extremidad se vacía de sangre envolviéndola con una venda antes de inflar el manguito. En las amputaciones por

infecciones o neoplasias malignas no es aconsejable sacar la sangre de esta forma; la elevación de miembro durante 5 minutos debe preceder al inflado del manguito.

Colgajos cutáneos: Es importante cubrir el muñón con piel buena. La piel del extremo del muñón debe ser móvil y tener una sensibilidad normal. Con los modernos encajes y prótesis de contacto total la localización de la cicatriz no suele ser importante. Pero la cicatriz no debe estar pegada al hueso subyacente porque dificulta el ajuste de la prótesis y porque este tipo de cicatriz se abre tras el uso de prótesis por tiempo prolongado.

Músculos: Se seccionan justo por debajo del nivel deseado de sección del hueso para que sus extremos se retraigan hasta ese nivel. Puede ser necesario biselar o contornear los músculos para obtener un muñón adecuado y no demasiado voluminoso.

Nervios: Lo mejor es aislarlos, tirando de ellos suavemente hacia la herida y cortándolos limpiamente con una hoja afilada para que el extremo cortado se retraiga hasta una posición bien proximal al nivel de sección del hueso.

Vasos sanguíneos: Los grandes deben aislarse y ligarse de forma individual con un hilo reabsorbible o no reabsorbible antes de cortarlos. Los más grandes deben ligarse en duplicado y los pequeños es suficiente con una ligadura. Antes de cerrar el muñón debe aflojarse el manguito de isquemia, coger pinzas y ligar o coagular todos los puntos sangrantes porque es importante conseguir hemostasia.

Hueso: se deben reseca las prominencias óseas que no estén bien almohadilladas con tejidos blandos y deberá raspase el resto del hueso para formar un contorno liso, especialmente en la cara anterior de la tibia y en la amputación estiloides del radial en la desarticulación de la muñeca.

Amputaciones abiertas.

Son aquellas en donde la piel no se cierra sobre el extremo del muñón. El propósito es evitar o eliminar la infección de manera que finalmente pueda cerrarse el muñón sin comprometer la herida. Se indican en las infecciones y en las heridas traumáticas graves con destrucción extensa de tejido y gran contaminación por material extraño. Hasta que el muñón cicatrice finalmente, se administrarán los antibióticos apropiados.

Las amputaciones abiertas son de 2 tipos: con colgajos cutáneos y las abiertas circulares. Las amputaciones con colgajos cutáneos invertidos son el método de elección, se permite el drenaje libre de la herida y suele estar lista para el cierre secundario en 10-14 días sin acortar el muñón. Por el contrario la cicatrización de una amputación abierta circular es muy prolongada y depende del uso de tracción cutánea constante que tiende a tirar los tejidos blandos sobre el extremo del muñón y además suele producir una cicatriz estrellada o enrollada que puede dificultar la colocación de una prótesis.

Amputaciones de la extremidad superior

En las amputaciones de la extremidad superior por encima de la mano, debe conservarse la mayor parte posible de miembro que sea compatible con el buen juicio clínico y con la naturaleza del trastorno que exige la amputación.

La mano es de manera incuestionable el segmento más importante de la extremidad superior. La función de los muñones de amputación se reduce de forma progresiva al subir el nivel de la amputación.

Amputación de la muñeca

Amputación transcarpiana, desarticulación de la mano

Estos dos tipos de amputación son preferibles a la amputación a través del antebrazo, porque, debido a que no se modifica la articulación radiocubital, se conserva la pronación y la supinación; estos movimientos son valiosos para el paciente y debe hacerse todo lo posible por conservarlos.

Amputaciones del antebrazo

(Por debajo del codo)

En las amputaciones a éste nivel es deseable conservar la mayor longitud de extremidad posible.

Cuando la articulación de la extremidad superior está muy afectada, es menos probable que curen bien las amputaciones a través del tercio distal, que las realizadas a un nivel más proximal, debido a que la piel más distal suele ser más delgada y tiene menos tejido subcutáneo; también los tejidos blandos a nivel más distal se componen básicamente de estructuras poco vascularizadas como fascia y tendones.

Por esta razón en estas circunstancias excepcionales es preferible la amputación en la unión de los tercios medio y distal del antebrazo.

En las amputaciones a través del tercio proximal del antebrazo es preferible dejar un muñón muy pequeño por debajo del codo de 3.8-5 centímetros de largo a una amputación a través del codo. Es muy importante conservar la articulación del codo.

Desarticulación del codo

Esta articulación es un nivel excelente de amputación porque el encaje de la prótesis puede agarrarse con fuerza a los cóndilos humerales.

ANEXO D. MALFORMACIÓN CONGÉNITA.

Malformación congénita.

Según el informe de un grupo científico de la O. M. S., se define como Malformación Congénita "Una u otra de las muchas anomalías macroscópicas, que pueden darse en el recién nacido, aún cuando no sean observables inmediatamente después del nacimiento".

La malformación congénita se presenta mayoritariamente en defectos de las extremidades, corazón y médula espinal, para nuestro caso de estudio elegimos se eligen las que involucran la extremidad superior ubicada a la altura de la mano.

A continuación se hará una descripción de las causas más comunes que generan esta patología.

Genéticas. En la antigüedad las malformaciones eran vistas como un aviso o un castigo de los dioses. Incluso bastante recientemente se pensaba que algunos acontecimientos durante el embarazo (tales como ser asustada por un ratón) podían dar lugar a defectos específicos en el niño, por ejemplo, una marca de nacimiento con forma de ratón. Estas creencias todavía persisten en algunos lugares. Sin embargo casi todas las anomalías que se pueden achacar a una causa única tienen un origen genético. Esto no significa que los padres sufran necesariamente del mismo defecto. Puede ocurrir que sólo sean portadores de la condición o que el problema genético aparezca por primera vez en las células que van a dar lugar al niño. El 25% de todas las malformaciones tiene una causa genética conocida.

Ambientales. Las causas ambientales (incluyendo la exposición a drogas, la radiación y las enfermedades) se pueden identificar en el 10% de las malformaciones congénitas. El riesgo de exposición a estos factores ambientales suele causar gran preocupación aunque las causas genéticas son más frecuentes.

Otras causas. La causa exacta del restante 65% de malformaciones es desconocida. Muchas de ellas se deben a la interrelación entre los factores genéticos y ambientales. Por ejemplo, algunos niños pueden tener una susceptibilidad genética a ciertos factores ambientales. Si son expuestos a dichos factores durante el desarrollo, se producirá la malformación. Si no se exponen a estos factores, serán totalmente normales. Otros niños expuestos al mismo factor ambiental, pero que no tienen la susceptibilidad genética, serán normales. Esto puede hacer difícil encontrar la causa exacta de una malformación.

El Proyecto Genoma Humano ha terminado ya la secuenciación de todos los genes normales que se encuentran en el hombre. En el futuro esto será de gran valor para dilucidar el papel de los factores ambientales y genéticos en las malformaciones congénitas.

A pesar del gran desarrollo que ha experimentado y no obstante los extraordinarios alcances que ha logrado la investigación médica en muchos campos, es relativamente poco lo que se ha avanzado en el ámbito de las Malformaciones Congénitas. Sin embargo, los estudios sobre este tema han ido proliferando en todo el mundo y poco a poco se va arrojando luz sobre los factores que condicionan su presentación, permitiendo de esta manera implantar algunas medidas de profilaxis. Es así, como en algunos trabajos realizados en diferentes lugares, ha podido determinarse su incidencia e identificarse algunos de sus factores de riesgo.

Etiología general de las malformaciones

La teratología es la disciplina que estudia las malformaciones congénitas (teratos = monstruo). De esta manera, los elementos o agentes que son capaces de causar una malformación congénita son teratógenos. Los teratógenos ejercen su acción observándose una marcada susceptibilidad individual y especificidad por órganos. La patogenia de la mayor parte de las malformaciones congénitas es aún desconocida. El desarrollo intrauterino se divide en el periodo embrionario que ocupa las primeras 9 semanas y el periodo fetal que finaliza al nacimiento. En el periodo embrionario es donde se produce la organogénesis fundamentalmente por el crecimiento y maduración de los órganos con una notable disminución de la susceptibilidad a agentes teratógenos en los períodos más tardíos.

Varias de las personas que fueron contactadas por el equipo de trabajo y que colaboraron con el desarrollo del proyecto, presentan malformación congénita, nacieron sin el desarrollo adecuado de la mano, nos contaron que este tipo de malformación se debe a un caso específico, denominado síndrome de bridas amnióticas. A continuación detallaremos este caso.

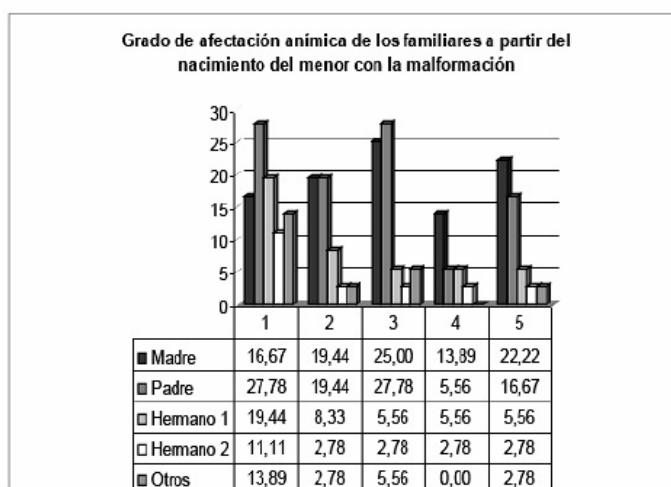
El síndrome de bridas amnióticas⁴³ es un complejo de anomalías congénitas por alteración de un proceso de desarrollo originariamente normal. Es resultado de la ruptura prematura del amnios con formación de bandas que comprimen las bandas fetales. La presentación más típica consiste en anillos de constricción en los miembros, amputaciones digitales asimétricas y pseudosindactilia. También se han descrito alteraciones faciales y defectos de la pared abdomino-torácica. Aunque se han publicado algunos casos parecidos, en la mayoría no se ha podido determinar el factor que los causa. La siguiente imagen es de una niña de ocho meses de edad con hallazgos típicos del síndrome.

⁴³ Dras. *Hilda Bibas Bonet* Servicio de Neurología, Hospital del Niño Jesús, San Miguel de Tucumán. *María F. Atar* y *Mariana Espíndola Echazú* Pasantía Rural, Cátedra de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán.
http://www.sap.org.ar/staticfiles/archivos/2002/arch02_3/242.pdf



Condiciones en la familia con niños que tienen malformaciones.

A partir del nacimiento del niño con la malformación se alteran el estado de ánimo de las distintas personas en la familia. En la madre lo más frecuente fue la tristeza, estar callada, estar irritable. En el padre, los cambios reportados se orientan positivamente, pues está más pendiente, es más cariñoso, más optimista y más comprensivo. En cuanto a los cambios no tan favorables, se reportó que algunos padres se volvieron un poco más irritables, tristes, de mal genio y más alejados. En los hermanos, el cambio reportado fue el incremento en la inquietud, la preocupación, estar triste, celoso pero cariñoso. En otros familiares, los cambios se reportaron para las abuelas con ánimo negativo y reclamos.



En el gráfico se muestra el grado de afectación anímica de los familiares a partir del nacimiento del niño con la malformación, calificado por la madre, en una escala de 1 a 5. Se evidencia que la más afectada es la madre con un 22,22% que califica en 5 y un 13,9% que califica en 4, seguido por un 16,7% de los padres que califican en 5.

A partir del nacimiento del niño con la malformación se temen nuevos embarazos, el 38,9% respondió que un poco; 33,33% que bastante, 16,7% que nada y 11,11% que mucho.

En el tema a la relación de pareja, a partir del nacimiento del niño con la malformación ha cambiado la relación de pareja, el 55,6% considera que ha cambiado un poco, el 36,11% considera que nada y 8,33% considera que ha cambiado mucho. Con respecto al tipo de cambio en la relación de pareja, un 25% considera que están más unidos y un 8,3% que están mejor (hablan más, mayor apego del padre al hijo/a con la malformación y a la esposa). En dirección negativa, en un caso la relación de pareja empeoró y se separaron, también en un caso se reporta que el padre se ha alejado y en otro que dejó de compartir como pareja.

Se concluye que las madres como cuidadoras principales de los niños con malformación presentan alteraciones importantes en la dimensión psicológica, especialmente por el impacto anímico en términos de ansiedad y preocupaciones por el futuro y de manera igualmente importante en el componente relacionado con la distribución de las actividades requeridas para el cuidado del niño. En este último aspecto, es de notar que tanto el componente cualitativo como el componente cuantitativo resaltan que es en la madre en quien se centran todas las acciones de cuidado diario del niño así como la asistencia a controles médicos, manejo de la información y otros aspectos médicos del cuidado. En el dominio de funcionamiento psicológico, una proporción importante de las madres (72%) reconoce haber presentado cambios y para más del 15% esas alteraciones son significativas. Se evidencia que a partir del nacimiento, el nivel de preocupación y tensión ha aumentado en más de la mitad de las entrevistadas y se han sentido nerviosas; 30,6% reconoce la sobrecarga al cuidador o la distribución inequitativa de las actividades necesarias para el cuidado, dato que es importante si se tiene en cuenta que la sobrecarga de rol es la más frecuente causa de agotamiento físico y emocional en los cuidadores, según lo reportado por la literatura para todo tipo de patologías médicas.

ANEXO E. ESTUDIO DEMOGRÁFICO.

Como se mencionó anteriormente según los datos obtenidos del censo de 2005 realizado por el DANE, hay en el país aproximadamente 360.000 personas con limitaciones para usar brazos y manos, y en Santander el índice alcanza un 14.3%, esta estadística envuelve a todas las personas que poseen discapacidad en la extremidad superior, sin tener en cuenta la naturaleza de cada una o sin diferenciar el tipo de discapacidad, sin embargo estos datos de referencia nos acercan de forma global a la problemática actual de los discapacitados en Colombia.

Por lo tanto, actualmente no se poseen datos específicos de la población cuya discapacidad en su extremidad superior sea ocasionada por amputación parcial del miembro o por la malformación congénita.

En el desarrollo del proyecto se efectuaron visitas de campo a diferentes instituciones tanto privadas (Ortosander), como gubernamentales (Alcaldía de Bucaramanga, Desarrollo Social, oficina para discapacitados), así como a fundaciones sin ánimo de lucro (Fundación Nazareth, Unicornio), para indagar acerca de las estadísticas actuales y el manejo que las instituciones realiza a esta población, en el departamento de Santander, en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, cabe anotar que las bases de datos con las que cuentan estas instituciones varía una respecto a otra, ya que las personas que acuden a estas instituciones difieren en su condición social y económica, pero algunos datos generales que se manejan provienen de los estudios realizados por el DANE en el censo del 2005 y de la dirección de censos y demografía del mismo. Para el desarrollo del proyecto se tomarán los datos obtenidos a través de fuentes anteriormente nombradas.

La siguiente tabla ilustra el índice nacional de discapacitados de brazos y manos.

COLOMBIA: La Discapacidad
Censo General 2005

	Población	Prevalencia
Total personas censo 2005	41.242.948	
Total personas con por lo menos una limitación	2.632.255	6,4
Personas con limitaciones para ver	1.143.992	43,5
Personas con limitaciones para caminar	770.128	29,3
Personas con limitaciones para oír	454.822	17,3
Personas con limitaciones para usar brazos y manos	387.598	14,7
Personas con limitaciones para hablar	340.430	12,9
Personas con limitaciones para entender aprender	315.601	12,0
Personas con limitaciones para relacionarse con los demás	257.573	9,8
Personas con limitaciones para su autocuidado	247.113	9,4
Personas con otra limitación	494.683	18,8

En la siguiente tabla se observa el porcentaje de personas con limitaciones para usar brazo y mano por departamento.

Departamento	%
Vichada	58,3
Vaupés	25,7
Guanía	18,3
Guaviare	17,6
Cesar	16,3
Magdalena	16,2
Amazonas	15,9
Meta	15,9
Antioquia	15,7
Boyacá	15,6
Huila	15,5
Atlántico	15,5
Cundinamarca	15,1
Putumayo	15,0
Caldas	14,7
Bogotá	14,7
Cauca	14,7
Tolima	14,6
Santander	14,3
Córdoba	14,3
Nariño	14,1
San Andrés y Providencia	13,9
Risaralda	13,8
Valle del Cauca	13,8
La Guajira	13,8
Bolívar	13,8
Chocó	13,7
Caquetá	13,4
Arauca	13,3
Norte de Santander	13,2
Quindío	13,0
Casanare	13,0
Sucre	12,9
Total general	14,7

Población total censada en hogares particulares por tipo de discapacidad en el de departamento, en las ciudades principales y en las rurales.

DEPARTAMENTO	TOTAL	POBLACION CON ALGUNA DISCAPACIDAD	PARÁLISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES	PARÁLISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS INFERIORES
SANTANDER	1'584.601	27.035	2.808	3.120
CABECERA	1'089.313	17.460	1.821	2.157
RESTO	495.288	9.575	987	963

Población total censada en hogares particulares, por tipo de discapacidad. Según sexo y grupos de edad. Total nacional.

TIPOS DE DISCAPACIDAD

SEXO Y GRUPOS DE EDAD	TOTAL	POBLACION CON ALGUNA DISCAPACIDAD	PARÁLISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES	PARÁLISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS INFERIORES
TOTAL NACIONAL	32'132.721	593.546	60.727	62.004
0-14 AÑOS	11'054.523	77.425	6.957	6.911
15-44 AÑOS	15.611.264	187.866	20.943	20.849
45-64 AÑOS	4'022.118	152.446	15.901	15.038
65 Y MAS AÑOS	1'444.816	175.806	16.926	19.206
HOMBRES	15'749.037	307.042	35.525	33.995
0-14 AÑOS	5'619.307	42.089	3.929	3.853
15-44 AÑOS	7'477.427	102.865	13.500	12.624
45-64 AÑOS	1'960.446	76.311	9.538	8.528
65 Y MAS AÑOS	683.857	85.777	8.558	8.990
MUJERES	16'391.684	286.504	25.202	28.009
0-14 AÑOS	5'435.216	35.336	3.028	3.058
15-44 AÑOS	8'133.837	85.001	7.443	8.225
45-64 AÑOS	2'061.672	76.135	6.363	6.510
65 Y MAS AÑOS	760.959	90.032	8.368	10.216

Población total censada en hogares particulares, por tipo de discapacidad. Según sexo y grupos de edad. Total cabecera (ciudades) y resto (rural).

