ARTEFACTO LÚDICO PARA ESTIMULAR Y AFIANZAR LA MEMORIA SECUENCIAL EN PERSONAS CON PÉRDIDA DE VISIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

EDGAR LEONARDO PÉREZ CASTRO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2014

ARTEFACTO LÚDICO PARA ESTIMULAR Y AFIANZAR LA MEMORIA SECUENCIAL EN PERSONAS CON PÉRDIDA DE VISIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

EDGAR LEONARDO PÉREZ CASTRO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Diseñador Industrial

Director:
D.I. FRANCISCO ESPINEL
MSc. Semiótica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2014

“El tiempo enseña a nunca darse por vencido,
que el trabajo duro da sus frutos”

Para todos aquellos que forman
y formaron parte de mi vida.

De todas las formas existentes en el mudo para dar gracias, solo puedo hacerlo en voz plena: a mi amado padre, mi amada madre y mis amadas hermanas, que con su paciencia y apoyo absoluto son los gestores de este logro.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 16
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18
1.1 TÍTULO DEL PROYECTO 18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18
1.3 JUSTIFICACIÓN 19
1.4 OBJETIVOS 21
1.4.1 Objetivo general 21
1.4.2 Objetivos específicos 21
2. DISCAPACIDAD VISUAL 23
2.1 CAUSAS DE LA DEFICIENCIA VISUAL 25
2.2 TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN Y AYUDAS TECNICAS 27
2.2.1 Movilidad 27
2.2.2 Lectura y ampliación 28
2.2.3 Otras ayudas y técnicas 28
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ESTIMULACIÓN DE LA MEMORIA SECUENCIAL 29
3.1 PROCESOS DE MEMORIZACIÓN 31
3.2 MEMORIA ICÓNICA 33
3.3 MEMORIA ECOICA 34
3.4 MEMORIA HÁPTICA 36
3.5 RECUERDO SECUENCIAL 39
3.6 MEMORIA SECUENCIAL 42
3.7 PERSPECTIVA GENERAL 43
3.8 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESAMIENTO DE LA MEMORIA SECUENCIAL 46

3.8.1 Principios de primacía y recencia 46
3.8.2 Procesamiento en individuos atípicos 48
3.9 LÚDICA 49
3.10 LÚDICA Y DISCAPACIDAD VISUAL 51
3.11 OCIO 53
3.12 OCIO INCLUSIVO 53
4. REVISIÓN DE DISPOSITIVOS DESTINADOS A LA AYUDA Y REHABILITACIÓN LÚDICA DE PERSONAS CON PÉRDIDA DE VISIÓN 56
4.1 TIFLOTECNOLOGÍAS 57
4.2 EQUIPOS ADAPTADOS 58
4.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL 59
4.4 CONTEXTO DE USO 63
4.5 APROXIMACIÓN CONTEXTUAL 64
5. CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA 66
5.1 DISEÑO UNIVERSAL 66
5.2 ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ESTIMULACIÓN DE LA MEMORIA SECUENCIAL 68
6. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS 71
6.1 REQUERIMIENTOS 74
6.2 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ARTEFACTO LUDICO 80
7. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS 83
7.1 ALTERNATIVA 1 83
7.2 ALTERNATIVA 2 84
7.3 ALTERNATIVA 3 85
7.4 ALTERNATIVA 4 86
7.5 ALTERNATIVA 5 88
7.6 ALTERNATIVA 6 89
8. SELECCIÓN DEL DISEÑO DE CONCEPTO 91
9. PRUEBA DE CONCEPTO 97

9.1 PRUEBA DE USABILIDAD 97
9.2 RESULTADOS PRUEBA DE USABILIDAD 99
9.3 VALIDACIÓN 104
9.3.1 Recolección de datos 107
9.3.2 Tabla de conteo de datos 107
9.3.3 Diagrama de Pareto 108
9.4 RESULTADOS VALIDACIÓN 109
10. DISEÑO DE AJUSTE 114
10.1 AGRUPACION Y DIAGRAMACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PRODUCTO 115
10.2 OPERACIONES Y FUNCIONES 117
10.3 DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA APROXIMADA 119
10.4 DIAGRAMACIÓN DE MARCA Y NOMBRE DEL PRODUCTO 120
10.5 MODELO FUNCIONAL DE PRUEBAS 121
10.6 MODELO FUNCIONAL DEFINITIVO 122
11. CONCLUSIONES 123
BIBLIOGRAFÍA 125
ANEXOS 132

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Procesos De Memorización 32
Figura 2 Memoria Icónica 34
Figura 3 Paradigma del informe parcial y Modelo bipartito de MVC 35
Figura 4 Tecnología Háptica 39
Figura 5. Relación entre la latencia de respuesta y el número de símbolos 44
Figura 6. Algunas propiedades de la búsqueda secuencial exhaustiva y de autoterminacion 45
Figura 7. Relación entre la latencia de la respuesta y el tamaño del conjunto positivo 46
Figura 8. Ilustración puntos de medición 75
Figura 9. Medidas respectivamente en la articulación Según Norma DIN 33 402. 2° parte. 76
Figura 10.Medidas de la mano Según Norma DIN 33 402. 2° parte 77
Figura 11. Alternativa 1 84
Figura 12. Alternativa 2 85
Figura 13. Alternativa 3 86
Figura 14. Alternativa 4 87
Figura 15. Alternativa 5 88
Figura 16. Alternativa 6 90
Figura 17. Posición De Uso 100
Figura 18. Elementos de control 100
Figura 19. Control De Encendido 101
Figura 20. Reconocer como iniciar las secuencias 102
Figura 21. Reconocimiento de la Dinámica de las secuencias 103
Figura 22. Identificación punto de conexión para el cargador 103

Figura 23. Diagrama de Pareto Día 3 Usuario 2 108
Figura 24 Diagrama de Pareto Día 1 Usuario 02 111
Figura 25. Diagrama de Pareto Día 9 Usuario 02 112
Figura 26. Diagrama Esquemático Del Producto 116
Figura 27. Agrupación Diagrama Esquemático Del Producto 116
Figura 28. Operaciones Y Funciones 118
Figura 29. Disposición Geométrica Aproximada 119
Figura 30. Diagramación de marca 120
Figura 31. Imágenes Modelo Funcional De Pruebas 121
Figura 32. Imágenes Modelo Funcional Definitivo 122

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Niveles De Visión 25
Tabla 2. Análisis Del Estado Actual Juegos De Percepcion Sensorial 59
Tabla 3. Organización De Necesidades E Importancia Relativa 71
Tabla 4. Matriz De Calidad 73
Tabla 5. Medidas respectivamente en la articulación Según Norma DIN 33 402. 2° parte. 75
Tabla 6 Medidas respectivamente en la articulación Según Norma DIN 33 402. 2° parte. 76
Tabla 7. Medidas de la mano Según Norma DIN 33 402. 2° parte 77
Tabla 8. Requerimientos ergonómicos 78
Tabla 9. Requerimientos técnico-productivos 78
Tabla 10. Requerimientos Expresivo-formales 79
Tabla 11. Requerimientos Funcionales 79
Tabla 12. Elementos Electrónicos Requeridos 81
Tabla 13. Matriz De Visualización De Conceptos 91
Tabla 14. Matriz De Puntuación De Conceptos 94
Tabla 15. Datos Día 3 Usuario I.D: 02 107
Tabla 16. Datos Día 1 Usuario 02 111
Tabla 17 Datos Día 9 Usuario 02 112

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Modelo encuesta de necesidades 132

ANEXO B. Modelo test de usabilidad 134

ANEXO C. Método de validación 136

ANEXO D. Resultados validación tablas y graficas diarias por usuario 138

RESUMEN

TÍTULO: "ARTEFACTO LÚDICO PARA ESTIMULAR Y AFIANZAR LA MEMORIA SECUENCIAL EN PERSONAS CON PÉRDIDA DE VISIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN"*

AUTOR: PÉREZ CASTRO, Edgar Leonardo**

PALABRAS CLAVES: memoria secuencial, afianzar, lúdica, percepción, artefacto

CONTENIDO:
La intención del presente trabajo de grado se orienta al diseño y validación de un artefacto lúdico que estimula y afianza la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, propuesta que obedece a la necesidad de realizar un elemento basado en la lúdica que consecuentemente permita un afianzamientos de las características de la memoria secuencial incluyendo principalmente el acto de atender y procesar una serie de elementos a la vez. Utilizando el juego como vía de aplicación, llegando de esta manera a una rehabilitación e inclusión de personas que tienen pérdida de visión a través de elementos generadores de estímulos dirigidos a los sentidos del tacto y el oído, con el propósito de afianzar el desarrollo progresivo de estos sentidos y adecuarlos para el modo de vida de la discapacidad referida.

El artefacto desarrollado fue una idea y un aporte para la inclusión igualitaria de todas las personas con pérdida de visión, en ambientes recreativos, el cual consiste es un sistema que fomenta y potencializa las capacidades del recuerdo secuencial de manera subconsciente, a través de una combinación armónica de estímulos específicos, que recrean y fomentan la actividad en las zonas de almacenamiento del cerebro ligadas a cada sistema sensorial perceptivo, y las cuales tras la práctica continua determinan una capacidad superior para recrear y formar las estrategias necesarias de ubicación y reconocimiento del entorno.

* Proyecto de grado
** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de diseño industrial. Director: MSc. Francisco Espinel Correal

ABSTRACT

TITLE: “PLAYFUL ARTIFACT TO ENCOURAGE AND STRENGTHEN THE SEQUENTIAL MEMORY IN PEOPLE WITH VISION LOSS, DESIGN AND CONSTRUCTION"*

AUTHOR: PÉREZ CASTRO, Edgar Leonardo**

KEYWORDS: sequential memory, clamp, playful, perception, artifact

CONTENTS:
The intention of this paper is aimed at grade design and validation of a playful device that stimulates and strengthens the sequential memory in people with vision loss, given that due to the need for a system based on the playful element which consequently allows for sureties the characteristics of sequential memory mainly including the act of meeting and process a number of items at once. Using the game as a way of application, thus arriving at a rehabilitation and inclusion of people with vision loss through generators of stimuli directed to the senses of touch and hearing, for the purpose of strengthening the progressive development of these senses and adapt to the way of life of that disability.

The artifact developed was an idea and a contribution to the equal inclusion of all persons with vision loss in recreational settings , which is a system that promotes and potentiates the capacity of sequential memory subconsciously , through a combination harmonics of specific stimuli that recreate and encourage activity in the storage areas of the brain linked to each sensory perceptual system, which after continuous practice determine a superior ability to recreate and strategies form the necessary location and environment recognition.

* Graduation Project
** Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Project director: MSc. Francisco Espinel Correal

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está orientado al diseño y validación de un artefacto lúdico que estimula y afianza la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, propuesta que obedece a la necesidad de realizar un elemento basado en la lúdica y consecuentemente permita un afianzamientos de las características de la memoria secuencial incluyendo principalmente el acto de atender y procesar una serie de elementos a la vez.[1] Utilizando el juego como vía de aplicación, llegando de esta manera a una rehabilitación e inclusión de personas que tienen pérdida de visión a través de elementos generadores de estímulos dirigido a los sentidos del tacto y el oído, con el propósito de afianzar el desarrollo progresivo de estos sentidos y adecuarlos para el modo de vida de la discapacidad referida.