TIPOS DE DISCAPACIDAD

SEXO Y GRUPOS DE EDAD	TOTAL	POBLACION CON ALGUNA DISCAPACIDAD	PARÁLISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES	PARÁLISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS INFERIORES
CABECERA	23'317.693	425.429	44.080	46.131
0-14 AÑOS	7'589.904	56.139	4.446	4.709
15-44 AÑOS	11'759.122	134.330	15.133	15.436
45-64 AÑOS	2'927.236	109.042	11.598	11.284
65 Y MAS AÑOS	1'041.431	125.918	12.603	14.702

HOMBRES	11'087.209	213.721	25.156	24.647
0-14 AÑOS	3'819.595	30.312	2.661	2.611
15-44 AÑOS	5'432.995	72.275	9.680	9.310
45-64 AÑOS	1'371.157	52.307	6.794	6.226
65 Y MAS AÑOS	463.462	58.837	6.021	6.500
MUJERES	12'230.484	211.708	18.924	21.484
0-14 AÑOS	3'770.309	25.827	2.085	2.098
15-44 AÑOS	6'326.127	62.065	5.453	6.126
45-64 AÑOS	1'556.079	56.735	4.804	5.058
65 Y MAS AÑOS	577.969	67.081	6.582	8.202
RESTO	8'815.028	168.117	16.647	15.873
0-14 AÑOS	3'464.619	21.286	2.211	2.202
15-44 AÑOS	3'852.142	53.536	5.810	5.413
45-64 AÑOS	1'094.882	43.404	4.303	3.754
65 Y MAS AÑOS	403.385	49.891	4.323	4.504
HOMBRES	4'653.828	93.321	10.369	9.348
0-14 AÑOS	1'799.712	11.777	1.268	1.242
15-44 AÑOS	2'044.432	30.600	3.820	3.314
45-64 AÑOS	589.289	24.004	2.744	2.302
65 Y MAS AÑOS	220.395	26.940	2.537	2.490
MUJERES	4'161.200	74.796	6.278	6.525
0-14 AÑOS	1'664.907	9.509	943	960
15-44 AÑOS	1'807.710	22.936	1.990	2.099
45-64 AÑOS	505.593	19.400	1.559	1.452
65 Y MAS AÑOS	182.990	22.951	1.786	2.014

Estos son los datos más actualizados que ofrece el DANE a través del censo del 2005 en lo que corresponde a las cifras nacionales y departamentales, sobre los discapacitados en la extremidad superior.

Del total de personas que reportan discapacidad en su extremidad superior, el 8.64% son hombres y el 11.36% son mujeres, de esta población el 9.04% son niños menores de 14 años y el 8.32% son niñas menores de 14 años.

ANEXO F. RESEÑA HISTÓRICA DE LAS AYUDAS TÉCNICAS. CLASIFICACIÓN.

Breve revisión histórica.

Desde siempre se han buscado soluciones tecnológicas a los problemas cotidianos derivados de la enfermedad. Después de la Segunda Guerra Mundial, la medicina de la rehabilitación consiguió perfeccionar sus técnicas con el recurso de prótesis y órtesis de toda índole. En los años cincuenta se plantea que estas personas adquieran destrezas funcionales compensatorias encaminadas a la adaptación y accesibilidad de todos los aspectos del entorno, y a garantizar un máximo de independencia y confort, a pesar de las limitaciones de la propia discapacidad.

En los años sesenta en Gran Bretaña, Bélgica y Suecia aparecen los primeros centros de información sobre ayudas técnicas. Es en Suecia donde se crea un modelo público consistente en una red de información y suministro que facilita a la persona disminuida la ayuda técnica que necesita.

A partir de los años setenta, en Estados Unidos, aparece el movimiento de “Independent living” que impulsará una mayor toma de conciencia de la importancia de las ayudas técnicas; es en esta década cuando la investigación se centra de forma creciente en los problemas tecnológicos suscitados por la discapacidad. Es la tecnología de la rehabilitación la que aplica la ingeniería y otras ciencias a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades o deficiencias. En su proyección educativa la tecnología de la rehabilitación confluye con la tecnología educativa e investiga y desarrolla aplicaciones para la estimulación del desarrollo personal y social del individuo con deficiencias con el resultado de la incorporación de la informática de los microprocesadores.

A principios de los años ochenta, este campo de aplicación se dinamiza multiplicando sus posibilidades con la introducción acelerada del ordenador personal.

En esta década en España, comenzaron a utilizarse de forma paulatina y con bastantes limitaciones las ayudas técnicas, destacándose algunas iniciativas que facilitaban alguna información sobre las mismas: INSERSO, FUNDESCO, y CRUZ ROJA. Insistiendo fundamentalmente en ayudas técnicas para la locomoción y la comunicación (Ayudas ala comunicación - ATAM).

Por otra parte, los primeros ordenadores personales aparecen en el mercado a finales de los años setenta, y poco tiempo después, ya en los ochenta, viéndose las grandes posibilidades que este medio ofrecía en el campo educativo, comienza a utilizarse en el ámbito de la Educación Especial; debido fundamentalmente a que hablamos de una herramienta que sirve para muy diversas tareas, desde permitir el desarrollo de programas específicos hasta la adaptación de cualquier periférico que haga más accesible su utilización. La incorporación de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) a la Educación Especial supone para estos alumnos la posibilidad de acceder, tal vez por primera vez, a la comunicación, a dibujar, a las distintas áreas curriculares, al control del

entorno, a la utilización del ocio y tiempo libre, a una posible salida laboral, a la formación profesional, en definitiva, a mejorar su calidad de vida.

Al mismo tiempo, trajo consigo algunos inconvenientes, tratando de vincular los ordenadores (tecnología de uso complejo) con personas con disminución, con menos recursos para poder acceder a ellos; y por tanto muy dependientes de otras personas.

Estas dificultades han ido creando retos cada vez más importantes en forma de prototipos, aplicaciones, periféricos de acceso, con el fin de tratar dar respuesta a las necesidades de los usuarios con discapacidad tanto en formato hardware como en software.

Podemos decir que la tecnología incide directa o indirectamente en la situación de las personas con discapacidad, facilitando aprendizajes, propiciando la comunicación y el encuentro, desarrollando habilidades, etc. Lo que, sin duda, comporta cambios decisivos en su vida.

Clasificación

Se clasificarán las ayudas técnicas en tres grupos siguiendo un orden creciente de complejidad, basándonos en la clasificación que hace Carmen Basil en su libro "Sistemas de signos y ayudas técnicas para la comunicación aumentativa y la escritura" (1.998).

Ayudas Técnicas básicas:

Son instrumentos de fácil fabricación y bajo costo.

Los soportes para la comunicación, generalmente se les conoce como "tableros de comunicación". Son superficies planas divididas en casillas donde se colocan los símbolos que el usuario, para comunicarse, tendrá siempre que señalar en presencia de su interlocutor; y éste a su vez tendrá que observar con atención las señalizaciones para "leer" el mensaje.

Los tableros pueden ser de diversos tipos, dependiendo de las necesidades específicas del usuario y también de sus posibilidades motrices, algunos de los más comunes son los siguientes:

Trípticos. Son superficies duras divididas en tres cuerpos que se pliegan facilitando su transporte. Van plastificadas protegiendo así los símbolos. Son de fácil confección aunque también los hay comerciales.

Cuadernos. Son un conjunto de hojas plastificadas que contienen los símbolos. Son de fácil transporte pero es necesario que el usuario no tenga dificultades motoras para pasar las hojas o bien que se establezca un código temático por colores donde el niño indique al interlocutor el color, donde quiere que le abra el cuaderno según el símbolo que nos quiera señalar.

Hules. Son superficies de plástico generalmente del tamaño del tablero de la mesa de trabajo que contienen los símbolos, generalmente impresos. Son fácilmente transportables debido al poco peso, pero siempre necesitan una superficie lisa para desplegarlos.

Paneles. Son superficies estables para colocar en la en la mesa o en la pared y pueden ser de uso individual o colectivo en el aula. Son poco transportables pero resistentes.

Tableros o cuadros transparentes. Son superficies duras transparentes, para utilizar de forma vertical, donde se colocan los símbolos de doble cara. Este tipo de tablero se utiliza para cuando el usuario utiliza la mirada como forma de indicación, de modo que el interlocutor al otro lado del cuadro transparente detecta el símbolo hacia donde ha mirado el niño.

Puntero o licornio.- Es una ayuda técnica que se acopla en la cabeza para aquellas personas que tienen afectados los miembros superiores y conservan un adecuado control de los músculos que dirigen la cabeza. Al licornio se le pueden acoplar diversos accesorios: lápiz, rotuladores, pinceles, puntero, imán, etc. y con él puede teclear en la máquina u ordenador, pintar, coger objetos metálicos, desplazar piezas móviles, indicar o señalar, etc.

Adaptador bucal: es un dispositivo similar al licornio pero preparado para sujetar con la boca.

Para la comunicación escrita existen adaptadores de los útiles de escritura que facilitan la forma y la presión con la que coger el lápiz, así como superficies antideslizantes para evitar que el papel resbale, atriles graduables en inclinación para acomodar la postura mas cómoda y funcional para escribir, órtesis para la mano, que fijan una postura posible de escritura o señalización, carcasas protectoras de teclado, transparente con orificios que coinciden con todas y cada una de las teclas, de esta manera el usuario no presionará dos teclas a la vez de forma involuntaria. etc.

También están las Ayudas para el desplazamiento, control postural, movilidad, ergonomía, actividades de la vida diaria, etc., que no describiremos, por centrarnos en aquellas más relacionadas con el contexto educativo de enseñanza y aprendizaje.

Ayudas mecánicas, eléctricas o electrónicas sencillas, de baja tecnología:

Son instrumentos más complejos que los anteriores, pero aun así, de fácil manejo por parte de los usuarios. Tienen la ventaja de ser mas precisos que los anteriores en la elaboración de mensajes.

Algunas ayudas técnicas de este tipo son:

Señalador de reloj: Es un dispositivo eléctrico donde una aguja va rotando similar a como lo hace una aguja de un reloj, señalando los símbolos o imágenes que se colocan formando

un círculo a su alrededor. La aguja se acciona mediante un pulsador que el niño mantiene accionado hasta conseguir que la aguja indique el símbolo deseado, entonces suelta dicho pulsador.

Máquinas de escribir mecánicas o eléctricas. De gran utilidad como ayuda a la comunicación escrita, ya que de poder usarlas aportan gran autonomía al usuario. Se requiere movimiento funcional de pulsación con alguna parte del cuerpo, manos, pié, boca o cabeza, acoplándole la correspondiente adaptación (punteadores de mano, puntero bucal, licornio de cabeza, etc. Se puede colocar encima una carcasa para eliminar errores. Las máquinas eléctricas facilitan algunas operaciones como es el esfuerzo para teclear y la introducción y retirada del papel.

Comunicadores electrónicos. Pensados específicamente para la comunicación con posibilidades de ser transportados. Existen dos tipos diferentes dependiendo del modo de almacenar y recuperar la información. Se acoplan a la parte del cuerpo donde quede este resto motor sujeto con

Ayudas electrónicas complejas o de alta tecnología.

Se trata de ayudas técnicas muy valiosas por las grandes posibilidades que ofrecen de cara a la comunicación, siempre y cuando se posean las adaptaciones pertinentes a cada usuario, sobre todo si tiene graves dificultades motoras.

Teclados alternativos: miniteclado o teclado superexpandido. Son modificaciones del teclado que en función de la amplitud de movimientos que le permita el brazo del usuario podrá ser más reducido o por el contrario con mayor separación y tamaño de las teclas, o le permite apoyar la mano sin que toque ninguna de las teclas. La persona solo tendrá que introducir ligeramente el dedo, o puntero en cada orificio para pulsar la tecla.

Teclado ergonómico. Con una disposición de las teclas diferente en función de mayor frecuencia de uso, indicado para aquellas personas que teclean con una sola mano o con un licornio o puntero en la boca.

Pulsadores o conmutadores. Que aprovechando cualquier resto motor voluntario, el usuario pueda acceder al ordenador. Es preciso señalar que para que un ordenador funcione con cualquier tipo de pulsador es necesario que el programa esté preparado para ello; se precisa de un software que nos ofrezca un menú de opciones con una secuencia de selección por barrido donde el usuario mediante pulsaciones elige la deseada.

Teclado de conceptos. Es un panel conectado al ordenador que está dividido en casillas programables, en cada una de las cuales, según el programa utilizado, se pueden colocar escenas de cuentos, símbolos, palabras, sílabas, etc. La forma de activarlo es ejerciendo una ligera presión sobre dichas casillas o también mediante un conmutador y sistema de barrido por luces.

Emuladores de teclado o teclados virtuales. Es un sistema de acceso al ordenador que sustituye al teclado, pero ofreciendo las mismas posibilidades de acción que éste. La emulación suele aparecer en la pantalla con una reproducción semejante al propio teclado: letras, números, signos de puntuación y teclas de función. Mediante un sistema de barrido, el cursor luminoso recorre las opciones que aparecen en la pantalla, deteniéndose en la opción elegida por el usuario mediante un pulsador.

Emuladores de ratón. Es un sistema que emula los diferentes movimientos que puede realizar el ratón en la pantalla. Los hay bajo software como un programa donde en la misma pantalla aparece una ventana transparente con las flechas indicativas de los 4 sentidos: arriba, abajo, derecha e izquierda, que mediante un sistema de barrido podemos seleccionar accionando un pulsador.

También los hay como periféricos conectados externamente al ordenador que emulan todas las direcciones (así como el clic, doble clic y arrastre. El aparato o pantalla va a su vez conectado a un conmutador con el que se selecciona por barrido la opción deseada. Entre las adaptaciones o periféricos de salida del ordenador tenemos

Monitores de mayor tamaño. La salida de la información tiene mas espacio y por consiguiente se ve a mayor tamaño.

ANEXO G. DATOS ANTROPOMÉTRICOS.

Los datos⁴⁴ antropométricos que se presentan a continuación, fueron extraídos de un estudio realizado en la ciudad de Cali, elaborado por estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente, en el programa de Medicina Biomédica. Se tomaron en cuenta estas investigaciones por su importancia y aplicabilidad en el diseño de dispositivos para discapacitados, resaltando el hecho de que en Colombia no existen registros de datos antropométricos que sirvan de apoyo a dichas tecnologías, de igual manera estudios antropométricos de esta índole se necesitan para iniciar una base de datos con las magnitudes de la población colombiana y no tener que recurrir a estudios españoles para tener referencias cercanas o parecidas al biotipo nacional.

UUSR: usuarios universitarios de sillas de ruedas permanentes.

Alcances de los UUSR

Percentiles %	Medidas corporales alcances			
	Hacia Abajo (cm)	Al frente (cm)	Lateral (cm)	Hacia arriba (cm)
5	60	60	55	56
50	73,5	70,4	70	64,3
95	79	73,5	74	70
DE	6,356	4,613	6,494	4,809
Media	71,082	68,936	67,664	64,073

Alturas sentado en la silla de ruedas de los UUSR

Percentiles %	Medidas corporales				
	Codo (cm)	Poplitea (cm)	Ojo (cm)	Hombro (cm)	Rodilla (cm)
5	33,6	41,5	100,4	90,5	39,8
50	60	48	115	95	56,4
95	72,3	55	127	107	64,7
DE	12,121	4,273	9,074	5,324	8,708
Media	58,482	46,827	112,900	97,000	54,436

Diámetros de los UUSR

Percentiles %	Diámetros			
	Antero posterior (cm)	Humero (cm)	Fémur (cm)	Estiloideo (cm)
5	18,2	4,7	8	4,1
50	22	7	9,8	5,4
95	29,5	8,6	11,7	6,1

⁴⁴ Estudio antropométrico piloto a 11 usuarios universitarios de silla de ruedas permanente de Santiago de Cali: Aplicación para el diseño de espacios y dispositivos, David Leonardo Hurtado Martínez, Freddy Duran Hernandez, Tiany Paola Ortiz Peña, Wilfredo Ágredo Rodríguez M.D. Universidad Autónoma de Occidente.

D E	3,751	1,096	1,326	0,524
Media	23,491	6,755	10,227	5,327

Longitudes de los UUSR

Percentiles %	Longitudes						
	Brazo (cm)	Antebrazo (cm)	Glúteo – rodilla (cm)	Mano (cm)	Tronco (cm)	Fémur (cm)	Condillo fémur - rodilla (cm)
5	24,8	21	40	11	30	34,8	31,1
50	28,9	23,7	49,2	18,6	36,3	39,2	43,2
95	33,4	29	66	19,6	53,4	59,5	50,5
D E	2,121	2,769	7,224	2,521	7,812	7,052	5,226
Media	28,755	23,946	50,709	17,518	39,350	41,030	41,855

Dimensiones de la silla de ruedas de los UUSR

Percentiles %	Dimensiones de la silla	
	Ancho total (cm)	Longitud total (cm)
5	56	80,5
50	63	89,7
95	65,1	108
D E	3,814	10,115
Media	60,971	91,400

Para el diseño del periférico será tomada en cuenta la información pertinente a los alcances de los UUSR, así como las longitudes de los mismos en referencia al brazo y antebrazo, teniendo en cuenta que se diseñará para las longitudes máxima y mínima establecidas por estos datos.

Igualmente para el estudio se tomara como marco de referencia el manejo de computadora en oficinas, ubicando la computadora sobre un escritorio y el uso de una silla común sin aditamentos especiales.

Las medidas principales para nuestro estudio son las relacionadas con el alcance máximo que pueda tener la extremidad superior para acercarse al objeto de trabajo, como nuestros usuarios son amputados o tiene algún tipo de malformación congénita en su extremidad superior, las medidas que no están explícitas se obtendrán a partir de las relaciones entre las obtenidas por las fuentes, por ejemplo para obtener la medida del antebrazo se tomara la longitud codo dedo menos longitud mano.

MEDIDA	PERCENTIL (cm.)		
	P5	P50	P95
Altura codo	15,08	24,38	33,67

Alcance punta dedo	60,77	71,80	82,84
Alcance lateral brazo	66,76	75,50	84,43
Anchura codo-codo	33,10	43,72	54,3
Altura hombro	125,05	137,60	151,14
Altura codo	96,15	106,44	116,74
Longitud codo-dedo	39,22	44,61	50
Longitud mano	15,85	17,78	19,70

Los valores resaltados en verde constituyen las medidas de los percentiles tomadas para el estudio, de este modo el alcance de la mano (extremidad) son en base al percentil 5, la menor medida del brazo podrá alcanzar el objeto; la anchura codo-codo el percentil 95, la mayor persona ancha de codos puede sentirse cómoda al sentarse y la altura codo el percentil 50; la mitad de la población puede mover el codo libremente. Estos percentiles se toman en base a lo que sería un manejo de Mouse convencional, las demás medidas hacen referencia a la media estándar de la muestra.

Ficha técnica

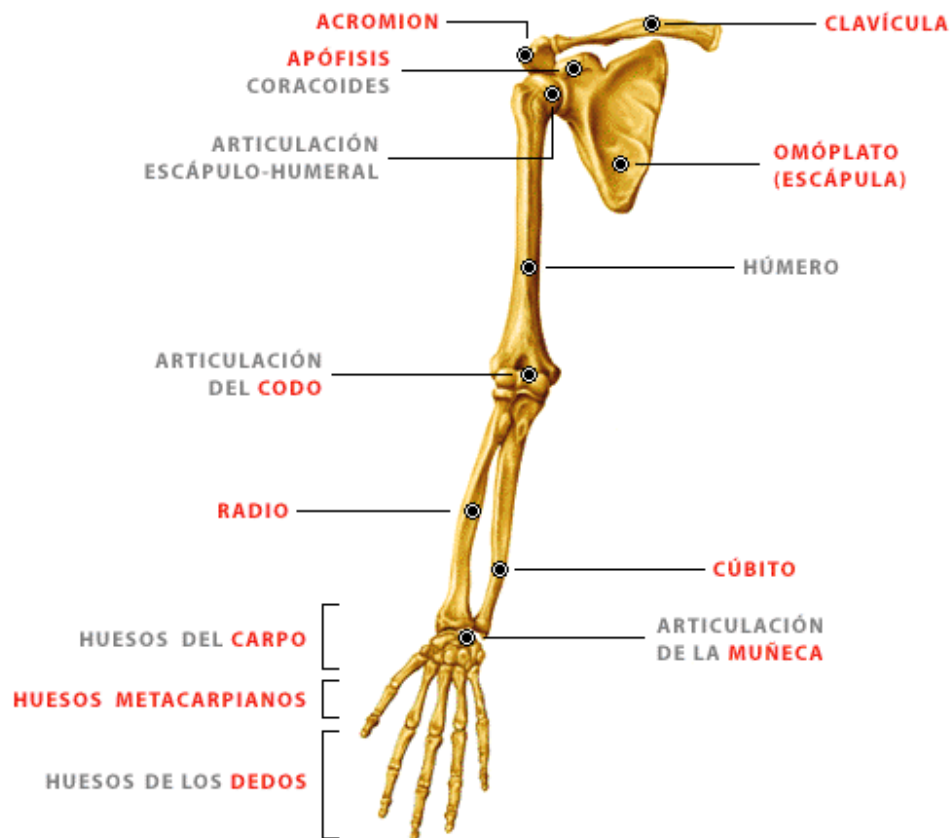
213 personas entre los 15–30 años (2007-2008) Colombia. Centro de investigaciones en ergonomía. Universidad industrial de Santander. Escuela de diseño industrial.

ANEXO H. ANATOMÍA DEL BRAZO.

Aspectos teóricos

Básicamente analizaremos el movimiento realizado por el sistema óseo y el esfuerzo llevado a cabo por los músculos que intervienen en este.

Sistema Óseo



La cintura escapular: es el componente óseo que une al tórax y anclado en el tronco o eje axial. Está formada por un hueso plano anterior o clavícula un hueso plano o posterior, escápula que recibe el nombre también de omóplato, forma parte del hombro.

El tercer elemento es la epífisis proximal del húmero, formando parte de la región anatómica del brazo. El antebrazo está formado por dos huesos, uno externo que es el radio y otro interno que es el cúbito también llamado ulnar.

Clavícula. Es el primer hueso donde presenta un punto de osificación, es un hueso plano y representa el elemento de anclaje de la extremidad superior con el eje axial. Presenta dos extremos uno interno o extremo para la articulación en el esternón y uno extremo externo para la articulación con el acromio de la escápula.

Omóplato o escápula. Hueso plano, situada en la región posterior del tórax del que se encuentra separado por capas musculares y donde se distingue una capa interna o costal que recibe el nombre de fosa subescapular. La cara externa se encuentra dividida en su tercio superior por la espina de la escápula. Esta espina de la escápula finaliza en una prominencia ósea llamada acromio, para articularse con la clavícula.

Húmero. Es un hueso largo, perteneciente al brazo y en el se distingue epífisis o extremidad proximal, epífisis distal y cuerpo humeral o diáfisis humeral.

Epífisis proximal: destaca la presencia de la cabeza del húmero como superficie articular para unirse con la escápula. En la porción externa de la cabeza humeral destaca dos rugosidades óseas que reciben el nombre de troquíter, la externa y troquín la interna, entre ambas rugosidades se forma un canal por donde transcurre el tendón del músculo bicipital, por lo que recibe el nombre del canal bicipital.

A nivel de la epífisis distal destaca la presencia en su cara anterior de una protuberancia ósea en el lado interno que recibe el nombre de epitroclea, recibe este nombre porque se sitúa por encima de la carilla articular para el cúbito y que se denomina tróclea. Lateralmente a la tróclea se encuentra una carilla articular redondeada que recibe el nombre de condio humeral para la articulación del radio del brazo. Lateralmente al condio humeral se encuentra el epicondio. Por encima de la epitroclea y en su cara posterior se encuentra una excavación ósea que recibe el nombre de fosa olecraneana para recibir al olécrano del cúbito.

Cúbito y radio.

Cúbito o hueso ulnar: es el hueso situado lateralmente o externamente en el antebrazo en su extremidad o epífisis proximal destaca la presencia del olécrano, en cuya parte anterior se encuentra una carilla articular para la articulación con la tróclea humeral y que recibe el nombre de cavidad sigmoidea mayor. Lateralmente a esta carilla articular se encuentra la carilla articular mucho más pequeña llamada cavidad sigmoidea menor, sirve para articularse o unirse con la cabeza del radio. En la extremidad inferior del cúbito destaca una carilla articular para el radio.

Radio: forma parte de la superficie externa o lateral del antebrazo, inferior a ella y en su lado interna se encuentra la tuberculosidad bicipital mucho más ancha que la extremidad inferior del cúbito. Destaca la presencia de la apófisis estiloides del radio y la carilla articular para el cubito.

Mano. Se van a distinguir tres partes: Carpo, metacarpo y falanges.

El carpo es un conjunto de ocho huesecillos irregulares situados entre el metacarpo y la extremidad inferior del cúbito y el radio. En la disposición de los ocho huesos se distinguen dos hileras, una hilera proximal y una hilera distal. La hilera proximal (más cercana al antebrazo) se encuentra: Escafoides, semilunar, hueso piramidal y sobre este, el hueso pisiforme, solo visible en la cara anterior del brazo.

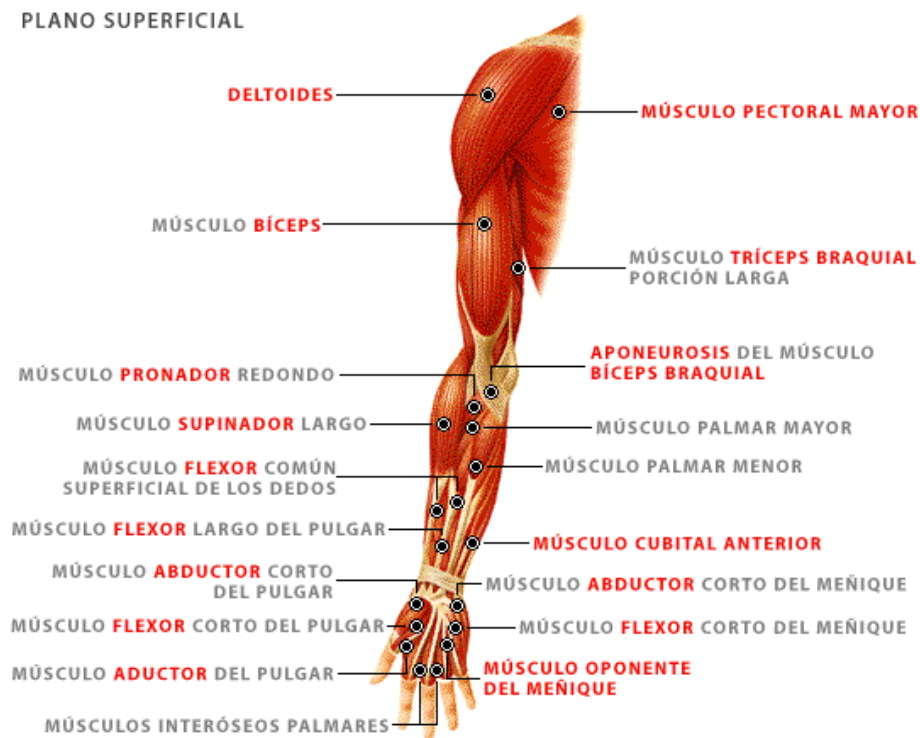
La segunda hilera o hilera distal está formada por los huesos ganchoso, a continuación el hueso grande, el trapecoide y ya más lateral, el trapecio. La hilera distal se va a articular con los huesos del metacarpo el primer dedo es el pulgar, situado más lateralmente y el segundo dedo va a ser el situado más medialmente al tronco.

A continuación viene cinco metacarpianos, siendo más corto y robusto el del primer dedo o pulgar. Los dedos óseos están formados por falanges, se forma que en todos ellos hay tres falanges, excepto en el primero de ellos.

Articulación del hombro:

La articulación del hombro, (también llamada glenohumeral) constituye lo que conocemos como articulación de rotula, siendo esta una de las más complejas que se produce en el cuerpo humano ya que debe permitir un balance entre movilidad y estabilidad, esta formada por la extremidad interna de la clavícula, el omoplato y el humero. Técnicamente los movimientos que permite el hombro son: abducción y aducción, flexión y extensión y circunducción y rotación, estando estos producidos por relaciones entre tendones, ligamentos y músculos, permitiendo un movimiento en todas las direcciones.

Sistema muscular



Músculos del brazo

Músculo coraco braquial, músculo braquial anterior, músculo bíceps braquial, ancóneo, tríceps braquial.

Músculos ventrales. Inervados por el nervio musculocutáneo, son flexores. Los hay biarticulares que son más externos y monoarticulares que son más profundos (hombro y codo).

Músculo coraco braquial: Es el más craneal y va desde la apófisis coracoides a la diáfisis del húmero. En concreto se origina en el vértice de la apófisis coracoides por medio de un tendón que comparte con el bíceps que se inserta en la parte ventral de la diáfisis del húmero. No salta el codo, es monoarticular. Es pequeño pero muy potente en cuanto a acción

Por debajo están los músculos ventrales del manguito de los rotadores. Cubriendo al coraco está el bíceps braquial.

Acción: devuelve el brazo a la posición anatómica. Si el brazo está en retroversión realiza una anteversión y viceversa; tiene un componente de aproximación. Se llama también músculo del equilibrio porque es el responsable del braceo en la marcha.

Está recorrido por el nervio musculocutáneo y lo perfora por ese se le puede llamar el músculo perforado del casserius al nervio perforador.

Músculo braquial anterior. Es más caudal que el coraco braquial y es profundo. Está tapado por el bíceps y es monoarticular y tiene un tendón muy corto que origina en la diáfisis del húmero y forma un vientre muscular que va por la cara anterior de este hueso; se convierte en tendón y llega al codo.

Inserción: cara anterior de la apófisis coronoides, inervación: nervio musculocutáneo.

Acción: flexión del codo.

Bíceps braquial. Es el más superficial y es biarticular (mueve el hombro y el codo). Origen con dos tendones en la escápula.

Cabeza larga: se origina en la tuberosidad supraglenoidea de la escápula. Es intrarticular, dentro de la cápsula y del rodete de la articulación glenohumeral, Atraviesa el hombro por la cara anterior, sale de la cápsula para formar un vientre muscular y se une a las fibras de la cabeza corta formando ambas un solo vientre muscular que, para no inmovilizar el codo, salta el radio y se inserta en la tuberosidad de éste.

Tienen un tendón accesorio que se dirige hacia los músculos del antebrazo (los hepítrocleares)

Cabeza corta: es más medial y su tendón de origen lo comparte con el coracobraquial por lo que se origina en el vértice de la apófisis coracoides; el tendón forma un vientre muscular compartido con el de la cabeza larga.

Inervación: nervio subcutáneo

Acción: anteversión de la articulación del hombro y flexión y supinación en la articulación del codo y, por tanto, del antebrazo.

Músculos dorsales

Tríceps braquial

Es superficial y cubre toda la parte posterior del brazo. Es extensor, biarticular y tiene tres cabezas u orígenes:

Origen vasto interno: se origina en la parte posterior de la diáfisis del húmero, en concreto, en el tercio más superior de la diáfisis.

Origen vasto externo: se origina por debajo del canal del nervio radial.

Cabeza larga: se origina en tuberosidad infraglenoidea de la escápula.

A partir de estos tres tendones se forma un vientre muscular que se transforma en tendón antes de llegar al codo y se inserta caudalmente en el olécranon por su parte posterior pero deja libre al vértice del olécranon.

Inervación: nervio radial.

Acción: aducción del hombro y extensión del codo.

Movimiento del brazo

Músculo pectoral mayor: provoca la flexión, aducción y rotación interna del hombro

Deltoides: Forma triangular, provoca flexión, abducción y extensión del hombro

Gran Dorsal: (*anchísimo dorsal*): Provoca una extensión, una aducción o aproximación y una rotación interna

Supraespinal: Localizado en la fosa supraespinosa de la escápula, provoca abducción

Infraespinoso: Localizado en la fosa infraespinosa de la escápula.

Provoca una rotación externa del hombro.

Movimiento del antebrazo:

El codo tiene dos movimientos: Flexión y extensión

El antebrazo la pronación y la supinación

Músculos que intervienen:

Bíceps braquial:

Tiene dos cuerpos musculares, 2 tendones.

Se ocupa de la flexión principalmente

Tríceps braquial:

Tiene 3 cuerpos musculares.

Se inserta en el olécranon del brazo (codo), cuando se contraen produce flexión.

Supinador:

Provoca una supinación.(→ movimiento que dirige la palma de la mano hacia arriba)

Pronador redondo: Provoca la pronación

Pronador cuadrado: Provoca la pronación

ANEXO I. BIOMECÁNICA DEL BRAZO.

La biomecánica⁴⁵ es una ciencia que se apoya en los principios y las leyes de la física, que puede ayudar a la comprensión de los mecanismos biológicos, es una ciencia donde intervienen diferentes disciplinas como la fisiología y la anatomía, la mecánica, las matemáticas y la ingeniería, que pretende explicar el comportamiento de los sistemas vivos, así como resolver los problemas generados por las distintas situaciones a las que se ven sometidos.

Biomecánica de las palancas musculares.

Palancas del cuerpo humano

En el cuerpo humano la Biomecánica está representada por un "sistema de palancas", que consta de los segmentos óseos (como palancas), las articulaciones (como apoyos), los músculos agonistas (como las fuerzas de potencia), y la sobrecarga (como las fuerzas de resistencias). Según la ubicación de estos elementos, se pueden distinguir tres tipos de géneros de palancas:

Primer Género o Interapoyo, considerada palanca de equilibrio, donde el apoyo se encuentra entre las fuerzas potencia y resistencia.

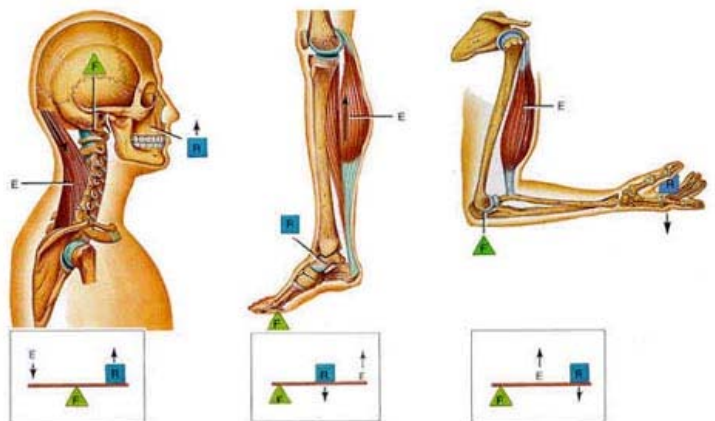
Segundo Género o Interresistencia, como palanca de fuerza, donde la fuerza resistencia se sitúa entre la fuerza potencia y el apoyo.

Tercer Género o Interpotencia, considerada palanca de velocidad, donde la fuerza potencia se encuentra entre la fuerza resistencia y el apoyo.