Por tal razón, al emular los procesos de sensibilización sensorial se acude al uso recursos como el juego para ejercitar la memoria secuencial, por lo tanto, el proceso de diseño se centró en la obtención de una secuencia aleatoria de dificultad progresiva que acorde a las características de recordación de la memoria secuencial.[2] Pudiera brindar una ayuda agradable e inconsciente en el proceso de adaptación.

La secuencia de juego fue implementada en un dispositivo cuyas funciones se realizan a través de un sistema de control electrónico basado en códigos de secuencia aleatoria que incluyen controladores electrónicos de sonido, luz y vibración, elementos que producen los estímulos sensoriales. Además contiene actuadores que son los elementos que permiten al usuario generar la respuesta de retroalimentación al artefacto.

---

[1] HENSON, R. N. (1998). Short-term memory for serial order: The start-end model. Cogn Psychol, 36(2), 73-137

[2] ANDERSON, J. R., & MATESSA, M. (1997). A production system theory of serial memory. Psychol Rev, 104(4), 728-748. doi: 10.1037/0033-295X.104.4.728

La presente propuesta llego a una afianzamiento de la memoria secuencial en personas que tienen pérdida de visión y utilizando como recurso la estimulación de los sentidos del tacto y el oído manipulando una combinación de estímulos hápticos y auditivos, para el desarrollo de un artefacto que a través del seguimiento repetitivo de secuencias con dificultad progresiva generó un incremento en el acto de atender y procesar un elemento a la vez en un orden aleatorio.[3]

[3] RAZ, N., STRIEM, E., PUNDAK, G., ORLOV, T., & ZOHARY, E. (2007). Superior serial memory in the blind: a case of cognitive compensatory adjustment. Curr Biol, 17(13), 1129-1133. doi: 10.1016/j.cub.2007.05.060

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 TÍTULO DEL PROYECTO

Artefacto lúdico para estimular y afianzar la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, diseño y construcción.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La posibilidad de diseñar y crear un artefacto que sirva como instrumento para la capacitación y preparación con el propósito de incluir socialmente a la comunidad con pérdida de visión, nace de la necesidad de vincularlos en los mínimos espacios de recreación del individuo. Además, se pretende proporcionar herramientas que potencien sus capacidades cognitivas, para de esta manera, buscar estimular y afianzar otras posibilidades de reafirmación de su identidad que les permiten reconocerse en el contexto al cual pertenecen creando una visión de mundo a partir de dos de los modos sensoriales: el tacto y la audición representados en la memoria secuencial la cual es inherente al ser humano. En consecuencia, se plantearon las siguientes preguntas que orientaron el trabajo investigativo con el fin de establecer el rango de acción que se llevó a cabo:

- ¿De qué manera pueden ser incluidas en los espacios de divertimento, las personas con pérdida de visión?
- ¿Cómo se puede estimular y afianzar la memora secuencial del individuo a partir de un artefacto lúdico?
- ¿Cómo medir la evolución de la memoria secuencial a partir del artefacto?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Durante el proceso de recolección literaria y la interacción con las personas que tienen pérdida de visión se evidenció, que si bien, hay espacios en los que las personas con disminución visual pueden jugar, divertirse y estar en comunidad. [4] Carecen de herramientas lúdicas que les permitan afianzar y potenciar la memoria secuencial; por esto, la experiencia dramática presentada a partir de la imposibilidad de ver los obliga generar procesos de adaptación empírica con su entorno; el tacto, los sonidos y el olor se convirtieron en sus ojos; por lo tanto, es imperante la necesidad de plantear propuestas innovadoras e interactivas que les faciliten y estimulen los procesos cognitivos básicos, de esta manera puede iniciarse un proyecto de inclusión a espacios igualitarios y accesibles que son fundamentales para el desarrollo personal en el avance y rehabilitación de las personas con pérdida de visión.[5]

Se estima que en el mundo hay 285 millones de personas con discapacidad visual: 39 millones son ciegas y 246 millones tienen baja visión, alrededor del 90% de personas con discapacidad visual en del mundo, viven en países en desarrollo, el 82% de las personas con ceguera son mayores de 50 años a nivel mundial, los defectos de refracción no corregidos son la principal causa de discapacidad visual, las cataratas siguen siendo la principal causa de ceguera en los países de medianos y bajos ingresos. El número de personas con discapacidad visual a causa de enfermedades infecciosas se ha reducido considerablemente en los últimos 20 años el 80% del total de la discapacidad visual se pueden evitar o curar.[6]

---

[4] NEULINGER, J. (1981). The psychology of leisure. The psychology of leisure.(Ed. 2)
[5] CÁTEDRA, O. Y. D. (2003). Manifiesto por un Ocio inclusivo: Bilbao: Instituto de Estudios de Ocio
[6] OMS. (2013). Visual impairment and blindness. Retrieved 20 de Noviembre, 2013, from http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html

Ahora, en el proceso de revisión literaria, especificado en el estado del arte, se encontraron algunos juegos para el entrenamiento de la memoria, pero que en su mayoría están diseñados para personas sin discapacidades, esto, sin duda, representa la posibilidad de proponer nuevas formas lúdicas incluyentes que disminuyan la brecha de desigualdad que existe entre las personas con pérdida de visión y las personas con visión normal, en este caso se tendrán en cuenta a las personas con pérdida de visión total y pérdida leve de visión. Este proyecto incorpora secuencias de dificultad progresiva basados en estimulación auditiva, háptica, y secuencias luminosas dirigidas a personas con pérdida de visión leve.[7]

El desarrollo del presente proyecto está determinado a establecer las condiciones que permitan, en primer plano, una inclusión igualitaria a personas ciegas o con disminución visual, en entornos de divertimento, haciendo valer el libre desarrollo y derecho a la diversión, exceptuando por completo las tareas obligadas, donde las pretensiones del proyecto como la estimulación y afianzamiento de la memoria secuencial se lleven a cabo de manera inconsciente, mientras se disfruta de la diversión a manera consciente.

De esta premisa parte la creación de un artefacto lúdico que estimule y afiance la memoria secuencial de personas ciegas o con disminución visual, teniendo en cuenta parámetros importantes como un estado de salud optimo, el cual se refiere a un correcto funcionamiento del entorno físico, emocional y mental de la muestra poblacional escogida.

En concordancia al desarrollo del proyecto se determinó que la muestra poblacional a quien va dirigida la propuesta oscila entre los 15 y 50 años de edad, el rango mínimo de edad se establece en un periodo acorde para la comprensión y dinámica secuencial del artefacto a diseñar, fundamentada en la experiencia

[7] TOBOSO-MARTÍN, M., & ROGERO-GARCÍA, J. (2012). «Diseño para todos» en la investigación social sobre personas con discapacidad. Revista Española de Investigaciones Sociológicas, 140(1), 163-172

previa y creación de imágenes mentales acordes al contexto, el rango máximo de edad se determina por las expectativas ya mencionadas de una salud óptima.

Para el cumplimiento del proyecto se diseñó y construyó un modelo funcional del artefacto lúdico, que se basó en estímulos a los sentidos del tacto y el oído, donde estos estímulos ligados al seguimiento de secuencias con dificultad progresiva brindado por el artefacto generaran un afianzamiento de la memoria secuencial inherente a cada uno. La fabricación del modelo funcional se hizo acorde a los recursos brindados por la tecnología, insumos y profesionales presentes en el ámbito local. Las pruebas de usabilidad y validación del artefacto se basaron en estados comparativos inicial del usuario y posterior al uso continuo del artefacto, basándose dichas pruebas en la ley de Ebbinghaus como teoría de respaldo.[8] Para el comparativo evolutivo fue interpretado a través del diagrama de Pareto.[9] Lo cual permitió evidenciar la eficacia del artefacto lúdico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general. Diseñar y construir un artefacto lúdico que estimule y afiance la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, brindando un complemento en el proceso de rehabilitación.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los elementos que inciden en la estimulación de la memoria secuencial auditiva y táctil

[8] FINKENBINDER, E. O. (1913). The Curve of Forgetting. Am J Psychol, 24(1), 8-32. doi: 10.2307/1413271
[9] DELGADO, R. (2007). El diagrama de Pareto. Revista Virtual de la Universidad Católica de Occidente Santa Ana, El Salvador, Centro América, 49, 47-49

- Determinar los elementos de la memoria secuencial que generarán el diseño del concepto y evidenciarán que la lúdica ligado a la estimulación sensorial posibilita la rehabilitación e inclusión de personas con pérdida de visión.
- Validar le eficacia del artefacto a través de un diagrama comparativo del estado inicial de uso, respecto a un estado posterior de uso continuo.

2. DISCAPACIDAD VISUAL

A medida que se avanza en el proceso de investigación y de lo recabado en la literatura consultada se determina que la pérdida de visión no es una limitante para el desarrollo de las personas que poseen este tipo de discapacidad, según la organización mundial de la salud existen niveles de visión que permiten describir unos rangos que van desde pérdida leve hasta la pérdida total, esto determina un segmento poblacional amplio al cual dedicar el desarrollo de la propuesta.

La pérdida de la visión implica muchos impedimentos, pero por esto no incurre al fin de la existencia, las personas con pérdida de visión reciente llevan un proceso de rehabilitación y acompañamiento, que se basa principalmente en los procesos de orientación, movilidad y técnicas de la vida diaria, estas técnicas son destrezas para desarrollar las tareas habituales y cotidianas, todas estas técnicas se basan en la práctica repetitiva y secuencial, además de procesos de memorización de características que ahora se determinan a través de los sentidos no limitados.

Entonces para las personas con pérdida de visión se hace indispensable el afianzamiento de las capacidades perceptivas de la memoria a través de estímulos, esta brecha brinda el espacio para el desarrollo de un artefacto que a través de la lúdica basada en un juego de secuencias de complejidad progresiva, afiance la memoria secuencial, la cual hace parte importante de la memoria general, este tipo de memoria secuencial es la que permite determinar y recordar elementos en un orden específico y correcto, con el desarrollo del artefacto se abarca la capacidad de representar secuencias que le indican a las personas con pérdida de visión el orden en el que se presentan una serie de estímulos hápticos, ópticos y acústicos agrupados y que buscan lograr una mayor retención, al generar repeticiones homogéneas.

Al tener determinado cómo se desarrolla la propuesta y definiendo el perfil que identifica a las personas con perdida leve y total de visión como usuarios primarios, además de llegar a aquellas personas que se encuentren en proceso de rehabilitación y necesitan de un método para afianzar la memoria secuencial con estímulos aplicables en un entorno más libre y recreativo así logrando mitigar en cierto grado la carga de tensión emocional a causa de la pérdida de visión.

La ceguera es una condición de falta de la percepción visual debido condiciones fisiológicas o factores neurológicos, para describir el grado de pérdida de la visión y definir la ceguera, se han especificado algunas escalas por la Comunidad Mundial de la Visión la cual recomienda la utilización de la siguiente terminología.