En el cuerpo humano abundan las palancas de tercer género, pues favorecen la resistencia y, por consiguiente, la velocidad de los movimientos. Como ejemplos de los tres géneros de palancas en el cuerpo humano encontramos:

1º Género: articulación occipitoatloidea (apoyo); músculos extensores del cuello (potencia); y peso de la cabeza (resistencia).

2º Género: articulación tibiotarsiana (apoyo); músculos extensores del



⁴⁵ <http://www.efisioterapia.net/articulos/leer.pt>

tobillo (potencia); y peso del cuerpo (resistencia).

3° Género: articulación del codo (apoyo); músculos flexores del codo (potencia); y peso del antebrazo y la mano (resistencia).

Gráfico.

1° género: Articulación occipitoatloidea en donde F: Apoyo, E: Potencia, y R: Resistencia.

2° Género: Articulación tibiotarsiana en donde F: Apoyo, E: Potencia, y R: Resistencia.

3° Género: Articulación del Codo en donde F: Apoyo, E: Potencia, y R: Resistencia.

Momentos de fuerza

Para provocar el movimiento de algún segmento corporal el músculo agonista debe realizar una tracción ósea a partir de su inserción móvil. Esta inserción se encuentra a una determinada distancia de la articulación eje del movimiento. La línea de acción de un músculo, presenta con el eje mecánico del hueso movilizado un ángulo denominado alfa.

Para determinar el valor de la fuerza que realiza el músculo, en los distintos ángulos de excursión articular, es necesario calcularlo a través del "Momento de Fuerza", que equivale al producto de la Fuerza por el Brazo de Palanca por el seno de alfa:

Momento de fuerza = fuerza x brazo de palanca x seno de alfa

Cuando la posición articular se corresponde a la longitud media del músculo, donde el seno de alfa es igual a 1, el momento de fuerza muscular es máximo. Antes y después de esa posición, los valores de alfa son menores y la eficacia del momento de fuerza se reduce.

Punto crítico

Los brazos de potencia pueden modificarse en situaciones especiales en donde algunos tendones se curvan sobre superficies de deslizamiento que se comportan como poleas de reflexión. Existen dos tipos de poleas de reflexión:

Una sobre la concavidad de la articulación. Ejemplo: Ligamento frondiforme para los flexores dorsales del tobillo. La otra polea, sobre la convexidad de la articulación. Ejemplo: Corredera ósea para el peroneo lateral largo. Estos sistemas de poleas, muy escasos en el cuerpo, tienen como consecuencia la reducción de las variaciones de los brazos de palanca musculares durante el movimiento.

Con respecto a las articulaciones sin poleas de reflexión el mayor momento de fuerza muscular se conoce como "punto crítico".

El punto crítico se define como el momento del recorrido articular donde el músculo agonista encuentra su máxima resistencia a vencer. En el caso del trabajo con pesos libres corresponderá siempre a la posición en la cual el segmento óseo movilizado se encuentre paralelo al suelo.

Ventaja mecánica

Durante un movimiento, la tensión generada por las fibras musculares agonistas varía, dependiendo de las variaciones que sufre la longitud de ambos brazos de palanca (potencia y resistencia).

Con una misma resistencia pueden presentarse dos situaciones mecánicas diferentes de acuerdo a la situación en que se encuentren los brazos de palanca:

- a) Cuando el brazo de potencia aumenta y el brazo de resistencia disminuye, es una situación de Ventaja Mecánica.
- b) Cuando el brazo de potencia disminuye y el brazo de resistencia aumenta, es una situación de Desventaja Mecánica.

De esto puede deducirse una relación inversamente proporcional entre el brazo de potencia y el brazo de resistencia.

Ventaja mecánica = Brazo de potencia/ Brazo de resistencia

Cuando ambos brazos de palanca llegan a su máxima expresión (punto crítico) se produce una situación de Equilibrio mecánico.

Contextualización.

Entre las condiciones que tenemos para diseñar el periférico, se encuentran las modificaciones de carácter biomecánico, entre las cuales el brazo de palanca ha sido variado, en el caso de la pérdida de la extremidad a la altura del codo ya no existe esta función y para el proyecto debemos mantener un funcionamiento de la interfaz, capaz de ser versátil a las dos condiciones extremas de amputación o malformación, entre algunas características que se han perdido es la pérdida de la palanca de tercer género ejercida por el brazo en dichos usuarios, aunque en las amputaciones de primer y segundo tercio del antebrazo, se observa que esta palanca se conserva aunque se reduce el alcance de la misma.

ANEXO J. ANÁLISIS DE MATERIALES.

A continuación abarcaremos las características físicas de los polímeros más destacados en la fabricación de periféricos para computadora.

Polietileno (PE)

El polietileno es químicamente el polímero más simple, también es el más barato de producir, talvez por esta razón mundialmente es el polímero con mayor aplicación tanto en la industria como en los hogares.

Este polímero nos presenta ciertas características que posibilitan una posible utilización en la fabricación del periférico, entre ellas encontramos que su dureza además de depender de la polimerización, alta o baja densidad, depende de su calibre, añadiéndole o restándole flexibilidad, característica que permite al diseño variedad en las propuestas formales y un proceso de producción de poca complejidad.

Una característica muy importante que posee el polietileno es ser aislante eléctrico, lo que permite su uso en la fabricación de periféricos para computadoras ya que brinda un factor de seguridad requerido.

Otra característica del polietileno es su dureza media, la cual le da una capacidad al impacto aceptable lo que posibilita una vida útil considerable para sus aplicaciones.

Es importante anotar que este polímero también es impermeable, ampliando así una posible protección de su contenido a lo diferentes agentes externos.

Con respecto al color, este polímero permite en el mismo proceso de fabricación añadir un tinte para darle al producto un acabado específico.

Como antecedente de su aplicación en el campo de la ortopedia, ha sido utilizado en la fabricación de prótesis, un punto a favor porque muestra que el polietileno no reacciona a la piel y es suave al contacto.

Entre sus características físicas:

- Alta resistencia a la tensión; compresión, tracción
- Baja densidad en comparación con metales u otros materiales
- Impermeable
- Inerte (al contenido), baja reactividad
- No tóxico

- Poca estabilidad dimensional

Aplicaciones

- Envases para: detergentes, lejía, aceites automotor, champú, lácteos
- Bolsas para supermercados
- Bazar y menaje
- Cajones para pescados, gaseosas, cervezas
- Envases para pintura, helados, aceites
- Tambores
- Tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, láminas de drenaje y uso sanitario
- Macetas
- Bolsas tejidas
- Guías de cadena, piezas mecánicas.
- También se usa para recubrir lagunas, canales, fosas de neutralización, contra tanques, tanques de agua, plantas de tratamiento de aguas, lagos artificiales.

POLIPROPILENO (PP)

El polipropileno es sin duda, uno de los polímeros con mayor opción de futuro. Este hecho se ve justificado con el hábito creciente de sus mercados, aun en los tiempos más agudos de crisis. Dentro de la multitud de los sectores en los que cada día encuentra nuevas aplicaciones, dan lugar a un material estructural, considerado uno de los más atractivos por las ventajosas condiciones de competitividad económica, que caracterizan al polipropileno como miembro del grupo de los termoplásticos de gran consumo frente a los ingenieriles y más frente aquellos de altas prestaciones.

Características físicas

- La densidad del polipropileno, esta comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³. Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.
- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Una carga de 25.5 kg/cm², aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70 grados C.

- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar
- Posee alta resistencia al impacto.

Aplicaciones

- Envolturas de aparatos eléctricos
- Embalajes
- Estuches de cintas
- Fibras
- Monofilamentos

Poliestireno (PS)

Las ventajas principales del poliestireno son su facilidad de uso y su coste relativamente bajo. Sus principales desventajas son su baja resistencia a la alta temperatura (se deforma a menos de 100°C) y su resistencia mecánica modesta lo hace frágil. Aunque existe un tipo de poliestireno más resistente llamado PS de choque que podría ser utilizado en la fabricación del periférico, este resulta complicado de utilizar ya que requiere de un método más complejo de moldeo por inyección.

Una ventaja de este material es su amplia gama de procesos para la producción, es así como se puede transformar poliestireno expandido a través del método de extrusión-termoformado, ampliando las alternativas formales aunque se tendría que comprobar como reacciona al roce con la piel.

El poliestireno también posee resistencia a los agentes químicos, lo que permitiría una aplicación en la fabricación del periférico ya que protegería el contenido.

- El poliestireno de choque se utiliza principalmente en la fabricación de objetos mediante moldeo por inyección. Algunos ejemplos: carcasas de televisores, impresoras, puertas e interiores de frigoríficos, maquinillas de afeitarse desechables, juguetes.
- El poliestireno cristal se utiliza también en moldeo por inyección allí donde la transparencia y el bajo coste son importantes. Ejemplos: cajas de CD, perchas, cajas para huevos. Otra aplicación muy importante es en la producción de espumas rígidas, denominadas a veces "poliestireno extrudido" o XPS, a no confundir con el poliestireno expandido EPS. Estas espumas XPS se utilizan por ejemplo para las bandejas de carne de los supermercados, así como en la construcción.

- En Europa, la mayor aplicación del poliestireno es la elaboración de envases desechables mediante extrusión-termoformado. En estos casos se suele utilizar una mezcla de choque y de cristal, en proporción variable según se desee privilegiar la resistencia mecánica o la transparencia. Un mercado de especial importancia es el de los envases de productos lácteos, que aprovechan una propiedad casi exclusiva del poliestireno: su secabilidad. Es esto lo que permite separar un yogur de otro con un simple movimiento de la mano.
- La forma expandida (poliestireno expandido) se utiliza como aislante térmico y acústico y es ampliamente conocido bajo diversas marcas comerciales (Poliexpan, Telgopor, Emmedue, etc.).
- Por sus propiedades, también se emplea en diversos casos en la indumentaria deportiva, por ejemplo, por tener la propiedad de flotar en agua, se usa en la fabricación de chalecos salvavidas y otros artículos para los deportes acuáticos; o por sus propiedades ligeras y amortiguadoras, se usa en la fabricación de cascos de ciclismo.
- Este material también se utiliza como aglutinante en ciertos explosivos como el RDX y en el Napalm (por ejemplo en el MK77).

Policloruro de Vinilo (PVC)

El policloruro de vinilo o PVC (del inglés *PolyVinyl Chloride*) es un polímetro termoplástico. Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80°C y se descompone sobre 140°C.

Tiene una muy buena resistencia eléctrica lo que lo hace una buena alternativa para la fabricación del periférico por factores de seguridad y también posee resistencia a la llama, es prácticamente ignífugo.

Existen dos clases de PVC, rígido y flexible, para nuestro proyecto podríamos utilizar ambas características, ya que las dos presentan una resistencia a la luz y a los productos químicos.

El PVC rígido permite utilizarlo en la fabricación de elementos que necesiten gran resistencia. Se hace flexible al mezclarlo con un plastificador, generalmente un poliéster alifático, siendo utilizado como aislante de tendidos eléctricos, como cuero sintético, para envases de alimentos y artículos impermeables.

Rígido: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).

- Flexible: cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados.

Polimetil metacrilato. (Acrílico)

Los compuestos acrílicos son termoplásticos, esto significa que pueden ablandarse o derretirse con el calor y posteriormente endurecerse con el frío, esta característica permite una capacidad amplia de trabajo pues abre posibilidades de manufactura y diseño que otros materiales no poseen, tales como la recuperación de la forma al aplicarse calor.

El acrílico se consigue de forma laminar y el proceso que comúnmente se utiliza para su transformación es el termoformado con molde, un proceso simple que requiere de una fuente de calor que puede ser un horno o una pistola de calorífica. Cabe anotar que es un proceso que en Bucaramanga es conocido y empresas como Acrildiseño lo realizan.

El Acrílico es impermeable al agua, y tiene densidades bajas, estas cualidades lo hace idóneo para fabricar distintos objetos y sustancias, aunque en comparación con los polímeros anteriormente mencionados este posee un mayor peso y su dureza lo constituye en un material frágil y rayable.

Baquelita

La baquelita fue la primera sustancia plástica totalmente sintética, creada en 1909 y nombrada así en honor a su creador, el belga Leo Baekeland (el Premio Nóbel en Química Adolf von Bayer experimentó con este material en 1872 pero no completó su desarrollo). Se trata de un fenoplástico que hoy en día aún tiene aplicaciones de interés. Lo sintetizó a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este producto puede moldearse a medida que se forma y resulta duro al solidificar. No conduce la electricidad, es resistente al agua y los solventes, pero fácilmente mecanizable.

Su permisividad dieléctrica relativa es 0,65. El alto grado de entrecruzamiento de la estructura molecular de la baquelita le confiere la propiedad de ser un plástico termoestable: una vez que se enfría no puede volver a ablandarse. Esto lo diferencia de los polímeros termoplásticos, que pueden fundirse y moldearse varias veces, debido a que las cadenas pueden ser lineales o ramificadas pero no presentan entrecruzamiento.

Su amplio espectro de uso la hizo aplicable en nuevas tecnologías de entonces, como carcasas de teléfonos y radios, hasta estructuras de carburadores.

Este material es donde está impreso el circuito electrónico y sobre el se sueldan los circuitos integrados, resistencias, potenciómetros etc.

La baquelita es un material altamente contaminante en el sentido de que no es biodegradable.

METODOS DE FABRICACIÓN⁴⁶

La transformación de los polímeros se puede realizar por diferentes métodos, los más usados son:

Moldeo por inyección:

En ingeniería el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada

Moldeo por soplado:

El moldeo por soplado es un proceso por medio del cual se producen objetos de plástico huecos, como botellas. Es un proceso semicontinuo que incluye dos pasos, la extrusión del polímero fundido a través de un dado especial con un perfil tubular llamado parison y el inflado de este tubo en un molde, del cual toma la forma final el polímero extruido.

Termoformado

El termoformado es un proceso de fabricación de piezas en la que se parte de una lámina de materiales plásticos previamente obtenida y que por la acción del calor proporcionado por una pantalla, placa u horno, eleva la temperatura de la lámina para que este apta para la deformación. Luego con la utilización de un molde sumado a la acción de aire comprimido o vacío (inclusive pueden ser ambos) se hace adherir la lámina al molde el cual por estar frío rigidiza la pieza. En algunos casos para estirar la lámina se utilizan preformadores. Los moldes pueden contar con filos para separar el contorno de la pieza de la lámina plana, la cual quedara con el "agujero" generado por la extracción de la pieza.

Extrusión

El polímero fundido (o en estado ahulado) es forzado a pasar a través de un dado también llamado boquilla, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas llamada cañón, con una separación milimétrica entre ambos elementos. El material polimérico es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido.

⁴⁶ Conceptos generales de producción industrial, tomados de la enciclopedia libre www.wikipedia.com

ANEXO K. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOUSE BRAZALETE

Mouse brazalete:

Alternativas de diseño:

1.1 Por Giroscopios

Como es sabido el funcionamiento del giroscopio inventado por Léon Foucault es un dispositivo que aprovecha las propiedades inerciales para mantener una posición estable, para ser más precisos, la enciclopedia libre lo define así: “El **giroscopio** o **giróscopo** es un dispositivo mecánico formado esencialmente por un cuerpo con simetría de rotación que gira alrededor de su eje de simetría. Cuando se somete el giroscopio a un momento de fuerza que tiende a cambiar la orientación del eje de rotación su comportamiento es aparentemente paradójico ya que el eje de rotación, en lugar de cambiar de dirección como lo haría un cuerpo que no girase, cambia de orientación en una dirección perpendicular a la dirección "intuitiva".



La idea central es aprovechar el efecto giroscopio para a partir de esta posición neutra hacer contactos de acuerdo, a donde se realice el movimiento, es decir, al mover el giroscopio o rotarlo, notamos que se mueven los aros externos en sentido contrario al movimiento, esta diferencia de posición se aprovechan para producir contactos de acuerdo al movimiento del giroscopio que se ubicaría en el brazo

El principio se mantiene, al ubicar el péndulo en el brazo, este al moverse origina una inclinación de la masa inferior del péndulo, este movimiento se realizaría en el sentido

apuesto al movimiento, este movimiento se puede convertir en un contacto el cual puede transmitirse como pulso eléctrico al computador.

Jaula de ardilla

Para poder simular el movimiento en el plano, el péndulo estaría contenido en el centro de una jaula, de manera tal que al hacer contacto con cualquier extremo de la jaula origine el contacto en la dirección requerida

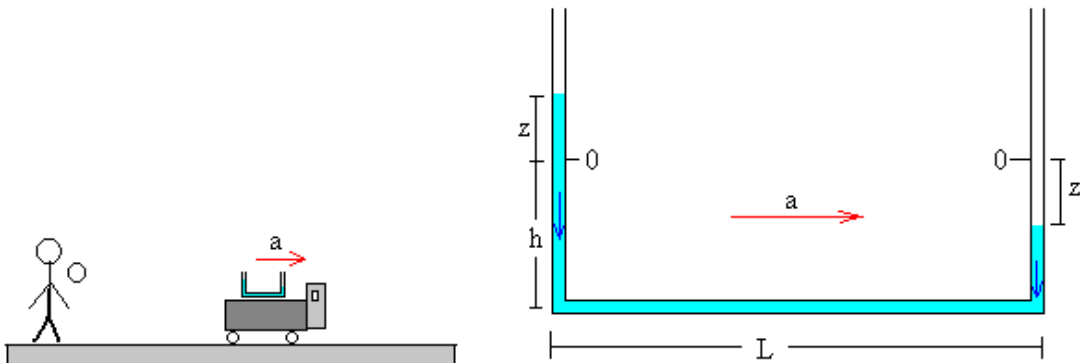
1.2 Acelerómetros (nintendo Wii)

No es muy conocido el funcionamiento completo de la nueva consola de videojuegos desarrollada por nintendo y expuesta al público en el 2006, al parecer los mandos de esta funcionan por medio de acelerómetros que detectan los cambios de posición y desplazamiento en los ejes de coordenadas, el funcionamiento de los controles se hace aprovechando la tendencia natural del cuerpo a moverse en la dirección en que se movería el personaje que se controla en el juego, de ese modo si el jugador quiere que su personaje se mueva a la derecha debe desplazar su mano –con el control de mando- hacia la derecha, lo mismo es para las demás direcciones. Este sería el mismo principio pero aplicado al mando de un mouse, por medio de los acelerómetros se hacen mas precisos los cambios de posición.