- **Ceguera:** Se utiliza sólo para la pérdida total de la visión y en condiciones que las personas recurren principalmente a las habilidades que sustituyan de visión.
- **Baja Visión:** Se aplicará cuando exista un menor grado de la pérdida de la visión donde las personas pueden ser ayudadas de manera significativa por elementos y dispositivos que mejoren la visión.
- **Discapacidad Visual:** Se empleara cuando la condición de pérdida de visión esta caracteriza por una ausencia de las funciones visuales (tales como la agudeza visual, campo visual, etc.) a un nivel del órgano, muchas de estas funciones pueden ser medidas cuantitativamente.
- **Visión Funcional:** Se manejara este término para describir la capacidad de una persona al usar la visión en las actividades de la vida diaria (ADL), actualmente, muchas de estas actividades sólo pueden ser descritas cualitativamente.
- **Pérdida de la visión:** Se usara como un término general, incluyendo tanto la pérdida total de la visión (Ceguera) y la pérdida parcial (Baja Visión), caracterizada por la deficiencia visual o por una pérdida funcional de la visión.[10]

[10] COLENBRANDER, A. (2002). Visual Standards-: Aspects and Ranges of Vision Loss with Emphasis on Population Surveys: International Council of Ophthalmology

Para reportar la frecuente perdida de la visión en la población los estudios e investigaciones clínicas, reafirman las recomendaciones que se describen en el XXIII Congreso Internacional de Oftalmología. Kioto, Japón, 14 al 20 mayo 1978, sobre la pérdida de la visión. La categorización de la perdida de la visión se basa en la agudeza visual generando múltiples rangos de clasificación.

Tabla 1. Niveles De Visión

Nivel de Visión	Equivalencia en Metros	Rango
Visión Normal	>= 0.8	
Pérdida de Visión Leve	< 0.8	>= 0.3
Pérdida de Visión Moderada	< 0.3	>= 0.125
Pérdida de Visión Severa	< 0.125	>= 0.05
Pérdida de Visión Profunda	< 0.05	>= 0.02
Cerca de la Pérdida Total de la Visión	< 0.02	>= NLP
Pérdida de Visión Total	NLP	

Fuente: Tomado de International Council of Ophthalmology (2002:pp.2)

La ceguera refiere la pérdida total del reconocimiento de las formas y la percepción visual de la luz se reconoce clínicamente como la NPL, que es la abreviatura de "no percepción de la luz".[11]

2.1 CAUSAS DE LA DEFICIENCIA VISUAL

A nivel mundial las principales causas de discapacidad visual son: errores de refracción no corregidos (miopía, hipermetropía o astigmatismo) con el 43%, cataratas no operadas con el 33% y el glaucoma con el 2%. Aproximadamente el 90% de las personas con discapacidad visual viven en países en desarrollo, cerca del 65% de las personas con discapacidad visual son mayores de 50 años de

[11] OPHTHALMOLOGY, I. C. o., & MONBUSHŌ, J. (1978). Abstracts: XXIII International Congress of

edad, mientras que este grupo de edad representa un 20% de la población mundial, con una creciente población de edad avanzada en muchos países, más gente va a estar en riesgo de deficiencia visual relacionada con la edad; se estima que existen 19 millones de niños con discapacidad visual, de estos, 12 millones de niños con discapacidad visual se estima que es por errores de refracción, una condición que podría ser diagnosticado y corregido fácilmente, 1,4 millones con condiciones irreversibles.[12]

En general, la discapacidad visual en todo el mundo ha disminuido desde principios de 1990, esto a pesar que la población mundial tiende al envejecimiento, esta disminución es principalmente el resultado de una reducción en la discapacidad visual a causa de enfermedades infecciosas a través de: acciones concertadas de salud pública, una mayor disponibilidad de servicios para el cuidado de los ojos, conciencia de la población en general acerca de las soluciones a los problemas relacionados con la discapacidad visual (cirugía, dispositivos de refracción, etc.).[13]

La OMS coordina los esfuerzos internacionales para reducir las deficiencias visuales, su papel consiste en: monitorear las tendencias mundiales de discapacidad visual por país y por región; desarrollar políticas y estrategias para prevenir la ceguera desarrollando acciones para dar asistencia técnica a los estados miembros y los asociados; para planificar, monitorear y evaluar los programas, y para coordinar las alianzas internacionales en apoyo de los esfuerzos nacionales. En 2013, la Asamblea Mundial de la Salud aprobó el Plan de Acción 2014-19 para el acceso universal a la salud de los ojos, una hoja de ruta para los estados miembros, la secretaría de la OMS y los asociados

[12] OMS. Op. Cit.
[13] Ibid

internacionales con el objetivo de lograr una reducción mensurable de un 25% de discapacidad visual evitables para el 2019.[14]

En el proceso de exploración sobre la discapacidad visual se concibe este proyecto como un logro investigativo y como ejercicio de aplicación del conocimiento adquirido a lo largo de la carrera de diseño industrial, además como una manera de realizar un aporte a la sociedad con las alternativas innovadoras de modelos puestos al servicio de las necesidades de la población con pérdida de visión. Es el compromiso activo con la sociedad y una manera de hacer el ambiente más integrativo y apropiado para personas con este tipo de impedimento, ayudándoles con estas iniciativas a crecer mentalmente.

2.2 TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN Y AYUDAS TECNICAS

2.2.1 Movilidad. Instrumentos como el bastón blanco con la punta roja que es el símbolo internacional de la ceguera también pueden ser utilizadas para mejorar la movilidad el bastón se utiliza para lograr un alcance mayor de la sensación táctil, por lo general, se desliza en un movimiento de barrido bajo, a lo largo de la ruta pronosticada para el viaje y así detectar obstáculos. Un número reducido de personas utilizan perros guía para ayudarse en la movilidad, los perros son entrenados para atravesar por diversos obstáculos indicando cuando es necesario subir o bajar un escalón, sin embargo, el uso de perros guía está restringida por la incapacidad de los perros para entender ordenes complejas, cómo llegar de un lugar a otro, y logren llegar de manera segura.

Ciertas personas ciegas utilizan GPS como una ayuda a la movilidad, este tipo de dispositivos ayuda a las personas ciegas, con la orientación y la navegación, pero no es un reemplazo de las herramientas de movilidad tradicionales como bastones blancos y perros guía.

[14] Ibid

Las acciones del gobierno se toman a veces para que los lugares públicos sean más accesibles para las personas ciegas. El transporte público está disponible gratuitamente para los ciegos en muchas ciudades. Pavimento táctil señales de tráfico y acústica puede hacer que sea más fácil y más seguro para los peatones con discapacidad visual a cruzar las calles.

2.2.2 Lectura y ampliación. La mayoría de personas con disminución visual pueden leer ciertos tamaños de letras o pueden usar dispositivos para ampliar, logrando así una facilidad de lectura, una gama de lentes de aumento se presenta en el mercado, entre ellos algunos de tipo portátil y otros equipos de escritorio que logran facilitar la lectura. Además hay quienes leen braille o dependen de audiolibros o máquinas de lectura que trasforman el texto impreso en voz o braille.

2.2.3 Otras ayudas y técnicas. Las personas ciegas consiguen usar dispositivos sensibles a la vos adaptados que permiten una fácil interacción con los electrodomésticos o dispositivos electrónicos; además existen técnicas usadas por las personas ciegas para ayudarse a diario en sus actividades. Ciertas monedas y billetes tienen características táctiles que indican la denominación, las monedas colombianas tiene diferentes tamaños y texturas que permiten diferenciar las denominaciones, también utilizan técnicas para plegar cierta papelería de oficina para así diferenciarlas y facilitar su reconocimiento, el etiquetado y marcado de ropa y otros artículos personales, la distribución de los alimentos en diferentes posiciones en un plato, controles de mando para electrodomésticos, la suma de la gente, una vez presentan deficiencia visual durante un periodo suficiente pueden crear sus propias habilidades de adaptación en las áreas de gestión personal y profesional.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ESTIMULACIÓN DE LA MEMORIA SECUENCIAL

Para el desarrollo y creación del presente artefacto y llegando a definir lo correspondiente al porque se utilizó el termino de artefacto para nombrar el proyecto, se obtiene que según la enciclopedia de ciencias y tecnologías de argentina; el término artefacto se origina en las palabras latinas *ars o artis* (destreza) y *factus* (hecho), para designar a los objetos cuya fabricación requiere alguna destreza. Y son de obra humana, los cuales son objetos materiales, no ideas, son desplazables desde el punto de vista funcional esto equivale a decir que su función es perdurable o repetible en el tiempo.[15]

El artefacto que se planteó en el presente proyecto está basado en estímulos táctiles, visuales y auditivos los cuales determinaron la manera presentar el trabajo de rehabilitación basado en secuencias. Para entender cómo funcionan en general los estímulos se apropiaron definiciones dadas en psicología y que refieren a los estímulos como cualquier cosa que influya efectivamente y esté registrado por los sentidos. En el contexto de la percepción se hace una distinción para los estímulos entre el estímulo distal que refiere a aquellos estímulos que actúan indirectamente sobre los sentidos, y anuncian la llegada de un estímulo proximal, estos estímulos conciernen básicamente con los sentidos visuales, auditivos y olfativos; el estímulo proximal está afectado por factores externos que actúan directamente en la piel o en las mucosas, y producen una respuesta de conservación.[16]

[15] ECYT-AR. (2012). La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina. Retrieved 27 de Noviembre, 2013, from http://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Artefacto

[16] WGBH. (2001). Sensation and Perception. Retrieved November 27, 2013, from http://www.learner.org/series/discoveringpsychology/07/e07glossary.html

Estímulos externos; como la visión permiten al cerebro percibir y responder a los cambios que se producen en todo el cuerpo, la información o estímulos, se perciben en forma de luz la cual entra por la retina, donde se estimula un tipo especial de neuronas llamada células fotoreceptoras que trasmiten toda la información al cerebro a través del sistema nervioso central.[17] Si el estímulo no garantiza una respuesta lo suficientemente fuerte, se dice que no alcanza el umbral absoluto, y el cuerpo no reacciona, el umbral absoluto para la visión es la cantidad mínima de sensibilidad necesaria para inducir una respuesta de las células fotoreceptoras del ojo.[18]

La mecánica del oído determina cambios de presión causados por el sonido al llegar a la parte externa del oído resuenan en la membrana timpánica, que se articula con los huesos del oído medio, estos pequeños huesos multiplican las fluctuaciones de presión a medida que pasan y generan una perturbación en la cóclea, una estructura ósea en forma de espiral dentro del oído interno, las células pilosas en el conducto coclear, específicamente en el órgano de Corti, son desviados en forma de ondas generando un movimiento de fluido de la membrana a través de la cámara cóclea, neuronas sensoriales bipolares ubicadas en el centro de la cóclea monitorean la información de estas células y lo transmiten al tronco cerebral a través de la rama coclear del nervio craneal.[19]

El tacto o percepción somatosensorial, es la percepción resultante de la activación de los receptores neuronales, generalmente en la piel y que incluyendo los folículos del bello, una variedad de receptores de presión responden a los cambios que se perciben en la presión, la sensación táctil de la picazón causadas por las

[17] NICHOLLS, J. G., MARTIN, A. R., WALLACE, B. G., & FUCHS, P. A. (2001). From neuron to brain (Vol. 271): Sinauer Associates Sunderland, MA
[18] Encyclopedia.com. (2001). Absolute Threshold. Encyclopedia.com. Retrieved November 27, 2013, from http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-3406000012.html
[19] MARIEB, E. N., & HOEHN, K. (2007). Human anatomy and physiology: Pearson Education

picaduras de insectos o alergias implican nervios especiales que determinan la comezón en un sitio específico en la piel y la médula espinal.[20]

Para efectos de determinar cuáles son las características más importantes del proyecto se aplica la definición que según la real academia de la lengua española nota para el verbo afianzar siendo este un verbo transitivo que denota el hacer firme o consolidar algo.[21] La reunión de todos estos términos y en el caso del presente proyecto se llegó a una consolidación de la memoria secuencial en las personas con discapacidad visual a través de la estimulación de los sentidos del tacto y el oído, por medio de una coordinación de estímulos hápticos y auditivos, desarrollados en un artefacto que a través del seguimiento repetitivo de secuencias genero un incremento en el acto de atender y procesar un elemento a la vez.