Principio de funcionamiento

Un acelerómetro funciona en base a una diferencia de potencial, existen diversas maneras de obtenerlo, los mas comunes se construyen por medio de materiales piezoeléctricos que al ser presionados generan una corriente eléctrica proporcional a la fuerza de aplicada esta propiedad puede ser aprovechada para determinar su posición y desplazamiento. Otros acelerómetros se realizan por medio de líquidos que al cambiar de posición cambia la diferencia de alturas en el recipiente que lo contiene; Estos dispositivos se usan para determinar la velocidad y desplazamiento en cualquier eje de coordenadas.

Principio del acelerómetro por líquidos



ANEXO L. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOUSE OPTICO

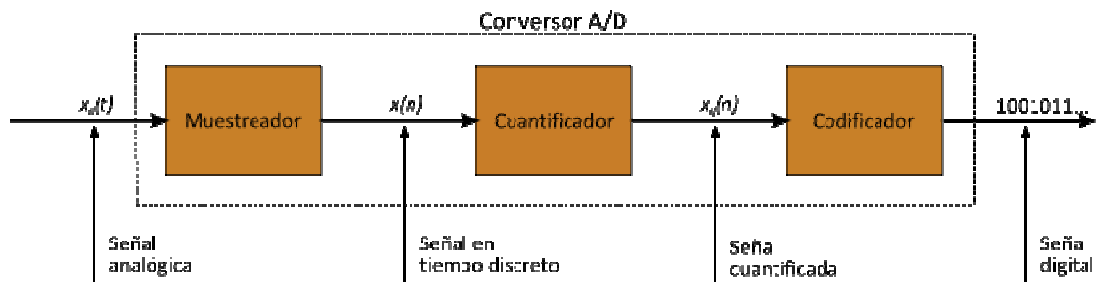
1.3 imágenes de rastreo.



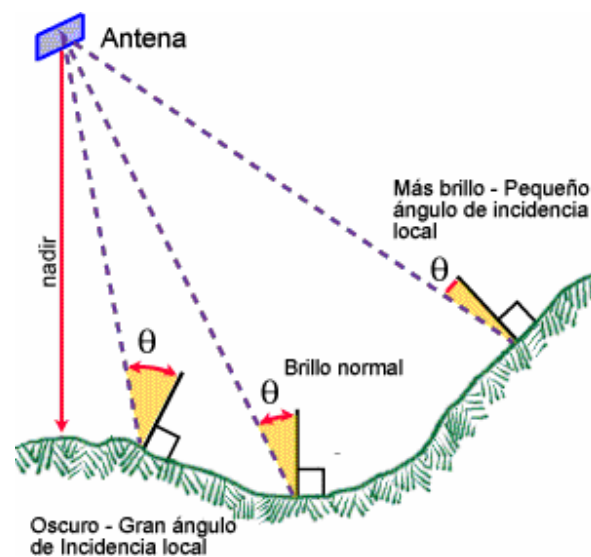
Esta detección automática de imágenes de rastreo se hace tomando una fotografía y dividiendo la imagen en pequeñas celdas de tamaño fijo, a continuación se calculan los invariantes para cada celda, la detección de objetos se lleva a cabo usando un algoritmo genético ajustando una función dada, esta función corresponde a la descripción invariante del objeto dado en términos de sus valores de niveles de gris asociado⁴⁷ esta imagen se toma sobre el ojo por medio de una cámara Web adaptada sobre un marco de anteojos, teniendo en cuenta que una cámara Web funciona tomando mas de 1000 fotos por segundo y enlazándolas para formar una imagen continua, bastaría aplicar el algoritmo genético a cada imagen producida por medio del microchips CCD -que son los usados actualmente en todas las cámaras digitales- para luego transformar la señal análoga en binaria por medio de un conversor análogo-digital (CAD).



⁴⁷ Centro nacional de investigación y desarrollo tecnológico, Av Palmira s/n C.P. 62051 Cuernavaca México. Centro de investigación en computación-IPN México



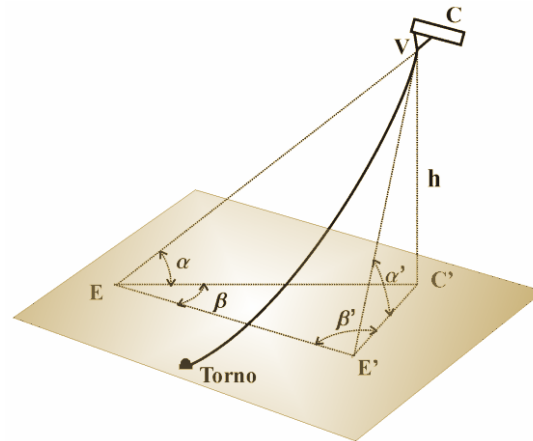
1.4 ondas de radar⁴⁸



La tecnología de radar (Radio Detecting and Ranging) es un sistema de sonda de eco que sirve para explorar el espacio con ayuda de una radiación electromagnética de alta frecuencia. Allí donde dicha radiación tropieza con obstáculos, éstos la reflejan más o menos y la onda reflejada proporciona entonces, de acuerdo con su intensidad y dirección, informes sobre ellos tales como, por ejemplo, datos sobre su extensión o sobre la distancia y altura a que se hallan situados (técnica de radiolocalización). Las ondas de alta frecuencia utilizadas en el radar están comprendidas entre 3 GHz y 300 GHz y son irradiadas por medio de una antena, que transforma una tensión eléctrica en radiación. Adaptando este principio a un tipo de ondas del espectro fuera del rango visible y nocivo, podría usarse para el reconocimiento de la ubicación del ojo.

⁴⁸ GMR, SSR, ETSI Telecomunicación SDGTECEN, DGAMM; Universidad Politécnica de Madrid Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid (España). Ministerio de Defensa

1.5 triangulación de imágenes



El principio consiste en enviar tres señales desde puntos diferentes a un mismo lugar (ojo) y por medio del análisis de las tres señales reconocer el objeto, (en teoría como funciona el GPS pero guardando diferencias); en la imagen el ojo se encontraría en el punto C.

ANEXO. M ENCUESTA Y TABULACION DEL METODO KANO

ENCUESTA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE DISEÑO INSUATRIAL

Encuesta de opinión para el desarrollo de un periférico para computadora, destinado a los discapacitados de la extremidad superior media

EDAD _____ PROFESION _____

Ssp: si su periférico. Css: como se sentiría.

1a. Si su periférico (ssp) posee todos los comandos convencionales, como se sentiría (css)?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
1b. Ssp. no posee todos los comandos convencionales Css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
2ª. Ssp. mantiene la misma secuencia de uso Css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
2b. Ssp. no mantiene la misma secuencia de uso Css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
3ª. Ssp. mantiene la velocidad y precisión en la respuesta a las ordenes Css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
3b. Ssp. no mantiene la velocidad y precisión en la respuesta a las ordenes Css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	

4 ^a . Ssp cuesta lo mismo que uno convencional css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
4b. Ssp no cuesta lo mismo que uno convencional css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
5 ^a . ssp conserva la conexión USB css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
5b. ssp no conserva la conexión USB css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
6 ^a . Ssp. se adapta a su extremidad css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
6b. ssp. no se adapta a su extremidad css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
7 ^a . Ssp. pesa más de 400g css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
7b. ssp. no pesa mas de 400g css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
8 ^a . Ssp es portátil css?	1. Agradable	
	2. Debería	

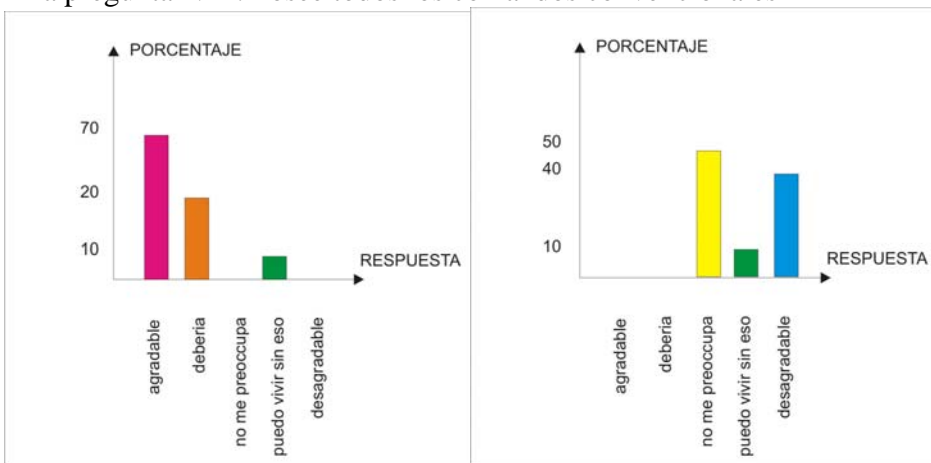
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
8b. Ssp no es portátil css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
9ª. Ssp. No tiene la forma del ratón convencional css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
9b. ssp no tiene la forma convencional css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
10ª. Ssp utiliza cables para la conexión css.?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
10b. ssp no utiliza cables para su conexión css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
11ª. Ssp tiene scroll css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
11b. Ssp no tiene escroll css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	
12ª. Ssp. utiliza baterías css.?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	

12b. Ssp no utiliza baterías css?	1. Agradable	
	2. Debería	
	3. No me preocupa	
	4. Puedo vivir sin eso	
	5. Desagradable	

Resultados tablas KANO.

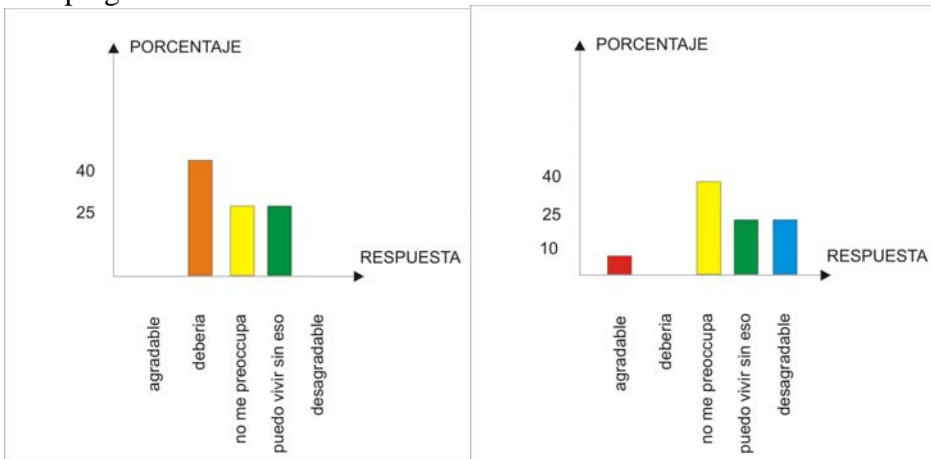
Respuestas por pregunta

A la pregunta N° 1. Posee todos los comandos convencionales



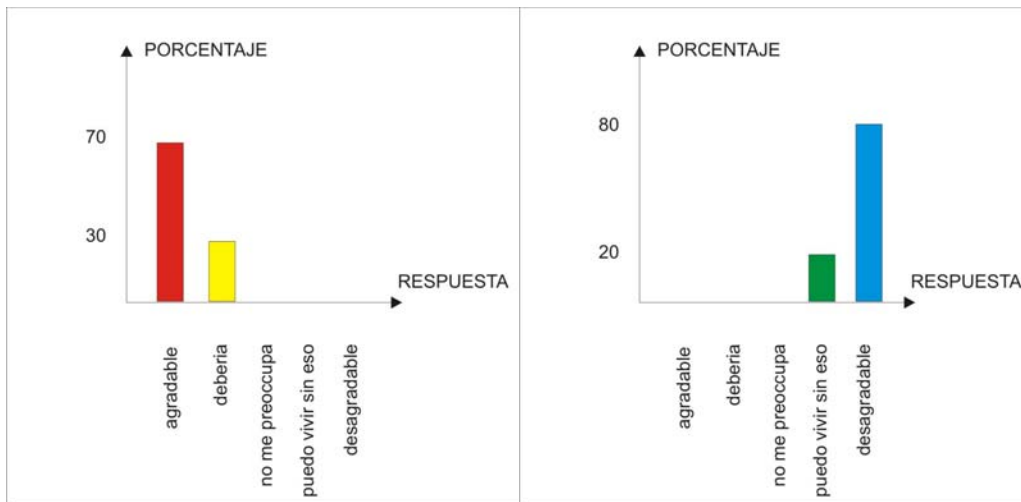
La respuesta más frecuente fue: *Agradable* para 1a. y *no me preocupa* para 1b.

A la pregunta N° 2. Mantiene la misma secuencia de uso



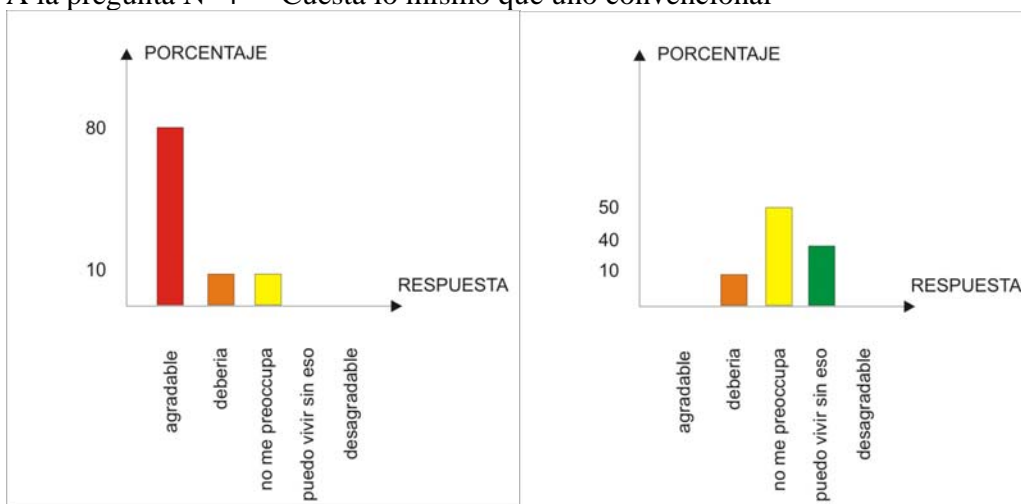
La respuesta más frecuente fue: *Debería* para 2a y *no me preocupa* para 2b

A la pregunta N° 3 Mantiene la misma velocidad y precisión en la respuesta a ordenes



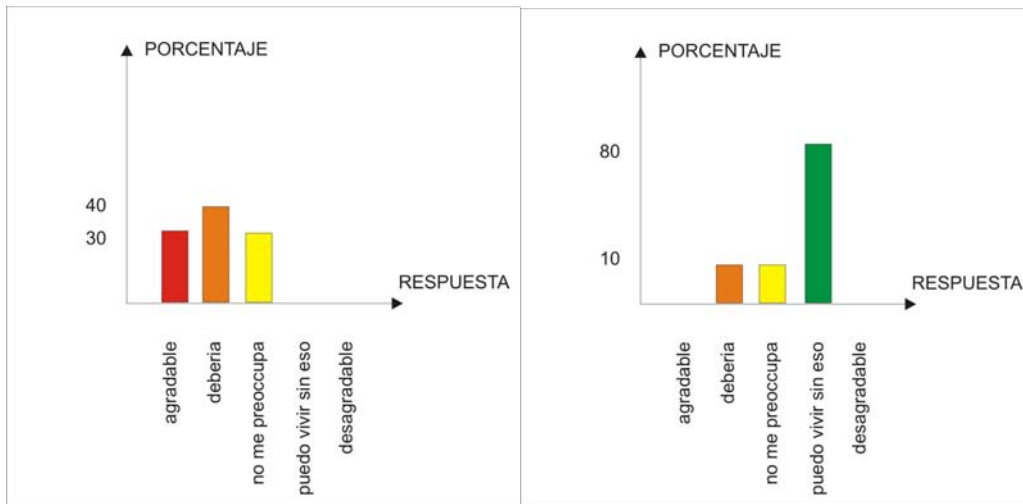
La respuesta más frecuente fue: *Agradable* para 3a y *desagradable* para 3b

A la pregunta N° 4 Cuesta lo mismo que uno convencional



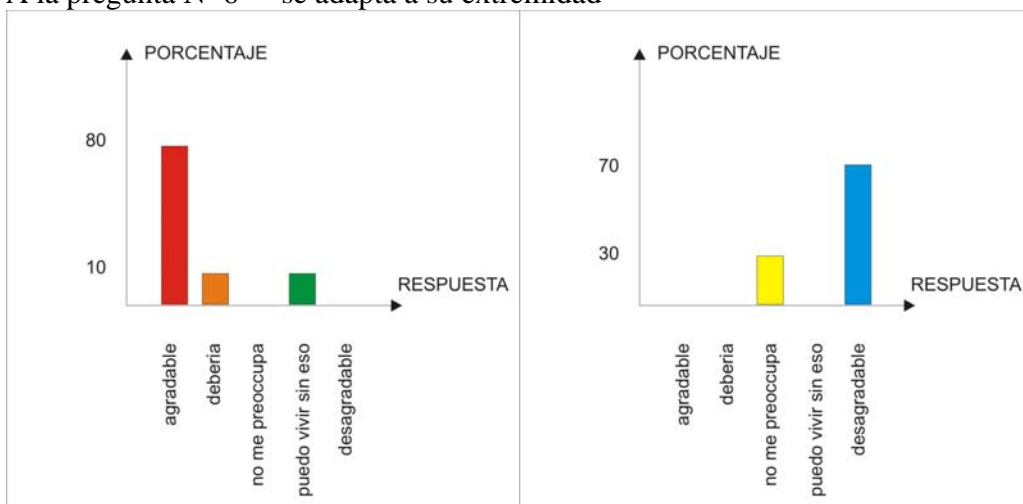
La respuesta más frecuente fue: *Agradable* para 4a y *no me preocupa* para la 4b