3.1 PROCESOS DE MEMORIZACIÓN

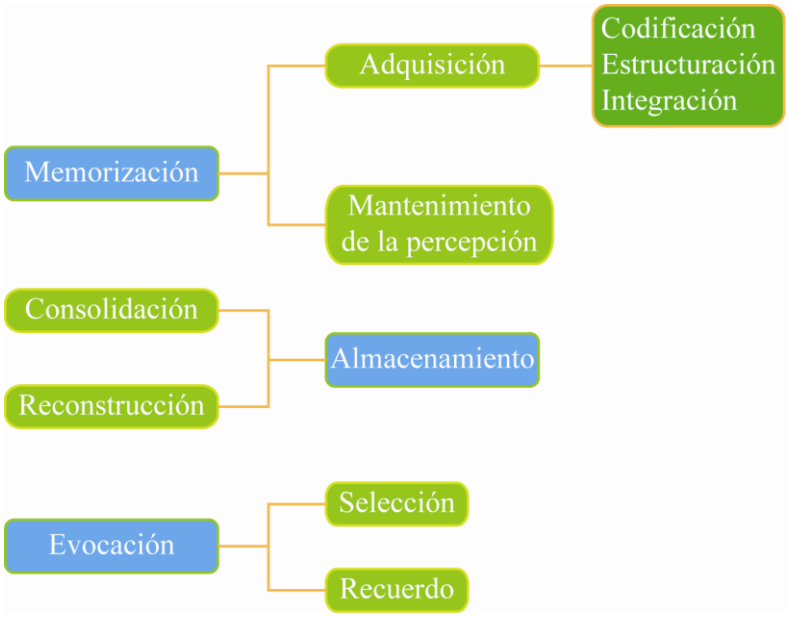
Memoria sensorial; en cada momento de la vida una persona está recibiendo información sensorial que se percibe a través de los receptores sensoriales y conducida por el sistema nervioso, la información que las personas reciben es almacenada en la memoria sensorial durante un segundo, luego es transferida a la memoria a corto plazo en la cual se mantiene durante 10 a 15 segundos sin pérdida de información.[22] Los seres humanos poseemos cinco sentidos vitales que son: vista, oído, gusto, olfato y tacto, la memoria sensorial permite que el cerebro

[20] SUN, Y.-G., ZHAO, Z.-Q., MENG, X.-L., YIN, J., LIU, X.-Y., & CHEN, Z.-F. (2009). Cellular basis of itch sensation. Science, 325(5947), 1531-1534
[21] DRAE. (2001). Diccionario de la lengua española. Real Academia Española Retrieved November 27, 2013, from http://lema.rae.es/drae/?val=afianzamiento
[22] CARLSON, N. R., HETH, D., MILLER, H., DONAHOE, J., & MARTIN, G. N. (2009). Psychology: the science of behavior: Pearson

almacene todos aquellos estímulos posteriores a la desaparición del estímulo original.[23]

Una expresión típica de la memoria sensorial es la facultad de los niños para escribir o crear círculos al hacer rotar una luz en la noche, cuando la luz genera el giro lo bastantemente rápido, aparece un rastro que genera una imagen continua, el haz de luz es la imagen que se representa en la memoria sensorial visual la cual es conocida como memoria icónica, otros dos tipos de memoria sensorial que se han tenido estudios científicos y son el pilar del presente proyecto se referencian como memoria ecoica y la memoria háptica.

Figura 1. Procesos De Memorización



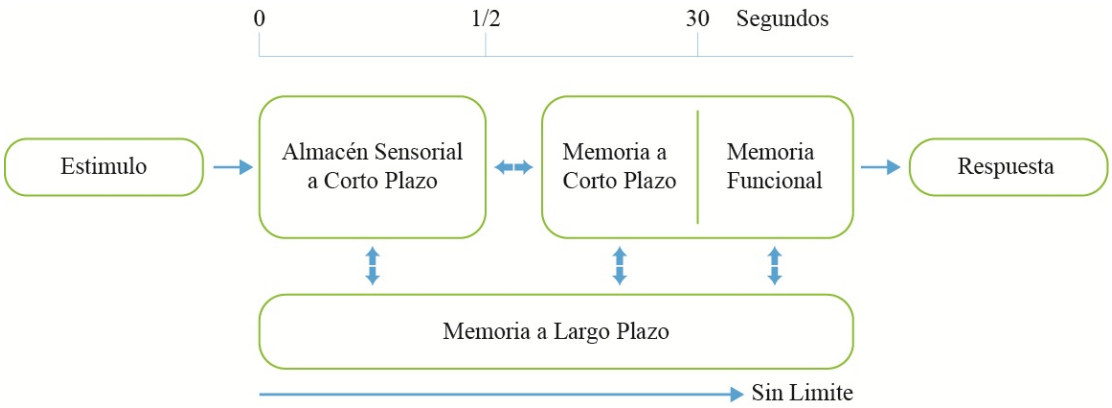
[23] COLTHEART, M. (1980). Iconic memory and visible persistence. Percept Psychophys, 27(3), 183-228. doi: 10.3758/BF03204258

3.2 MEMORIA ICÓNICA

La memoria icónica constituye la memoria sensorial para el sentido de la vista y la percepción visual, los estímulos visuales son detectados por las células fotoreceptoras presentes en los ojos, toda la información percibida es enviada al lóbulo occipital del cerebro, la memoria icónica fue el primer tipo de memoria al que dedicaron estudios que referenciaban un tipo de almacenamiento dedicado a cada sentido, el físico y matemático alemán Johann Andreas Segner (1704 - 1777).[24]

[24] VARLEY, J. (1978). The persistence of vision: Dial Press/J. Wade

Figura 2 Memoria Icónica



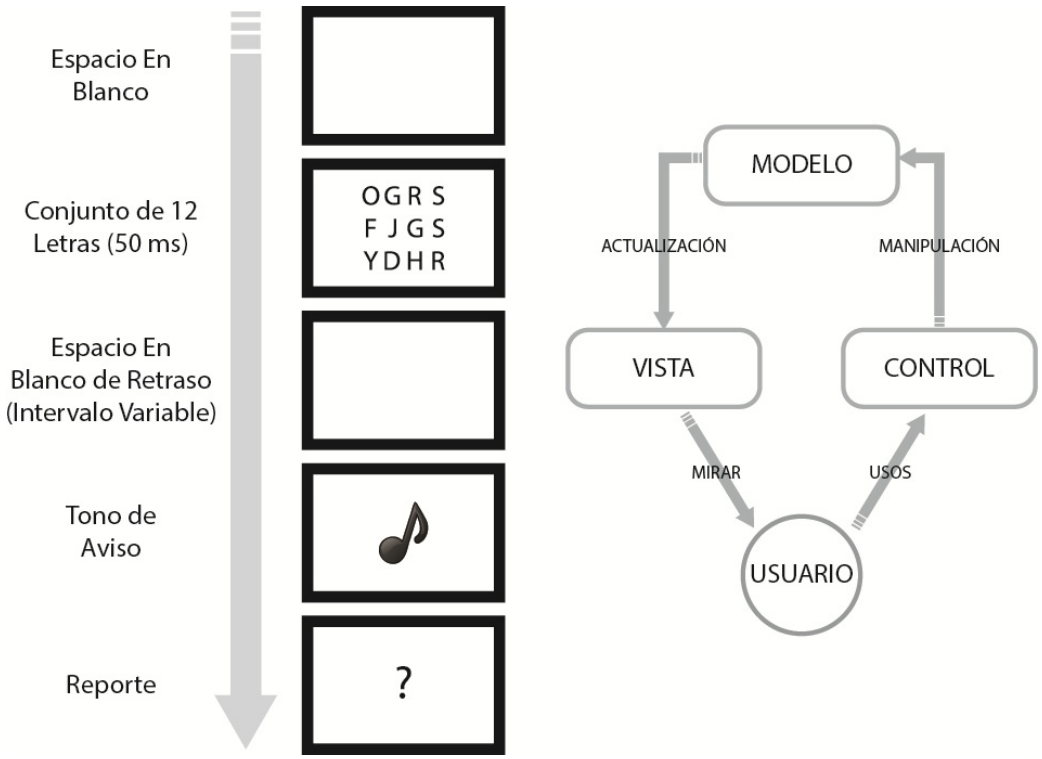
En su experimento, Andreas Segner; unió un carbón encendido a una cuerda generando giros con una velocidad creciente logrando que el haz de luz formara un círculo el cual fue percibido por un observador, al calcular que el carbón encendido necesitaba de 100 milisegundos (10 Hz o unas 600 revoluciones por minuto) para generar una vuelta completa, este sería el tiempo que demora el efecto y determina la duración del almacenamiento en la memoria visual.

3.3 MEMORIA ECOICA

La memoria ecoica representa la memoria sensorial para el sentido del oído y la acústica, este sentido percibe la información que se presenta en forma de ondas sonoras las cuales son captadas por las células capilares del oído la información es enviada y procesada en el lóbulo temporal, los primeros estudios de la memoria ecoica se manifestaron poco tiempo después de las investigaciones de George Sperling acerca de la memoria icónica utilizando una adaptación del paradigma del informe parcial.[25]

[25] DARWIN, C. J., TURVEY, M. T., & CROWDER, R. G. (1972). An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. Cogn Psychol, 3(2), 255-267.

Figura 3 Paradigma del informe parcial y Modelo bipartito de MVC



George Sperling se convirtió en el primer investigador que utilizó el paradigma del informe parcial para investigar el modelo bipartito de MVC (Modelo Vista Controlador). En los experimentos iniciales de Sperling, se presentaba a los observadores estímulos visuales a través de un taquitoscopio durante un breve periodo de tiempo (50 ms). Los estímulos consistían en matrices de caracteres alfanuméricos de 3x3 o 3x4 este modelo fue adaptado para comprobar la existencia de un almacenamiento específico para la memoria ecoica y consistía en requerir de los participantes identificar un subconjunto de los caracteres presentados utilizando algún indicio o pista indicativa. Esta pista consistía en un tono que sonaba a distintos intervalos temporales (~50 ms) inmediatamente después de la desaparición de los estímulos.

A diferencia de la memoria visual, en la que los ojos pueden escanear los estímulos una y otra vez, los estímulos auditivos no pueden ser repetidos, en general, los recuerdos almacenados en la memoria ecoica están presentes durante periodos levemente más largos que los estímulos almacenados en la memoria icónica.[26] Los estímulos auditivos se perciben uno a la vez antes de que se procesen y comprendan, por ejemplo, escuchar radio se diferencia a la lectura de un libro, una persona puede oír la radio sólo una vez en un momento predeterminado, mientras que un libro puede leerse una y otra vez, se puede decir que la memoria ecoica maneja el concepto del "holding tank", donde un sonido queda sin procesar o en espera hasta que se escuche otro, en este momento se procesa el más significativo.[27]

Esta particularidad del almacenamiento sensorial ecoico de recopilar grandes cantidades de información sonora que se conservan un corto período de tiempo de 3 a 4 segundos, esta información sonora resuena en la memoria ecoica y se repite durante este breve periodo de tiempo posterior a la percepción del estímulo auditivo.[28] Se han formulado otras duraciones para la resonancia que se produce en la memoria ecoica una vez que el estímulo se ha presentado, Guttman y Julesz sugirieron que puede durar alrededor de un segundo o menos, mientras que Erikson y Johnson sugieren que puede durar hasta 10 segundos.[29]

3.4 MEMORIA HÁPTICA

La memoria háptica hace parte de la memoria sensorial dedicada al sentido del tacto y la ciencia del tacto, los receptores sensoriales presentes en todo el cuerpo tienen la capacidad de detectar sensaciones como la presión, la picazón y el dolor,

---

[26] Ibid
[27] CLARK, T. (1987). ECHOIC MEMORY EXPLORED AND APPLIED. Journal of Services Marketing, 1(2), 41-48
[28] DARWIN, Turvey, & CROWDER. Op. Cit.
[29] ARDILA, A., MONTANES, P., & GEMPELER, J. (1986). Echoic memory and language perception. Brain Lang, 29(1), 134-140

esta información viaja a través del sistema nervioso central y la médula espinal llegando hasta la circunvolución parietal ascendente ubicada en el lóbulo parietal del cerebro, esta secuencia incluye al sistema somatosensorial, la evidencia acerca de la memoria háptica se ha identificado recientemente en algunas investigaciones que refieren a su función, capacidad, y duración.[30]

El primer experimento realizado para estudiar el fenómeno de la memoria háptica fue desarrollado por Bliss, Crane, Mansfield y Townsend; quienes investigaron las características de la memoria sensorial destinada a recibir los estímulos táctiles breves aplicados en la mano, los resultados obtenidos mostraron un espacio de almacenamiento destinado a la memoria háptica con una capacidad de retención aproximada de cuatro a cinco elementos y concluyendo en una similitud al espacio de almacenamiento de la memoria visual sugerido por Saúl Sperling en 1960.[31]

La memoria háptica implícita hace referencia al recuerdo inconsciente de información percibida con anterioridad, este tipo de memoria influye en las acciones de las personas y el comportamiento individual sin ser conscientes de su disponibilidad como recuerdo explícito.(Schacter, 1987) La memoria implícita se relaciona con fenómenos pertinentes a la adquisición de habilidades, el cebado y el condicionamiento clásico, donde en ocasiones los estímulos táctiles también son recordados implícitamente.[32]

La memoria sensorial háptica está destinada al almacenamiento de los estímulos táctiles producidos de manera pasiva que poseen un tamaño considerable y corta duración, las bases que apoyan la corta duración de la memoria háptica proceden

[30] SHIH, R., DUBROWSKI, A., & CARNAHAN, H. (2009). Evidence for haptic memory. Paper presented at the EuroHaptics conference, 2009 and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. World Haptics 2009. Third Joint

[31] BLISS, J., CRANE, H., MANSFIELD, P., & Townsend, J. (1966). Information available In brief tactile presentations. Percept Psychophys, 1(4), 273-283. doi: 10.3758/BF03207391

[32] MARAVITA, A. (1997). Implicit processing of somatosensory stimuli disclosed by a perceptual after-effect. Neuroreport, 8(7), 1671-1674

de estudios realizados por Gilson y Baddeley los estímulos hápticos aplicados poseen una duración aproximadamente diez segundos después de la eliminación del estímulo periodo durante el cual la piel se adapta al estímulo, incluso cuando la persona no realiza tareas de modo verbal, en seguida de esta espera, el rastro en la memoria se predispone al olvido, ya que se desvanece de la memoria táctil y comienza a depender del recuerdo en la memoria central.[33]

Según Heslin Existen cinco categorías hápticas que se referencian así; funcional-profesional se denota para el desarrollo de tareas y la orientación, social-cortés se establece para la interacción y los rituales sociales, amistad-afecto establece las relaciones definiendo el temperamento y carácter, amor-intimidad sugiere el apego emocional, sexual-excitación insinúa la intención sexual, la intención de un toque no siempre es exclusivo y conmovedor puede evolucionar a cada una de las categorías mencionadas.[34]

La tecnología háptica, se basa en una retroalimentación táctil donde se aprovechan las ventajas del sentido del tacto mediante la aplicación de fuerzas o vibraciones, durante la interacción táctil con entornos cotidianos, la percepción háptica se basa en las señales sensoriales que surgen de las señales mecánicas, como las fuerzas de contacto, pares, el movimiento de los objetos y las extremidades, la masa o el peso de los objetos, la rigidez de los materiales, la geometría de los objetos, por el contrario, la percepción háptica en entornos virtuales (VEs) se basa en las señales sensoriales que surgen de señales mecánicas controladas por ordenador producidas por interfaces hápticas.[35]

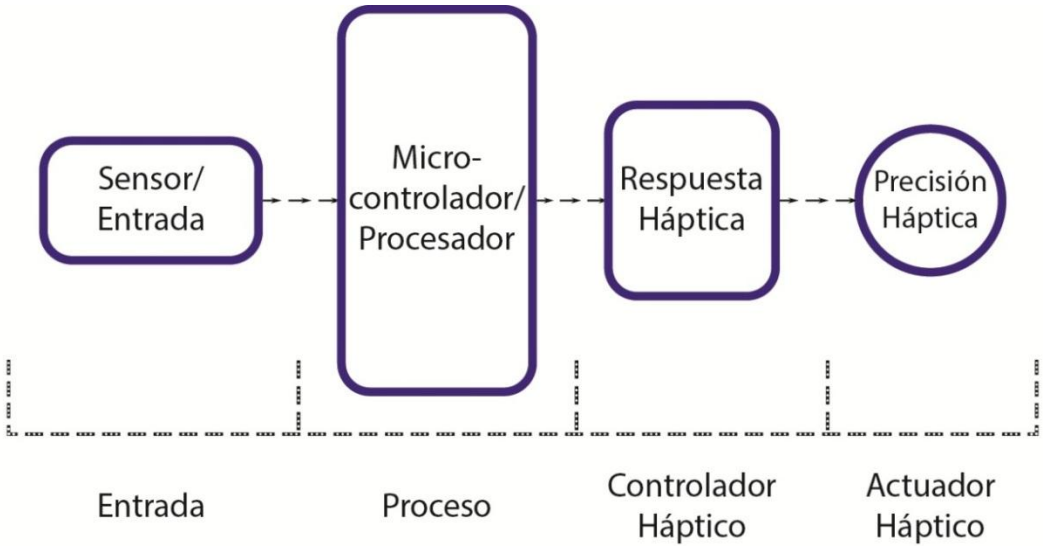
---

[33] GILSON, E. Q., & Baddeley, A. D. (1969). Tactile short-term memory. Q J Exp Psychol, 21(2), 180-184. doi: 10.1080/14640746908400211

[34] HESLIN, R. (1974). Steps toward a taxonomy of touching. Trabajo presentado a la Midwestern Psychological Association. Chicago

[35] ROBLES-DE-LA-TORRE, G. (Producer). (2010). International Society for Haptics: Haptic technology, an animated explanation. Isfh. org.

Figura 4 Tecnología Háptica



3.5 RECUERDO SECUENCIAL

El recuerdo secuencial radica en la facultad para recordar elementos o sucesos en un orden específico que se presentan o suceden.[36] El potencial de los seres humanos para acumular elementos en la memoria y recordarlos ulteriormente es de una altísima transcendencia, para el desarrollo y uso del lenguaje, se requiere de un orden y elocuencia en el discurso, la posibilidad de recordar de manera secuencial no sólo se ha explicado en seres humanos, sino también en varias especies de antropoides, al igual que en especies de animales no pertenecientes a la familia de los primates.[37]

[36] HENSON Op. Cit.
[37] BOTVINICK, M. M., WANG, J., COWAN, E., Roy, S., BASTIANEN, C., MAYO, J. P., & HOUK, J. C. (2009). An analysis of immediate serial recall performance in a macaque. Anim Cogn, 12(5), 671-678

El ordenar secuencialmente los elementos a recordar permite crear una continuidad en la remembranza de los sucesos autobiográficos, donde el orden de los eventos más recientes se recuerda con mayor facilidad.[38] El recuerdo secuencial para la memoria a largo plazo (MPL) posee características diferentes al recuerdo secuencial en de la memoria a corto plazo (MLP), para que una secuencia de sucesos se pueda almacenar en la MLP, dicha secuencia debe repetirse durante el tiempo hasta que pueda ser representada en la memoria como una totalidad, en vez de una serie de elementos diferenciados, al estar registrados en la memoria de largo plazo no se hace necesario recordar la relación entre elementos y tampoco la posición original ocupada en la lista ordenada.[39]

En la MCP, el recuerdo secuencial inmediato (RSI) está determinado por la acción de dos mecanismos, el primero considera al RSI como el resultado de establecer asociaciones entre los elementos y sus posiciones originales de la secuencia a memorizar, en tanto que el segundo mecanismo nota que las asociaciones se determinan entre los elementos entre sí, en una serie de ciclos, las indagaciones efectuadas sobre el segundo mecanismo manifiestan que es menos usual que el primero, las relaciones que se crean entre las posiciones que ocupa cada elementos no son influidas por los efectos de primacía y recencia.[40]

El principio de primacía se libra de las afirmaciones previas, e indica que el RSI es la consecuencia de una curva de niveles de activación, donde cada elemento presenta un determinado nivel de activación que corresponde a su posición particular en una lista dada.[41] Investigaciones en relación a lo anterior determinan que el rendimiento del RSI mejora ampliamente cuando la lista a memorizar está formada por elementos homogéneos, aseverando que pertenecen a una misma

[38] HENSON Op. Cit.
[39] BOTVINICK, WANG, COWAN, ROY, BASTIANEN, MAYO & HOUK. Op. Cit.
[40] AVONS, S. E. (1998). Serial report and item recognition of novel visual patterns. Br J Psychol, 89 (Pt 2), 285-308
[41] PAGE, M., & NORRIS, D. (1998). The primacy model: a new model of immediate serial recall. Psychol Rev, 105(4), 761.

categoría semántica, comparados con aquellos casos donde los elementos son heterogéneos y pertenecen a distintas categorías semánticas, estas características determinan que las representaciones semánticas benefician el rendimiento del recuerdo serial inmediato.[42]

El recuerdo secuencial a corto plazo está directamente afectado por la similitud fonológica de los elementos, cuando el grado de similitud fonológica es alto, se nota una pérdida en el rendimiento del recuerdo serial inmediato. Para Alan Baddeley en su experimento al respecto, determino por comparación, resultados logrados al memorizar listas de elementos que eran fonéticamente equivalentes ente sí, con resultados logrados al memorizar listas donde los elementos eran fonéticamente diferentes.[43]

Efecto de tamaño de lista: el recuerdo secuencial se reduce a manera que la lista de elementos a memorizar se hace más larga.

Efecto de posición serial: este efecto está relacionado con los principios de primacía y recencia. [44]

Gradiente de transposición: este efecto refiere la capacidad de recordad en mayor grado un elemento dado dentro de una lista a comparación de su posición.

---

[42] POIRIER, M., & SAINT-AUBIN, J. (1995). Memory for related and unrelated words: Further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48(2), 384-404

[43] FOURNET, N., JUPHARD, A., MONNIER, C., & ROULIN, J. L. (2003). Phonological similarity in free and serial recall: The effect of increasing retention intervals. International Journal of Psychology, 38(6), 384-389

[44] BOTVINICK, M. M., WANG, J., COWAN, E., ROY, S., BASTIANEN, C., MAYO, J. P., & HOUK, J. C. (2009). An analysis of immediate serial recall performance in a macaque. Anim Cogn, 12(5), 671-678

Error de confusión de elementos: al momento de recordar cierto elemento de manera equivocada se tiende a responder con un elemento similar al que poseía dicha posición.