A la pregunta 5 conserva la conexión USB



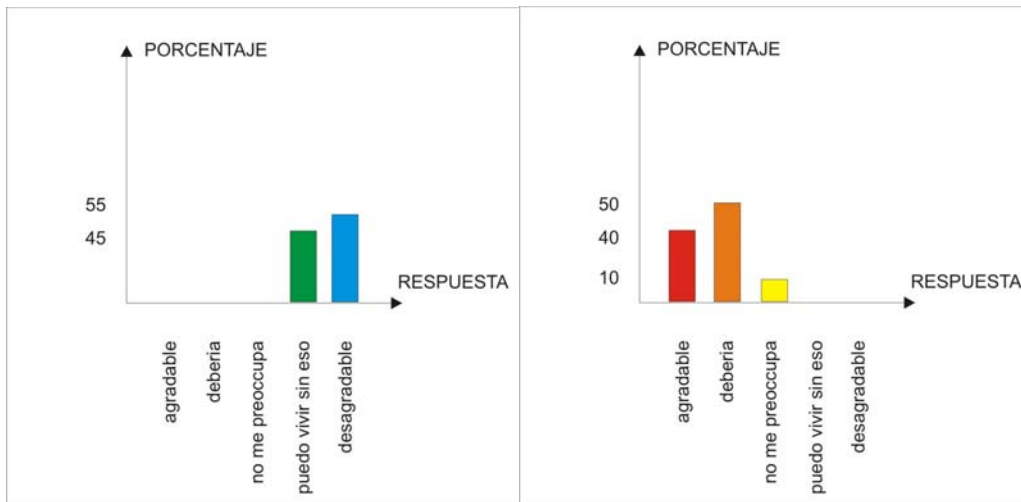
La respuesta más frecuente fue: *Debería* para 5a y *puedo vivir sin eso* para 5b

A la pregunta N° 6 se adapta a su extremidad



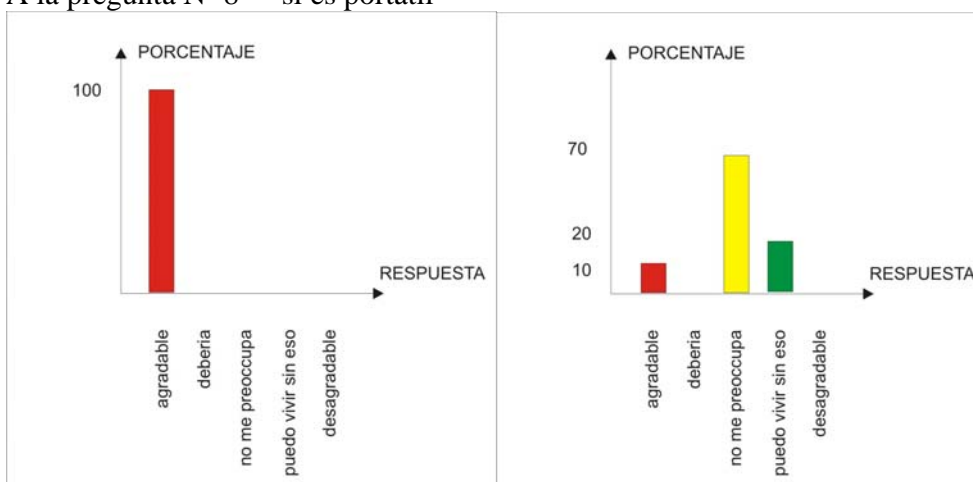
La respuesta más frecuente fue: *Agradable* para 6a y *desagradable* para la 6b

A la pregunta N° 7 pesa más de 500g



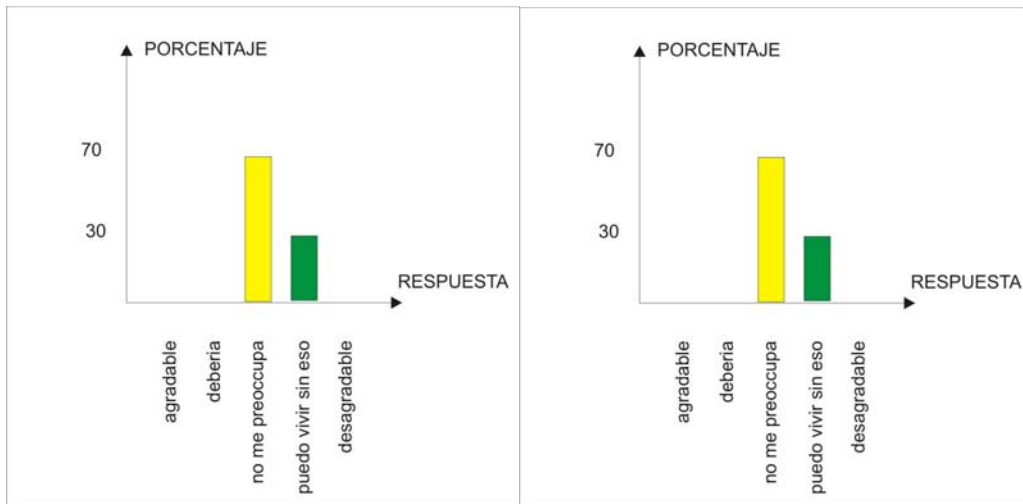
La respuesta más frecuente fue: *Desagradable* para 7^a y *debería* para la 7b

A la pregunta N° 8 si es portátil



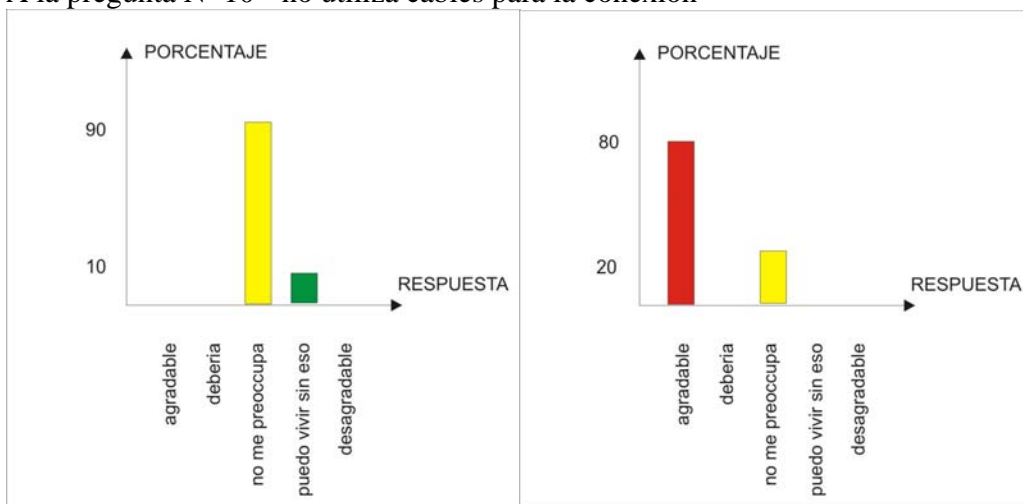
La respuesta más frecuente fue: *Agradable* para 8b y *no me preocupa* para 8b

A la pregunta N° 9 mantiene la forma del ratón convencional



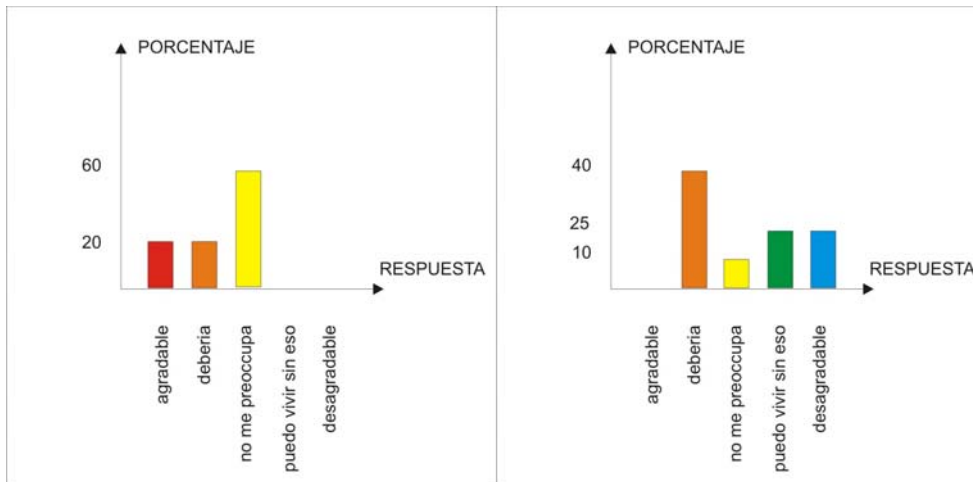
La respuesta más frecuente fue: *No me preocupa* para 9a y 9b

A la pregunta N° 10 no utiliza cables para la conexión



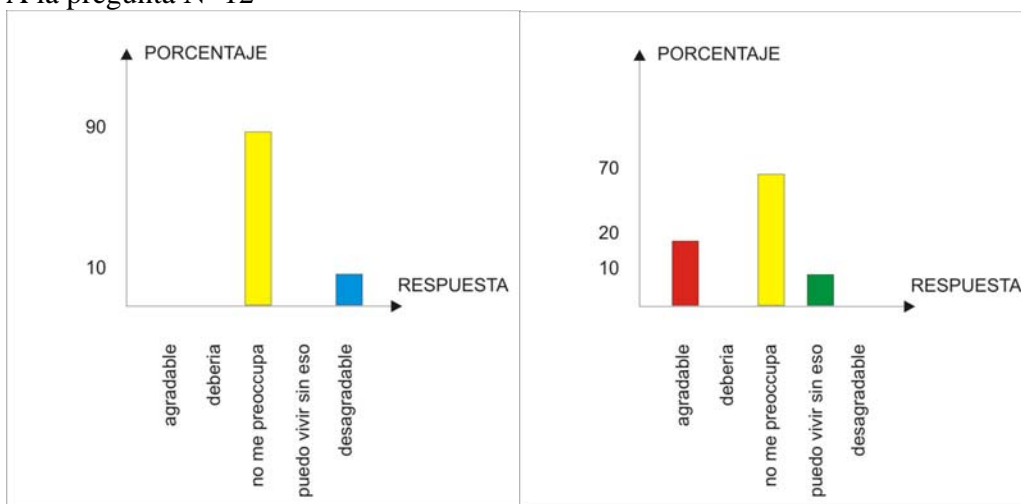
La respuesta más frecuente fue: *No me preocupa* para 10a y *agradable* para 10b

A la pregunta N° 11 utiliza scroll



La respuesta más frecuente fue: *No me preocupa* para 11a y *debería* para 11b

A la pregunta N° 12



La respuesta más frecuente fue: *No me preocupa* para 12 a y b

ANEXO N. EXPERIMENTACION ERGONOMICA

La siguiente comprobación ergonómica es de tipo exploratoria, mediante la cual se busca hallar la mejor opción de diseño entre las alternativas propuestas.

Ficha técnica:

7 personas entre los 25 y 50 años, un niño de 11 años, 6 hombres y 2 mujeres; 2 presentan amputación a nivel del codo, 2 a nivel de muñeca y 2 a nivel de antebrazo, las dos mujeres presentan malformación a nivel de muñeca. Residentes en Bucaramanga.

Cada experimentación será filmada para una posterior evaluación y registro de los experimentos.

Objetivos de la experimentación:

6. Evaluar la configuración de los controles del periférico.
7. Evaluar el tamaño del comando scroll.
8. Evaluar el tamaño de la esfera del cursor.
9. Evaluar el tamaño de los comandos clicks.
10. Evaluar la separación entre los comandos clicks.
11. Calificar las dimensiones antropométricas del periférico.

1. OBJETIVO:

Evaluar la configuración más acertada de los controles que permita el manejo más eficiente del periférico.

Configuraciones

Nº 1

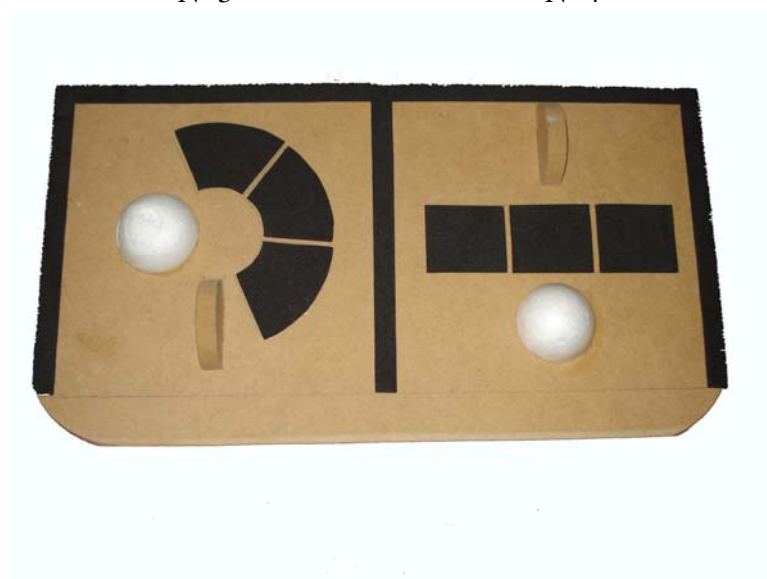
Nº 2



N° 3



N° 4



1.1 DEFINICION DE VARIABLES

Variables independientes	Variables dependientes
Cursor centro, scroll arriba, clicks a los lados.	Lenguaje de uso.
	Facilidad de usar.
	Comodidad.
Cursor centro, scroll arriba, clicks abajo en radiación.	Lenguaje de uso.
	Facilidad de usar.
	Comodidad.
Cursor izquierda, scroll	Lenguaje de uso.

abajo, clicks derecha en radiación.	Facilidad de usar.
	Comodidad.
Cursor abajo, clicks centro lineal, scroll arriba.	Lenguaje de uso.
	Facilidad de usar.
	Comodidad.

Variables controladas
Altura mesa. Altura silla. Grado de inclinación del periférico. Tamaño de botones. Tamaño de esfera-cursor. Tamaño de scroll.

Observación: Las variables ambientales se excluyen del estudio debido a que la fecha el lugar y la hora del experimento dependen exclusivamente de la disposición que elijan los usuarios, únicamente se tendrá en cuenta que las pruebas se realicen en un recinto cerrado como una habitación o sala de estudio que puede haber en cualquier hogar. Sin embargo se tendrán en cuenta las condiciones mínimas del escenario como son la altura de la mesa, de la silla y las condiciones de luz ⁴⁹

1.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

Para realizar el experimento se le pedirá al usuario que manipule los esquemas representativos de las cuatro configuraciones mostradas, durante 20 segundos se le pedirá que imagine que se esta desplazando con el periférico por el software Word office, (teniendo en cuenta que el usuario ya conoce cual es la función que cada comando desempeña). Luego se le pedirá que responda una corta entrevista, de la cual se extraerán las apreciaciones de lenguaje, uso y confort de cada una de las alternativas, así como su preferencia por una de ellas.

Entrevista:

1. En que configuración siente menos interferencia entre los comandos
R. Configuración 1.____ 2.____3.____4.____
2. Con cuál configuración realizó menos desplazamientos de su extremidad.
R. Configuración 1.____ 2.____3.____4.____
3. Cuál configuración usaría de las cuatro y porqué?

⁴⁹ El nivel mínimo recomendado para interiores de oficinas y salas de procesamiento de datos es de 400 lux. <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html#nivel> . Citado el 10/03/2008

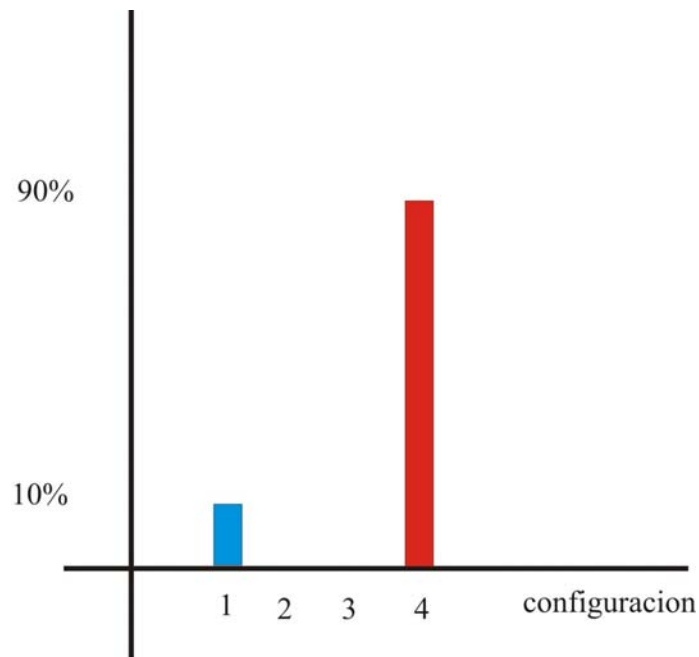
R. Configuración 1.____ 2.____ 3.____ 4.____

4. Con cuál configuración usted se sintió más cómodo y porqué?

R. Configuración 1.____ 2.____ 3.____ 4.____



1.3 TABULACION DE DATOS



El experimento arrojó como resultado evidente la configuración lineal de los clicks con el scroll en la parte superior.