Error de repetición: se presenta durante el recuerdo de una secuencia, el usuario repite el mismo elemento en dos posiciones diferentes, este error se presenta con poca frecuencia en seres humanos.

Efecto de rellenado: cuando hay un recuerdo erróneo de un elemento, ubicándolo en un posición diferente a la posición original, se le suele asignar una posición anterior a la original en la secuencia, se presenta la tendencia que el elemento posteriormente recordado es aquel que iba en la posición que ocupo el recuerdo del elemento equivocado. Un ejemplo seria la secuencia A, B, C, D, E y la recordación inicia con A, B y D, es posible que el próximo elemento a recordar sea C.

Efecto de protrusión: sucede cuando un elemento en una lista previa es introducido fortuitamente al momento de recordar en una lista nueva, tiende a recordarse en la posición que ocupaba en la lista previa.[45]

Efecto de longitud de la palabra: los elementos fonéticos cortos suelen ser más fácilmente recordados que aquellos elemento fonéticamente extensos.[46]

3.6 MEMORIA SECUENCIAL

El desarrollo secuencial de la memoria es el acto de atender y procesar un elemento a la vez, al contraste de la memoria en paralelo, que es el acto de atender y procesar muchos elementos simultáneamente. La memoria secuencial

[45] BOTVINICK. Op. Cit.
[46] S. AVONS, WRIGHT, & PAMMER. Op. Cit.

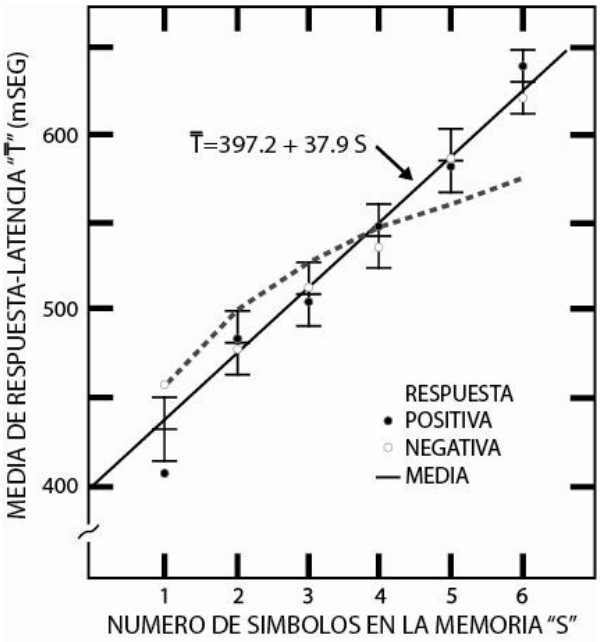
está ligada a la memoria de corto plazo, en pruebas desarrolladas en personas, donde se creaba un conjunto de elementos (por ejemplo, letras, números) y se les presentaba uno a la vez, luego de períodos variables de tiempo, se les solicitaba recordar los elementos del conjunto mostrado; además, se les preguntaba si un elemento específico se presentó en el conjunto original; el orden, la secuencia y las relaciones entre los elementos pueden variar o ser totalmente diferentes debido a la velocidad y la precisión al recordar los elementos de dicho conjunto.[47]

3.7 PERSPECTIVA GENERAL

El proceso de la memoria secuencial utiliza representaciones internas de la memoria a fin de compararlas con un estímulo percibido. Estas representaciones internas son comparadas una a la vez. La linealidad y la pendiente de la función implican la existencia de un proceso secuencial y comparativo, cuya tasa promedio esta entre 25 y 30 representaciones por segundo, en la figura 1 se muestra la relación entre la latencia de respuesta y el número de símbolos en la memoria.[48]

[47] TOWNSEND, J. T., & FIFIC, M. (2004). Parallel versus serial processing and individual differences in high-speed search in human memory. Percept Psychophys, 66(6), 953-962
[48] STERNBERG, S. (1966). High-speed scanning in human memory. Science, 153(3736), 652-654.

Figura 5. Relación entre la latencia de respuesta y el número de símbolos



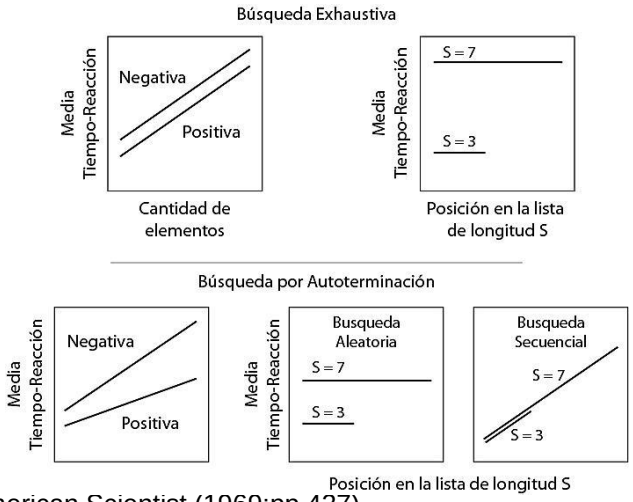
Fuente: Tomado de American Scientist (1969:pp.426)

La memoria secuencial utiliza dos tipos de búsqueda que son: de auto-terminación y exhaustiva, la búsqueda por auto-terminación implica que las comparaciones en el proceso de la memoria se detienen tan pronto como se encuentra el objetivo, y a continuación se genera la respuesta.[49] La existencia de este tipo de memoria, se determinó en estudios que se basan en el tiempo de reacción, la búsqueda secuencial por auto-terminación trabaja comparando cada elemento en la memoria, con el estímulo percibido por cualquiera de los sentidos, esta búsqueda prueba las coincidencias una a la vez, cuando se produce una coincidencia las comparaciones y la búsqueda cesan y se produce un "sí" que determina la respuesta positiva, si todos los elementos se han comparado y no existe coincidencia, produce un "no" que determina la respuesta negativa. El incremento del tiempo de respuesta y el tamaño del grupo de estímulos a comparar, en la

[49] BLISS, J., CRANE, H., Mansfield, P., & Townsend, J. (1966). Information available In brief tactile presentations. Percept Psychophys, 1(4), 273-283. doi: 10.3758/BF03207391

figura 2 se determina que la pendiente de la función es dos veces mayor para los ensayos sin coincidencias en relación con los ensayos con respuesta positiva.[50]

Figura 6. Algunas propiedades de la búsqueda secuencial exhaustiva y de autoterminacion



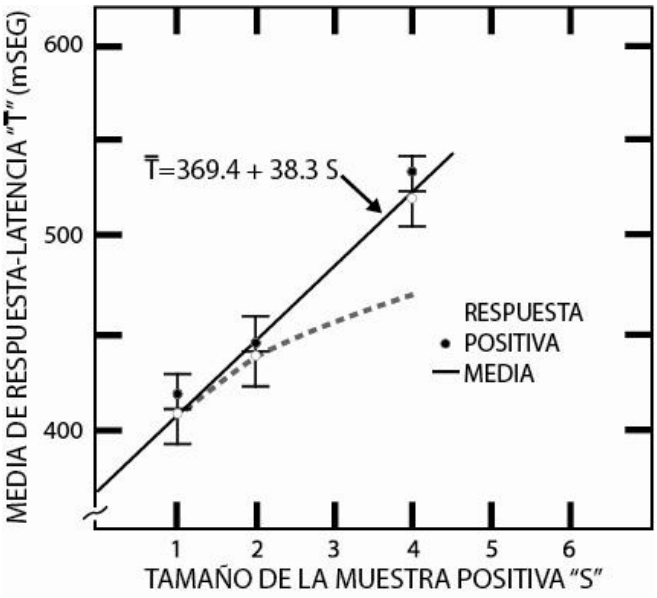
Fuente: Tomado de American Scientist (1969:pp.427)

La búsqueda secuencial de tipo exhaustiva implica comparar las coincidencias una a la vez, donde estas comparaciones continúan hasta que se coteja el conjunto de estímulos percibidos con cada elemento en la memoria, este tipo de búsqueda aumenta el tiempo de respuesta en relación al tamaño del conjunto de estímulos, luego de hacer esta comparación por completo se genera la respuesta que puede ser positiva con un “si” o negativa con un “no” por ende se determinan que la pendiente de la función es pronunciada, dependiendo de los elementos presentes o ausentes.[51] La evidencia de este método se encuentra en los estudios de relacionados con el tiempo de reacción, en este caso, la pendiente del tiempo de reacción es igual para los ensayos positivos como negativos como se muestra en

[50] STERNBERG, S. (1969). Memory-scanning: mental processes revealed by reaction-time experiments. Am Sci, 57(4), 421-457
[51] Ibid

la figura 3 entre la latencia de la respuesta y el tamaño del conjunto positivo.[52] En pruebas realizadas los participantes pueden procesar cierta cantidad de elementos a través de la memoria secuencial utilizando los tipos de búsqueda de auto-terminación o la búsqueda exhaustiva, no existe una distinción clara entre qué tipo de búsqueda es mejor utilizar.[53]

Figura 7. Relación entre la latencia de la respuesta y el tamaño del conjunto positivo, S



Fuente: Tomado de American Scientist (1969:pp.429)

3.8 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESAMIENTO DE LA MEMORIA SECUENCIAL

3.8.1 Principios de primacía y recencia. En el procesamiento que realiza la memoria secuencial están presentes los efectos de primacía y recencia, dichos efectos son frecuentemente distinguidos en los procesos de morización, y poseen estudios comprobados para estímulos visuales y auditivos.[54] Esto significa que de

[52] Ibid
[53] TOWNSEND & FIFIC. Op. Cit.
[54] S. E.; PARMENTIER, ELFORD, & JONES. Op. Cit.

los elementos que la memoria secuencial percibe a través de un sentido específico; el primer y el último elemento parecen ser recordados más rápido y con más precisión que los demás elementos de una lista continua, estos efectos suelen presentarse si existen equivocaciones al recordar posiciones de una lista determinada que se representa de manera secuencial, existe la teoría de que los elementos de una lista se confunden con otros que ocupan posiciones cercanas entre sí, por ejemplo, el quinto elemento suele ser confundido con el cuarto o el sexto elemento; puesto que hay posiciones secuenciales más cercanas a los elementos intermedios en una lista continua; por otro lado, hay muy pocas posiciones de cercanas a la primera y última posición de la lista, por lo tanto, estas posiciones pueden ser recordadas con mayor precisión o confundirse menos; la primera y la última posición pueden ser menos propensas a errores y más fáciles de recordar.[55]

El principio de recencia puede ser controlado con el efecto sufijo; este efecto se logra mediante la adición de un elemento sin sentido al final de cada elemento de la secuencia, la certeza que un elemento sin sentido será recordado antes y determinara la posición y el orden secuencial de los elementos en la lista se debe al principio de recencia mismo, sin embargo, el efecto sufijo varía en base a la similitud del sufijo con el elemento de la lista, para los estímulos visuales, se agregan artículos sin sentido, siendo o no visualmente similares al elemento de la lista, así se eliminará el efecto de recencia; para los estímulos auditivos, sólo se eliminará el efecto recencia añadiendo un sufijo que sea fonéticamente similar, porque al añadir un sufijo que es fonológicamente diferente (por ejemplo, C, K) no tendrá el efecto deseado.[56]

[55] NAIRNE. Op. Cit.
[56] PARMENTIER, F. B., TREMBLAY, S., & JONES, D. M. (2004). Exploring the suffix effect in serial visuospatial short-term memory. Psychon Bull Rev, 11(2), 289-295

3.8.2 Procesamiento en individuos atípicos. Las facultades mentales; en este caso la memoria secuencial pueden ajustarse, afianzarse o reforzarse a través de estímulos a los sentidos del tacto y el oído, que permitan equilibrar la ausencia de manifestaciones sensoriales debido a la disminución o pérdida de la visión; a comparación con las personas que poseen visión normal, aquellas personas con ceguera congénita tienden a tener una excelente memoria; un estudio muestra que las personas con pérdida total de visión poseen una capacidad muy grande al momento de recordar las cosas en un orden correcto.[57]

Las personas con pérdida total o parcial de la visión tienden a codificar la información espacial en forma de ruta.[58] Creando representaciones secuenciales que les indican el orden en el que se encuentran una serie de elementos determinados; también se apoyan en estrategias de memoria secuencial para identificar objetos que les resultarían indistinguibles de otro modo, lo cual es sustancialmente importante para generar una imagen mental del mundo.[59] El desarrollo del presente proyecto se basa en los estudios realizados por los doctores Noa Raz, Ella Striem, Golan Pundak, Tanya Orlov, y Ehud Zohary de la Universidad Hebrew en Israel en el departamento de Neurobiología.

Los cuales desarrollaron una serie de estrategias para poner a prueba la manera de proceder de 19 personas con ceguera congénita, en comparación del mismo número de personas sin ningún tipo de deficiencia visual, se crearon dos clases de acciones para el ejercicio de la memoria: memorización de una lista de elementos y memorización del orden de los elementos; en el caso de la memorización de los elementos sin orden específico, se les pidió a las personas que recordaran 20 palabras de una lista que les fue leída; al momento de determinar la memorización secuencial, no simplemente debían recordar las palabras, sino también su

[57] RAZ. Op. Cit.
[58] THINUS-BLANC, C., & GAUNET, F. (1997). Representation of space in blind persons: vision as a spatial sense? Psychol Bull, 121(1), 20-42
[59] RAZ. Op. Cit.

posición en la lista, las personas con pérdida de visión recordaron un mayor número de palabras en comparación de las personas sin afecciones visuales, lo cual mostro que las personas con pérdida de visión poseen una mejor memoria global respecto a las personas con visión normal, además, se reveló que la habilidad mayormente desarrollada en las personas ciegas era recordar las secuencias de palabras más largas en el orden correcto.

La considerable ventaja de las personas con pérdida total o parcial de la visión, mostrada en la prueba de memorización no se debió a la facilidad al recordar las primeras palabras o las más recientes, sino que manifestaron tener mejor memoria para todas las palabras, independiente de la posición que ocuparan, este resultado sugiere que la clave de su éxito puede estar en la representación de las listas de elementos como cadenas de palabras, quizás generando asociaciones entre elementos adyacentes.[60]

3.9 LÚDICA

El desarrollo del ser humano inicia y evoluciona en términos generales en la comunicación, el sentir y las maneras de expresión. En cualquier tipo de percepción sensorial se suscitan emociones en los seres humanos, evidenciadas en espacios como el entretenimiento, diversión y esparcimiento los cuales generan gozo, risas y alegrías; en general emociones eufóricas en el ser humano, que además acrecientan el desarrollo psicosocial y la personalidad, orientadas a la creación de valores y al fomento del conocimiento.

La lúdica crea estrategias armónicas para lograr un ambiente de aprendizaje óptimo las cuales se basan mayormente en el juego las cuales logran realzar la aprehensión existen niveles y etapas del juego destinados al fomento especifico de las capacidades, entre las que se distinguen juegos sensoriales los cuales se

[60] Ibid

destinan a la imaginación y la otra categoría que se centran más a la competencia.[61] El atributo social del juego simbólico[62] es altamente significativo para el progreso, se piensa que los escenarios imaginarios formados en el juego son franjas del desarrollo próximo de las personas y que funcionan como medio de apoyo mental, en conclusión, la lúdica del juego es una guía para el desarrollo social general e incluyente.[63]

Las variaciones en el juego se relacionan de manera sistemática con alteraciones de la aptitud social y las reglas de interacción; además que dependen de las capacidades físicas, motoras y de discapacidad en el caso del presente proyecto se presentó la alternativa de ayuda en el proceso de rehabilitación para las personas con pérdida de visión apoyados en aspectos del aprendizaje y desarrollo a través del juego, se han identificado algunas particularidades que se presentan al momento de afrontar el proceso de rehabilitación en la manera como juegan las personas con pérdida de visión.

- Propensión a un juego monótono y simple, de forma persistente es decir que el desarrollo del juego en las personas con pérdida de visión se centra en algunos casos en algo sencillo y sin complicación además de no poseer cambios notorios durante su desarrollo convirtiéndose en algo insistente.
- Tendencia a mantener un juego de roles distinguido igualmente por la simplicidad excesiva y continuidad en este tipo de situaciones las personas con pérdida de visión desempeñan un determinado papel o personalidad cuando una persona hace el papel determinado por la manera del juego se mantienen y tienden a algo monótono.

[61] PIAGET, J. (1981). La teoría de Piaget. Infancia y Aprendizaje, 2, 13-54.
[62] Juego simbólico es la capacidad de simbolizar, es decir, crear situaciones mentales y combinar hechos reales con hechos imaginativos.
[63] VYGOTSKY, L. S., KOZULIN, A., & ABADÍA, J. P. T. (1995). Pensamiento y lenguaje: Paidós Barcelona

- Angustia en el juego, la actividad lúdica exhorta a un alto margen de seguridad, la escasez de visión hace difícil la justificación de que existe ese margen de seguridad, debido a esto se genera ansiedad en el invidente.
- Dificultades para instituir mecanismos para representar o simbolizar una cosa en el juego; dentro del plano de las representaciones que se forman en la mente y en relación a lo que están reconociendo en el entorno.[64]

3.10 LÚDICA Y DISCAPACIDAD VISUAL

El historiador holandés Johan Huizinga reconoce lo lúdico en la esfera general de actividad humana en toda época y lugar y la define como la expresión del más sagrado principio que caracteriza la actividad humana en toda su finitud de formas. En su libro *Homo Ludens* resume la definición del término como una acción libre ejecutada como si y sentida como situada fuera de la vida corriente, pero que, a pesar de todo, puede absorber por completo al jugador, sin que haya en ella ningún interés material ni se obtenga en ella provecho alguno, que se ejecuta dentro de un determinado tiempo y un determinado espacio.[65] Para el caso de los invidentes el juego es una buena manera de aprovechar toda su energía acumulada. Las actividades lúdicas ayudan a desarrollar los demás sentidos y a asimilar conocimiento de manera activa.

Para las personas con discapacidad visual, la actividad lúdica tiene una especial significación por ser un medio de expresión tanto en lo social, emocional, físico y cognitivo al facilitar con ello el proceso de rehabilitación. Así pues, el juego es para los discapacitados visuales una forma de expresar sus emociones, de adquirir habilidades, de aprender a comportarse y a reaccionar en determinadas circunstancias. Es también una forma de acercamiento al entorno, de cultivar aptitudes y habilidades, de ejercitar los sentidos y la concentración. Es a través del

[64] RIVIÈRE, Á., & MARTOS, J. (1998). Tratamiento del autismo. Nuevas perspectivas
[65] HUIZINGA, J. (1949). Homo ludens (Vol. 3): Taylor & Francis

juego espontáneo, organizado, individual y colectivo, que los invidentes realizan operaciones y acciones que estimulan las funciones cognoscitivas.

De igual forma, la actividad lúdica se valora también como el medio a través del cual se desarrolla la integración sensorial. Las experiencias lúdicas satisfactorias dependen de respuestas adaptativas adecuadas a las demandas ambientales que a su vez dependen de una correcta integración sensorial. Las estimulaciones multisensoriales a través de actividades lúdicas en los discapacitados visuales, deben incorporar estimulación auditiva, ya que el oído los mantiene alerta de todo lo que sucede alrededor y les obliga a estar concentrados. La estimulación táctil con el fin de que perciban las texturas, temperaturas, pesos, tamaños y diferentes formas.

Sin duda, para los invidentes o discapacitados visuales la actividad lúdica es atractiva y motivadora, ya que capta su atención. Por ejemplo, está comprobada la eficacia del juego de los rompecabezas a nivel didáctico, toda vez que es una práctica que ejercita la memoria y desarrolla habilidades. De igual forma existen juegos didácticos de este tipo para niños invidentes, donde por medio de las texturas y líneas, se marca una guía para armar los rompecabezas e integrar al juego a este tipo de población discapacitada. Esto fomenta el aprendizaje en conjunto con actividades sensoriales, cognitivas y destrezas manuales, estimulando el esfuerzo mental y la imaginación.[66]

Así mismo, es necesario que las personas que sufren discapacidad visual se integren más a actividades lúdicas que ayuden a mejorar la memoria, como por ejemplo ejercicios repetitivos, secuencias, asociaciones, esto con el fin de lograr la concentración y la agilidad mental necesarias para desarrollar sus actividades diarias. Lo anterior se logra con juegos que estimulen habilidades en este sentido,

[66] MONROY, C. B. (2004). Sistema Constanz: lenguaje del color para ciegos

para obtener los mejores resultados. Así que desafiar la memoria y llegar a un nivel de agilidad mental alto, es algo necesario en esta población discapacitada.

3.11 OCIO

El ocio en términos generales es una forma de entrenamiento, un descanso o un espacio de tipo recreativo con uso discreto, libre de cualquier tipo de actividad obligatoria como el trabajo o los quehaceres domésticos, además que posee un sentido y una identidad ya que las actividades sin sentido llevan al tedio y la aburrición. El sociólogo francés Joffre Dumazedier propuso tres modos básicos del empleo del tiempo libre conocidos como las tres D; descanso, diversión y desarrollo de la personalidad cada una con características específicas; el descanso relaciona las pausas que generan una recuperación de cualquier actividad incluidas las reacciones psicofisiológicas, la diversión relaciona al juego como elemento de distracción y evasión, teniendo en cuenta una planeación del tiempo para una restitución del deleite del cuerpo y la mente, el desarrollo personal y social engrandece las actividades y capacidades en el proceso de formación de la identidad personal y las competencias sociales y emocionales.[67]

El componente psicológico de la libertad en el ocio llega a través de la percepción de libertad, en consecuencia el ocio es tratado como una condición mental antes de que una actividad, el componente constitutivo del ocio y libertad no debe ser de subjetividad perceptiva sino de objetividad real.[68]

3.12 OCIO INCLUSIVO

Para el reconocimiento de los espacios de ocio inclusivo, aplicables al desarrollo del presente proyecto y promovidos en el Congreso Ocio, Inclusión y

[67] DUMAZEDIER, J., & I MAICAS, M. P. (1964). Hacia una civilización del ocio: Estela.
[68] NEULINGER. Op. Cit.

Discapacidad. Se toman los siguientes apartes como compromiso para un aporte de diseño que aplique de manera consiente el ocio inclusivo, además de generar un afianzamiento basado en estímulos a la memoria secuencial en pérdida de visión; se debe considerar, "El ocio como un derecho humano fundamental que favorece el desarrollo de las personas y del que nadie debiera ser privado por razones de discapacidad, género, orientación sexual, edad, raza, religión, creencia, salud, condición económica o cualquier otra circunstancia personal o social.