1.4 CONCLUSIONES

1. Todos los usuarios dijeron sentirse cómodos teniendo los clicks en una misma línea, aclarando que no necesariamente deberían estar en forma horizontal, sino uno seguidos.
2. por medio de la observación directa es de notar que cuando un click queda por encima de la esfera de control se hace incomodo para su accionamiento.
3. en términos generales las dos configuraciones que tenían incorporado el circuito (configuraciones 1 y 2) fueron catalogadas como aceptables por los usuarios.

2. OBJETIVO:

Evaluar el tamaño y altura más indicada para el tamaño del comando scroll en el periférico.

De izquierda a derecha: Scroll 1, 2, 3 y 4.



2.1 DEFINICION DE VARIABLES

Variables independientes	Variables dependientes
cm.	
Diámetro 6 Secante 2	comodidad
	Facilidad de uso
	Superficie de contacto
	Desplazamiento del antebrazo
Diámetro 5 Secante 2	comodidad
	Facilidad de uso
	Superficie de contacto
	Desplazamiento del antebrazo
Diámetro 4 Secante 1	comodidad
	Facilidad de uso
	Superficie de contacto
	Desplazamiento del antebrazo
Diámetro 3 Secante 1	comodidad
	Facilidad de uso
	Superficie de contacto
	Desplazamiento del antebrazo

Variables controladas
Altura mesa
Altura silla
Grado de inclinación del dispositivo
grosor de scroll

2.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

Para realizar el experimento se le pedirá al usuario que manipule el dispositivo representativo de los cuatro diferentes tamaño de cursor, esta tarea se realizará en un tiempo de 20 segundos en donde moverá los diferentes tamaños de scrolls, luego se le

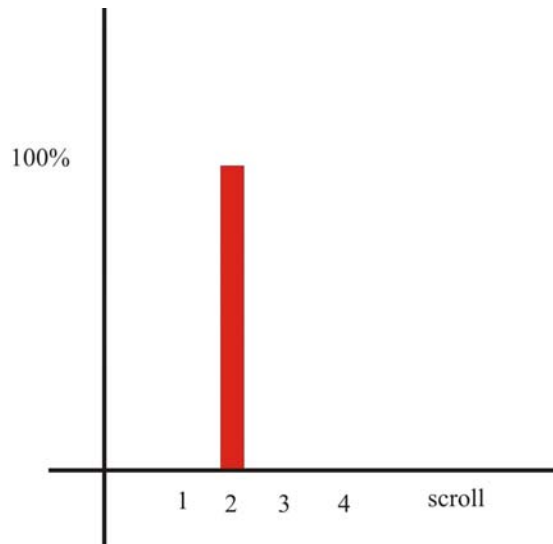
pedirá que responda una corta entrevista, de la cual se extraerán las apreciaciones de comodidad, lenguaje, uso y desplazamiento de cada una de las alternativas.

Entrevista:

1. Con cuál scroll siente que tiene más control de la rueda?
R. alternativa 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
2. Cuál scroll siente que lo hace girar más rápido?
R. alternativa 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
3. Con cuál scroll se siente más cómodo?
R. alternativa 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
4. Con cuál scroll cree que efectúa menos movimientos?
R. alternativa 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____



2.3 TABULACION DE DATOS



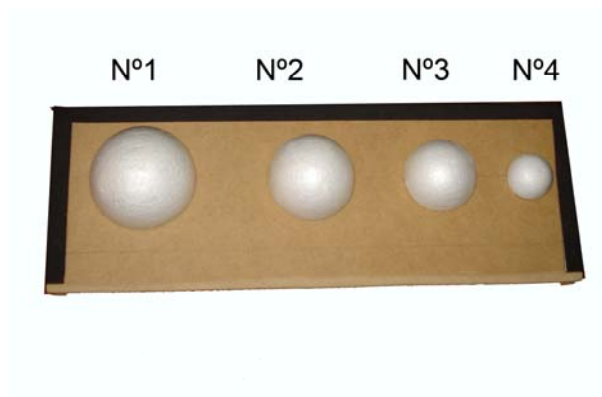
Todos los usuarios eligieron el scroll N° 2 como el más cómodo y fácil de controlar

2.4 CONCLUSIONES

1. el scroll N° 2 corresponde a un diámetro de 6 cm. y a una altura con respecto al nivel del mouse de 1,5 cm.

3. OBJETIVO:

Evaluar el tamaño más adecuado para la esfera que controla el cursor en el periférico



3.1 DEFINICION DE VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
Díámetro cm.	
2	Comodidad
	Control
3.5	Comodidad
	Control
4	Comodidad
	Control
5	Comodidad
	Control
6	Comodidad
	Control

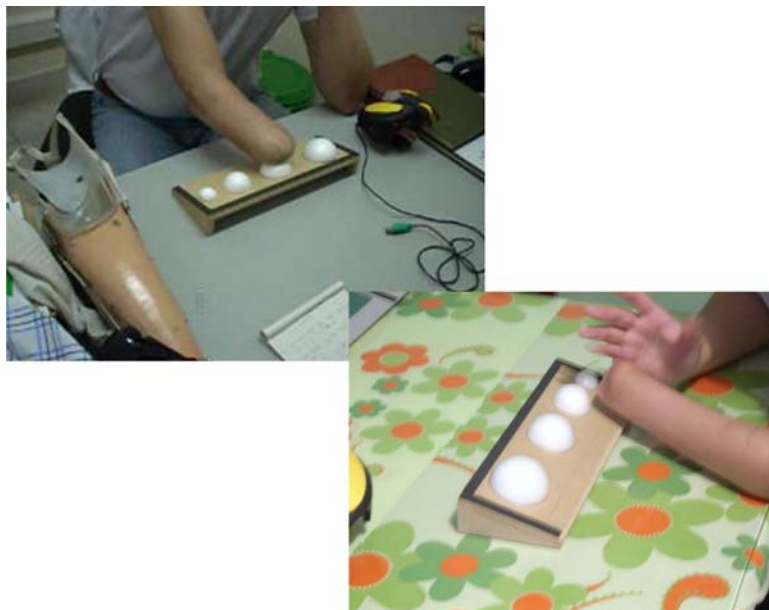
VARIABLES CONTROLADAS
Altura mesa Altura silla Fricción entre camisa y esfera Angulo de incidencia

3.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

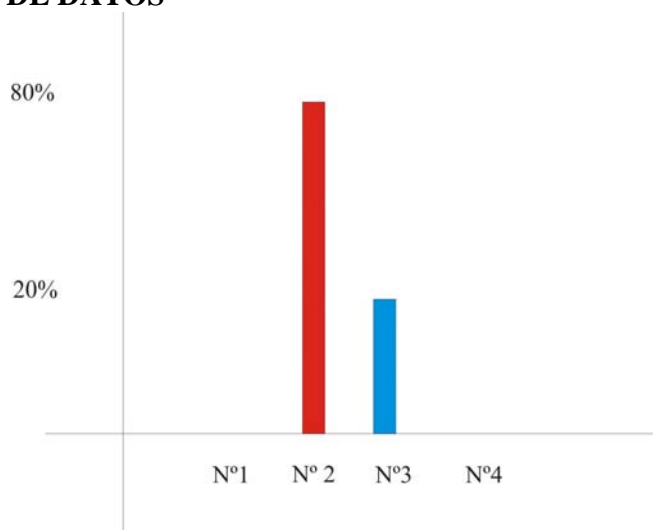
Para realizar el experimento se le pedirá al usuario que manipule el dispositivo representativo con los diferentes tamaños de esfera para el cursor, durante 20 segundos se le pedirá que manipule cada una de las esferas, luego se efectúa la entrevista para extraer las apreciaciones de comodidad y control

Entrevista:

1. Con cuál esfera se siente más cómodo?
R. 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____
2. Con cuál esfera siente mejor contacto?
R. 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____



3.3 TABULACION DE DATOS

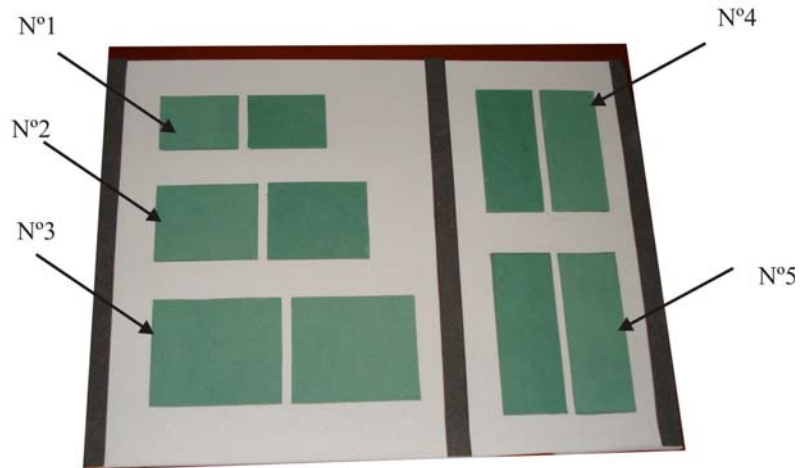


3.4 CONCLUSIONES

3. Contrario a lo que se pensaba, el tamaño de la esfera no hacia del su control mas confiable puesto que los usuarios dijeron sentirse a gusto con la esfera planteada o ligeramente mayor (5mm mas)
4. Es necesario hacer más suave el movimiento de la esfera dentro de la camisa y agregarle algún tipo de textura para mejorar el contacto.

4. OBJETIVO:

Evaluar el tamaño de los comandos clicks.



4.1 DEFINICION DE VARIABLES

Variables independientes	Variables dependientes
<i>Área cm2</i>	
9	Comodidad
	Control
10	Comodidad
	Control
12	Comodidad
	Control
16	Comodidad
	Control

Variables controladas
Altura mesa
Altura silla
Angulo de inclinación
Distancia entre comandos

4.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

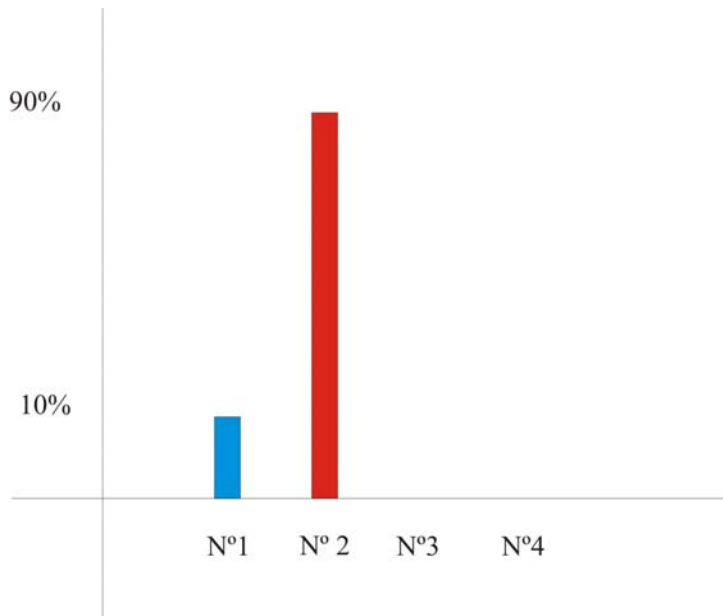
Para realizar el experimento se le pedirá al usuario que manipule el dispositivo representativo con los diferentes tamaños de botón para realizar los clicks, se le pedirá que manipule cada uno de ellos efectuando clic y clic sostenido, luego se efectúa la entrevista de la cual se extraerán las apreciaciones de comodidad y control

Entrevista:

1. Con cuál tamaño de botón se siente más cómodo?
R. 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____
2. Con cuál tamaño de botón siente mejor contacto?
R. 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____



4.3 TABULACION DE DATOS

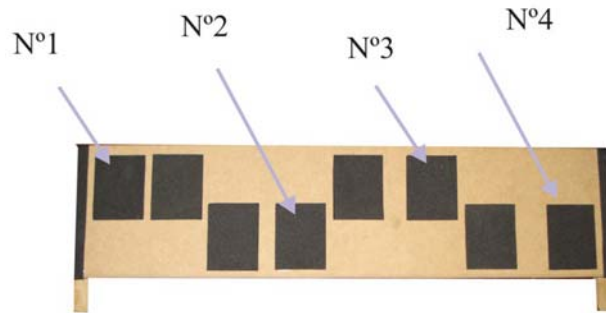


4.4 CONCLUSIONES

1. El tamaño elegido parece ser el mínimo de contacto, los usuarios dijeron sentirse indiferente con botones más grandes a este tamaño.

5. OBJETIVO:

Evaluar la separación entre los botones de comando click.



5.1 DEFINICION DE VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
<i>Separación cm.</i>	
0.5	Comodidad
	Control
1	Comodidad
	Control
1.5	Comodidad
	Control
2	Comodidad
	Control

VARIABLES CONTROLADAS
Altura mesa
Altura silla
Angulo de inclinación
Tamaño de botón

5.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

Para realizar el experimento se le pedirá al usuario que manipule el dispositivo representativo con las diferentes separaciones entre botones, se le pedirá que manipule cada uno de ellos efectuando clic repetidamente de manera alternativa pulsándolos independientemente, luego se le realizará la entrevista de la cual se extraerán las apreciaciones de comodidad y control.

Entrevista:

1. Con cuál tamaño de botón se siente más cómodo?

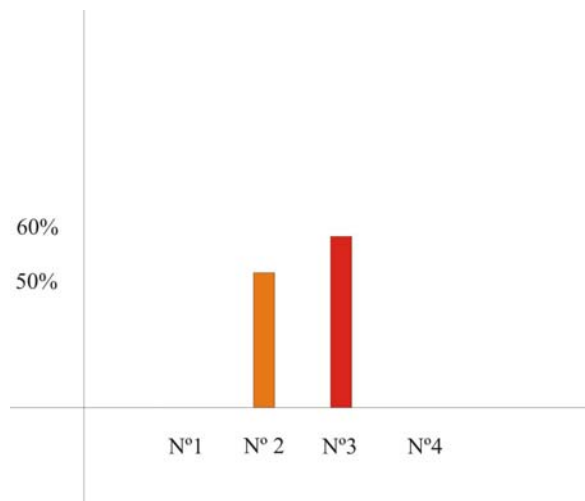
R. 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____

2. Con cuál tamaño de botón siente mejor contacto?

R. 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____



5.3 TABULACION DE DATOS



5.4 CONCLUSIONES

la distancia elegida esta entre un rango de 1 a 1,5 cm. Mayores distancias implican un recorrido que origina cansancio y menores hacen que se pulsen dos botones simultáneamente.

CONCLUSIONES GENERALES

En términos generales la comprobación ergonómica se califica como satisfactoria ya que los resultados obtenidos no se alejan significativamente de los propuestos.

Es importante señalar dentro de los usuarios elegidos para la prueba, se encontraban los tres tipos de amputación establecidos para el diseño del periférico, siendo calificado positivamente por todos ellos.

ANEXO O. PRUEBA DE USABILIDAD

OBJETIVO:

Calificar el uso integrado de los sistemas planteados en el periférico para evaluar la comprensión y entendimiento de estos por parte del usuario.

VAIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
Comprensión del uso de la prensa	Fácil colocación
Comprensión de sistema de extensión	Fácil adaptación
Comprensión de los controles	Comprensión del funcionamiento del sistema de control
Prueba de manejo	Adaptación al sistema
Dimensiones	Interferencia en el medio de trabajo

VARIABLES CONTROLADAS
1. Altura mesa
2. Altura silla sin apoyabrazos
3. Ubicación del periférico

METODOLOGIA

Primero se le explicara al sujeto el funcionamiento del periférico de manera que comprenda las acciones que queremos evaluar, luego se pedirá que lo manipule e instale y finalmente se entrevistara para saber sus opiniones al respecto.

DESCRIPCION DEL PROCESO

Las personas que realizaron esta prueba tienen una extremidad normal, con la cual sostenían el periférico hasta acercarlo a la mesa de trabajo, luego utilizaban el muñón para apretar las levas de la prensa, en el caso de la mesa de 3 centímetros de espesor, no hubo necesidad de realizar el movimiento de la leva para sujetar el periférico, gracias al mecanismo de la prensa, se observó que los usuarios utilizaron el muñón de forma perpendicular al eje de la leva de las prensas, esto dependiendo de la cantidad de tejidos que poseen los muñones. Con respecto a la leva de la corredera, se presentó dificultad en su posición neutra pero se puede acceder a este mecanismo con el muñón, la función de adaptación de la corredera fue manejada con acierto. La interfaz propuesta para el manejo

de los controles se entendió por parte de los usuarios, la distribución de los mismos permite acceder a cada comando eficientemente. En cuanto al volumen virtual ocupado por el periférico, los usuarios manifestaron que este era muy grande con respecto al mouse convencional y por tal motivo se reducía el espacio de trabajo.

RESULTADOS

El componente electrónico se comporto adecuadamente y respondió a los diferentes comandos indicados por los usuarios.

En cuanto a ergonomía los resultados obtenidos para esta prueba son satisfactorios ya que ningún usuario manifestó sentirse incomodo o tener que realizar esfuerzos para manipular el periférico

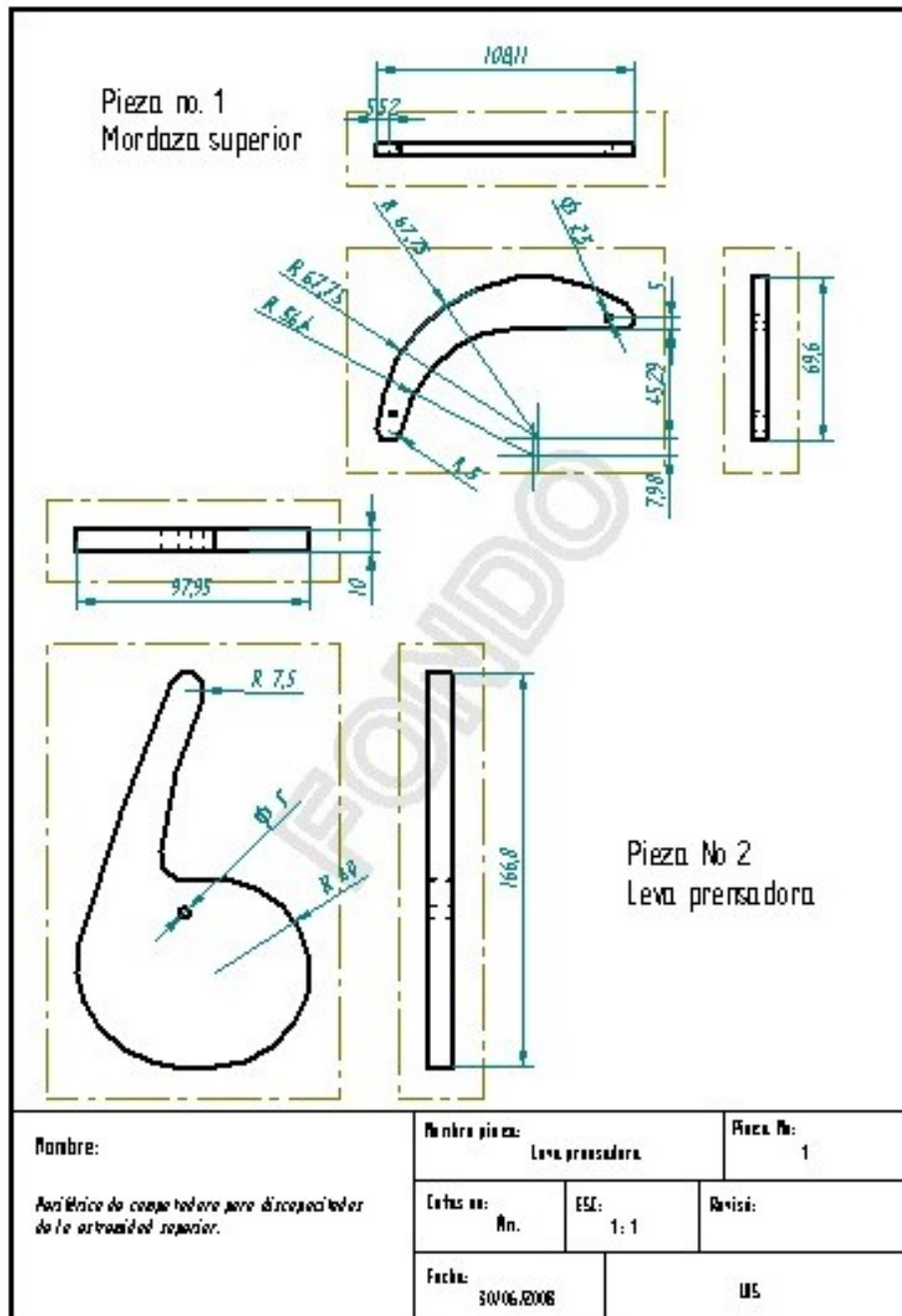
Queda como deficiencias evidentes la reducción de tamaño, así como el uso de materiales mas fuertes que permitan la sensación de solides, también se concluyo que debe mejorarse la fricción en la esfera para permitir un movimiento más suave.

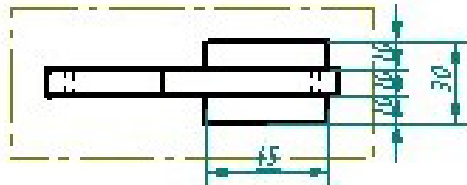
CONCLUSIONES

Esta prueba de usabilidad de análisis integrado de los sistemas permitió observar el rendimiento y aceptación por parte de los usuarios al primer modelo realizado, pudimos notar como primera medida, que los materiales de su fabricación permitían el pandeo del periférico al aplicarse una fuerza en la realización del clicks, motivo de queja por parte de los entrevistados, también se pidió mas suavidad en el control de la esfera y que se redujera considerablemente el tamaño del conjunto. En términos generales los sistemas planteados se comportaron adecuadamente.

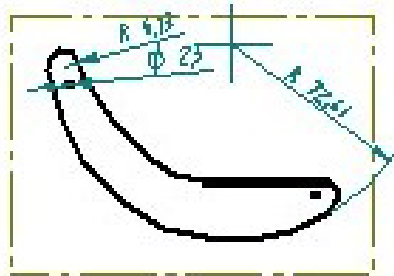
Es de señalar que los usuarios de muñón corto, dijeron no tener necesidad de utilizar la extensión en su dimensión completa (40 cm. Desde la mesa) sino que preferían acercar la silla, haciendo innecesaria prácticamente la mitad de la extensión. Esta medida es favorable, puesto que a menor longitud en la extensión menor es la posibilidad de pandeo por parte del periférico.

ANEXO P. PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL MODELO

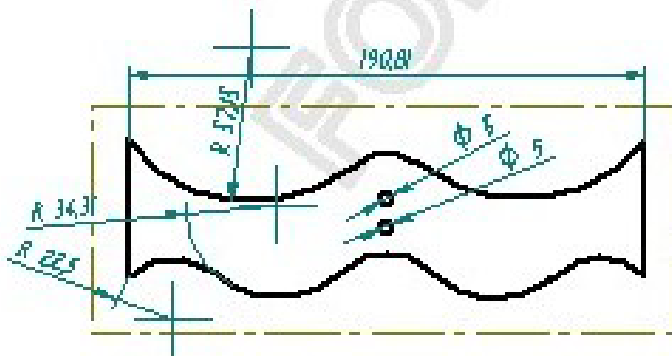




Pieza No. 3
Mordaza inferior



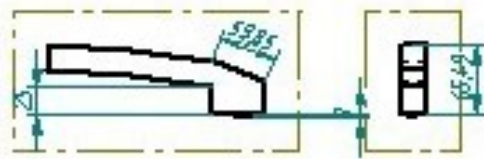
Pieza No. 4
Brazos



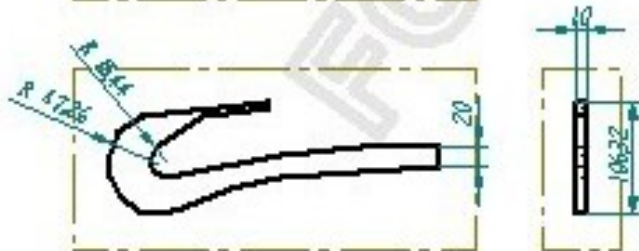
Nombre: Asa tríplice de coupe telera para discos teleros de la artramidad superior.	Numero pieza: <i>(Indicada en el dibujo)</i>		Fuente No.: <i>(Indicada en el dibujo)</i>
	Cotas en: An.	ESD: 1:1	Revisi:
	Fecha: 30/06/2008		US



Pieza No. 5
Corredera



Pieza No. 6
Soporte



Nombre:

Partitura de soporte para discepectores de la armadura superior.

Nombre pieza:

Incluido en el dibujo

Pieza No.:

Incluido en el dibujo

Cotas en:

Mm.

ESD:

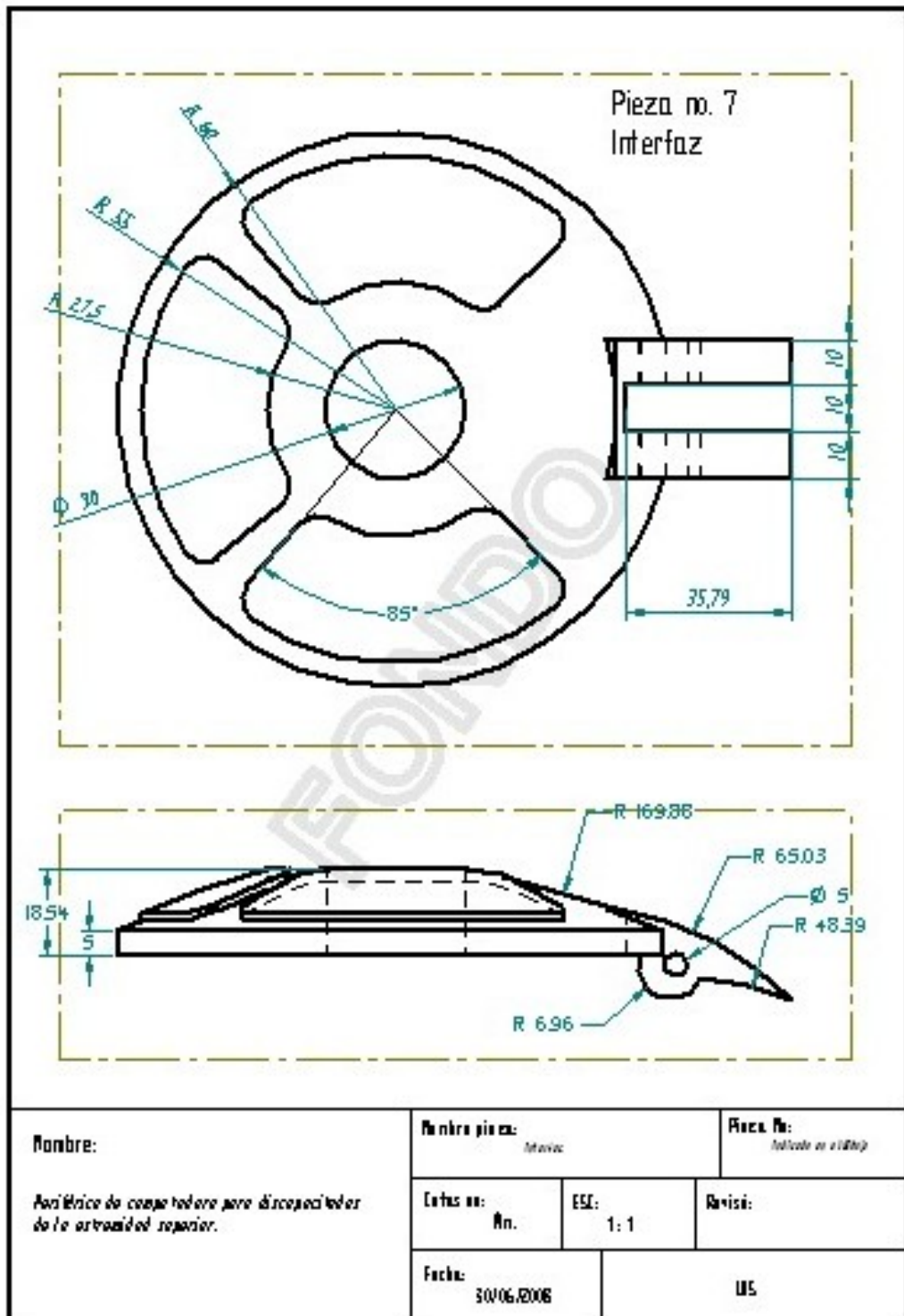
1:1

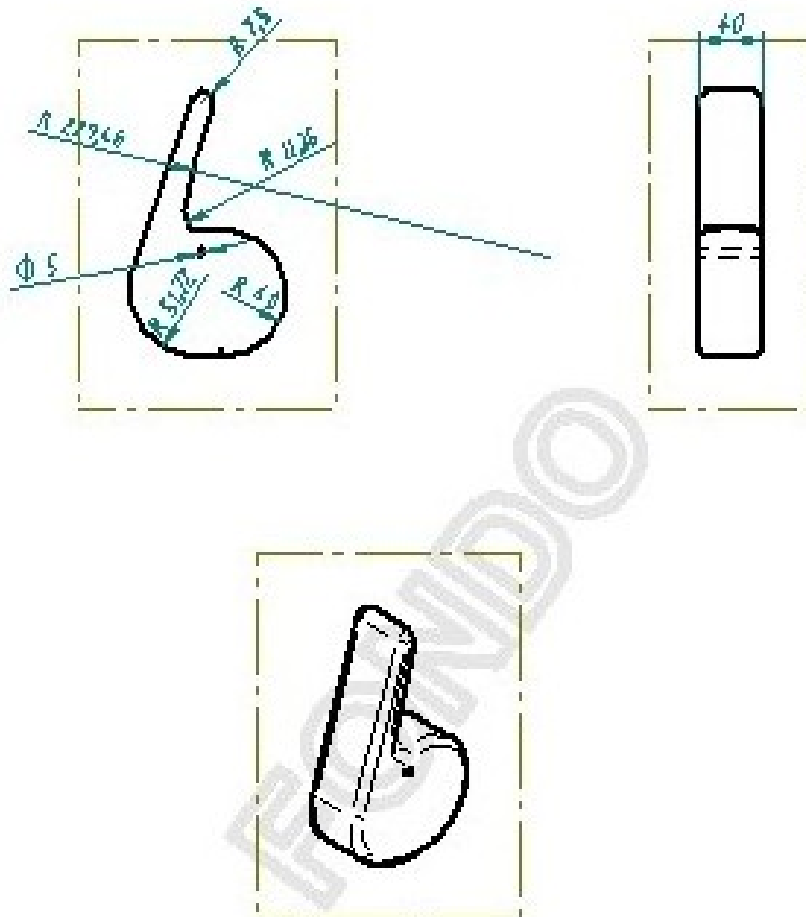
Revisi:

Fecha:

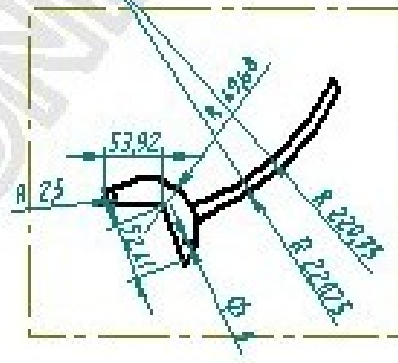
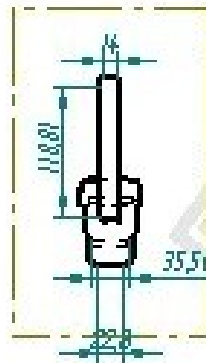
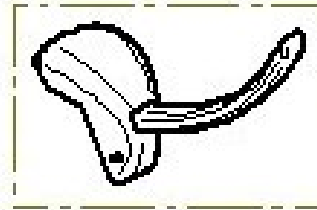
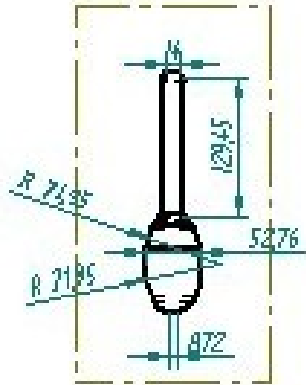
30/06/2006

US





Nombre: <i>Avulsor de coque telera para discapacitados de la extremidad superior.</i>	Nombre pieza: <i>ZEM</i>		Fuente No: <i>2</i>
	Cartas no: <i>Nn.</i>	ESC: <i>1:1</i>	Revisi:
	Fecha: <i>30/06/2006</i>		<i>UIS</i>



Nombre:

Accesorio de corte rodete para disco de corte de la actividad superior.

Nombre pieza:
MANTENEDOR

Ficha No:
5

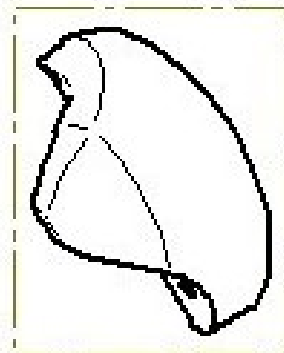
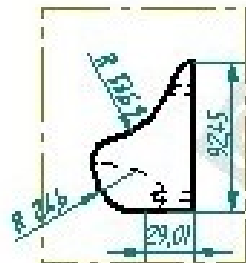
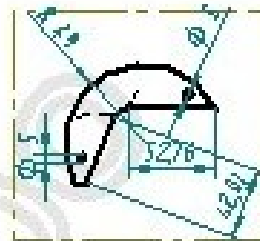
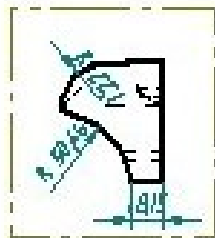
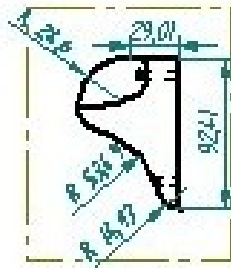
Código no:
An.

ESD:
1:1

Revisión:

Fecha:
30/06/2008

US



Nombre:

Avulsión de campo rodero para discopulador de la extremidad superior.

Nombre pieza: AVULSIÓN SUPERIOR BEREINA

Ficha No: 3

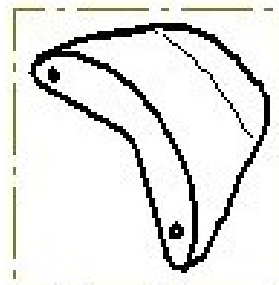
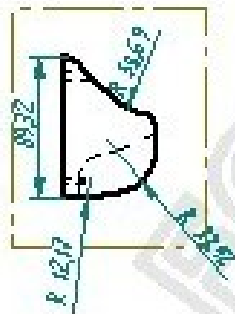
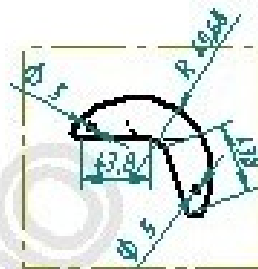
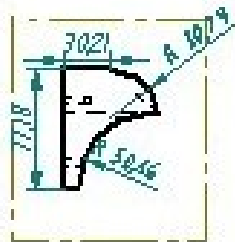
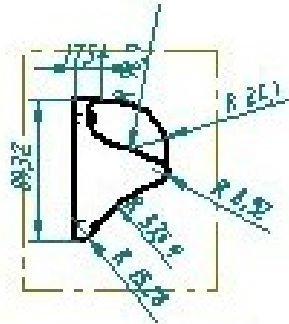
Fecha: An.

ESL: 1:1

Revisión:

Fecha: 30/06/2008

US



Nombre: <i>Avulsão de cunha rolante para dissecção total de la extremidade superior.</i>	Nombre pieza: ANCHA SOAFAJIZADORA ABM		Ficha No.: 4
	Cotas no.: An.	ESE: 1: 1	Revisi:
	Fecha: 30/06/2008		IIS