Los aspectos que centran los objetivos del proyecto son la búsqueda de una diversión consiente y un afianzamiento de las características perceptivas básicas de las personas con ceguera o disminución visual, las cuales se basan en la organización del entorno y mapas mentales de manera secuencial.[69] Entendido que la organización del contexto se basa en secuencias, se determina que el desarrollo del proyecto centra su atención en la diversión, afianzamiento y estimulación, ligando dos sentidos específicos y altamente desarrollables para este entendimiento, creación y relación del entorno de las personas con discapacidad visual o ceguera, en este orden de ideas se trabajara en este proyecto la estimulación de los sentidos del tacto y el odio.

Ver los sentidos como canales separados corresponde perfectamente con el modo en que hoy se establecen las interfaces luego es lógico pensar que disponer de más de un canal para transmitir información beneficiaría al usuario humano. Una interfaz visual puede añadirse, instalando una interfaz sonora, o en este caso, una interfaz háptica. A menudo se supone que con ello se obtendrá una imagen mucho más rica y más afín a nuestra interacción natural. Dentro de este paradigma, también merece la pena considerar que cada medio, modo o canal sensorial,

[69] RAZ. Op. Cit.

puede tener distintas potencialidades, lo cual es importante para el diseño de la interacción.[70]

[70] GUMTAU, S. (2012). Crítica del diseño de la interacción háptica en un contexto histórico-¿ Qué sucede hoy con el tacto? la imaginación material, o los diez años de Artnodes

4. REVISIÓN DE DISPOSITIVOS DESTINADOS A LA AYUDA Y REHABILITACIÓN LÚDICA DE PERSONAS CON PÉRDIDA DE VISIÓN

Resulta llamativo preguntar qué actividades consiguen realizar los invidentes en espacios de tiempo libre, logra ser más informativo entender que es lo que las personas con pérdida de visión no pueden hacer. Existen actividades que pueden ser limitadas y otras imposibles, como observar un atardecer, aunque se puede lograr una inclusión igualitaria en actividades, al realizar cambios en algún tipo de elementos y así puedan resultar accesibles.

Hay actividades que se centran en otros sentidos aparte de la visión, se pueden escuchar programas de radio, películas y televisión que ahora poseen elementos de audio como las holofonias 3d que es una representación del entorno auditivo a través de sonidos distribuidos específicamente a cada oído, existen también artistas plásticos que han desarrollado elemento de comunicación táctil para permitir que las personas con pérdida de visión puedan acceder e interpretar sus obras, las manualidades son un medio amplio para el desarrollo táctil de las personas en condiciones de pérdida de visión, la acomodación de juegos, y el uso de las habilidades culinarias son otro gran medio de entretención, la culinaria destaca la textura, los aromas y el sabor, actividades como la jardinería igualmente está llena de sensaciones y estímulos que permiten acrecentar los sentidos, las personas con pérdida de visión deben ejecutar actividades que se encaminen en el movimiento corporal, relacionados a ejercicio físico, marcha, escalar, natación o artes marciales, estos tipos de prácticas dan a las personas con pérdida de visión cierta ventaja, y generan caminos de innovación al momento de construir modelos mecánicos o dispositivos eléctricos necesarios para una inclusión igualitaria.

Infinidad de dispositivos o actividades pueden adaptarse de modo que resulten accesibles para las personas con pérdida de visión, el acceso a libros se logra a través de la lectura dirigida, o a través de audio libros o lectores de pantalla que interpretan lo que se visualiza en el computador, software y monitores con sistemas Braille hacen posible que una persona con pérdida de visión use los computadores y navegue en Internet para acceder a la información, jugar e interconectarse a redes sociales, los juegos de mesa pueden adaptarse con combinaciones de tiflotecnologías, Braille e incrementos de la memoria.

En muchas ciudades existen centros y grupos para invidentes, estos centros brindan recursos adicionales, siendo probable organicen eventos y salidas programadas para los miembros de la comunidad de invidentes.

4.1 TIFLOTECNOLOGÍAS

Las tiflotecnologías son el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a encaminar a las personas con pérdida de visión con los medios para el correcto uso de la tecnología, con el fin de ayudar en la autonomía personal y completa inclusión social, laboral y educativa.

Existen profesionales que instruyen a las personas con pérdida de visión en la inmersión a las tiflotecnologías, asesorando e informando acerca del manejo, utilización, funciones y aplicaciones de los equipos tiflotécnicos, aprobados por la O.N.C.E. para dicha labor los instructores poseen equipos de tiflotecnología que constan de un computador, sistema de síntesis de voz, sistema de ampliación de caracteres, impresora de tinta e impresora de Braille, línea Braille, Braille hablado y algunos programas de aplicación.[71]

[71] TIFLOTECNOLOGÍA. O.N.C.E. Retrieved 5 December, 2013, from http://www.once.es/new

Gran cantidad de aparatos poseen una elevada tecnología y sofisticación por lo que su precio está en concordancia con las características, para hacerlos más posibles, la O.N.C.E. a nivel de España dispone de una serie de ayudas como la beneplácito de préstamos a largo plazo y sin interés, entrega y adaptación de instrumentos que son necesarios para que cualquier persona con pérdida de visón permitiéndole desenvolverse con normalidad en un puesto de trabajo, además de subvenciones en los costos de los medios ópticos y electrónicos que requieran las personas con pérdida de visión.[72]

4.2 EQUIPOS ADAPTADOS

- Lectores de pantalla
- Magnificadores de pantalla
- Navegadores de internet parlantes
- Reconocimiento de textos impresos OCR parlantes
- Conversores Braille
- Teléfonos y PDAs
- Terminales de lectura, teclados e impresoras Braille
- Programas lúdico-didácticos para ordenador
- Juegos de aventuras y acción: Kilómetro 2000; juego adaptado que consiste en un simulador de conducción. Los Secretos de Villa del Agua; juego conversacional. Aventuras del tiempo; juego interactivo para alumnos de secundaria. Invasión Alienígena; juego clásico que consiste en defender la galaxia del ataque de alienígenas.
- Juegos conversacionales en modo texto (MS-DOS): el ahorcado, el desafío de dunning cross, en tierra bárbara e interpol.

[72] Ibid

4.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Para el desarrollo de la presente propuesta se hará una recopilación de elementos y dispositivos de juego que impliquen componentes tecnológicos y además brinden una interacción directa sobre la generación estímulos a los sentidos en personas con pérdida de visión, buscando aquellos elementos que permitan una interacción retroalimentada de la experiencia de uso con el dispositivo de juego, realizando una exploración para converger características similares a las requeridas por la propuesta, como son la retroalimentación háptica y sonora, además de la portabilidad y el afianzamiento de características específicas de la memoria.

Tabla 2. Análisis Del Estado Actual Juegos De Percepcion Sensorial

IMAGEN	DESVENTAJAS	VENTAJAS
	ODIMO	
ODIMO Tomado de http://www.odimo.fr/	• Precio 320 €. • Optimización de carga. • El diseño de la consola es básico. • La interfaz está en inglés y francés. • No posee retroalimentación táctil.	• Destinado a personas que no saben leer ni escribir. • Destinado a personas con pérdida de visión. • Posee tecnología de reconocimiento de voz. • Juego autónomo. • Posee posibilidades de múltiples juegos. • Permite la relajación, entrenamiento de la memoria a través del juego centrado en el ocio. • Según el fabricante la primera consola de juegos para ciegos. • Ergonomía pensada para usuarios con pérdida de

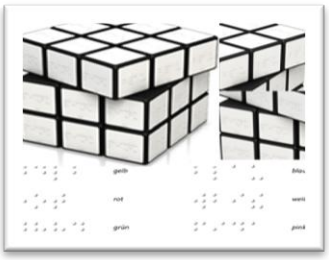
IMAGEN	DESVENTAJAS	VENTAJAS
		visión.
	CUBO RUBIK	
Cubo Rubik  Tomado de: http://www.konstantindatz.de/?p=5(	• Bicolor (Blanco) • Confuso para quien no lee Braille	• Permite la estimulación de la memoria. • Adaptación del cubo rubik original agregándole el sistema Braille
	LIGHTED MUSICAL TUNES	
Lighted Musical Tunes Tomado de: http://bit.ly/1bjKJMI	• Es demasiado robusto • Peso 1 ½ libras. • Requiere 6 baterías AA • No es recargable • Precio $169.95 dólares • Las percepciones sensoriales son confusas.	• Vibra y reproduce 6 canciones • Experiencia multisensoriales • Control de volumen ajustable • Control de encendido y apagado de la vibración
	JUMBO SWITCH	
Jumbo Switch Tomado de http://bit.ly/18ogaoQ	• Peso: ¾ libras • Requiere 2 baterías AAA • No es recargable • Tamaño de 5"d x ½"h • Precio $76.95 dólares • Dificultad para entender las funciones	• Fácil de usar • Interruptor de alta sensibilidad • Disponible con luces, música y la vibración • Interruptor de encendido/apagado para controlar los tres estímulos.

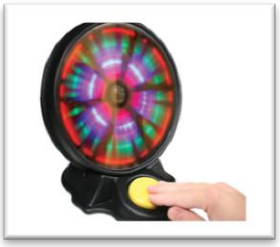
IMAGEN	DESVENTAJAS	VENTAJAS
MULTI-SENSORY CENTER		
Multi-Sensory Center Tomado de http://bit.ly/1colqNO	• Demasiado robusto. • Requiere 2 baterías AA. • Precio $ 97.95dolares. • Funciones confusas. • No recargable. • Incomodad para el transporte.	• Indistinción de edades • Proporciona estimulación auditiva, táctil y visual. • Permite combinaciones de diferentes estimulaciones sensoriales. • Se puede utilizar como un interruptor para activar otros dispositivos. • Construcción sólida y duradera viene con ventosas y una base antideslizante.
MAGICAL MYSTERY SWITCH		
Magical Mystery Switch Tomado de http://bit.ly/1jqK9UI	• Tamaño: 6½" x 10½"w x 10"d. • Peso 2 libras. • Precio $145.95 dólares. • Sensaciones limitadas • Robusto • Difícil manipulación	• Proporciona percepción auditiva, visual y táctil. • Selector de estímulo. • La bola de tela se puede quitar para su limpieza.
MAGICAL LIGHT SHOW		
Magical Light Show  Tomado de http://bit.ly/18bK2tQ	• Tamaño 10¼"l x 1"w x 11½"h. • Requiere 7 baterías AA. • Peso 2¼ libras. • Precio $ 149.95 dólares. • Confuso y monótono.	• Percepción táctil, visual y auditiva. • Conector externo.

IMAGEN	DESVENTAJAS	VENTAJAS
	SIMON SAYS	
Simón Says Tomado De http://bit.ly/199	• No es un dispositivo para personas con discapacidad visual. • No posee más estimulación sensorial que la visual en algunas versiones. • Es de gran tamaño para su movilidad. • No posee un método de alimentación con capacidad de recarga. • Precio $39.95 dólares	• Tiene forma de disco. • Posee Cuatro cuadrantes cada uno con un color: verde, rojo, azul y amarillo. • El juego de forma aleatoria va iluminando los cuadrantes de colores y emite un sonido propio. • Después de esperar, el usuario debe ir introduciendo la secuencia mostrada en el orden correcto. • Se basa en la memoria visual y sonora. • El cumplir la secuencia, el juego responderá con una secuencia más larga, y así sucesivamente.

De los elemento analizados se pudieron determinaron características que se deben incluir en la propuesta al igual que aquellos elementos que deben ser reemplazados en búsqueda de la optimización de la misma, para lograr una síntesis en la propuesta y se cumpla con la creación de un artefacto, que a través de la lúdica del juego, que se basa en secuencias afiance la memoria secuencial. Estas características relevantes son enunciadas y organizadas en el capítulo de requerimientos.

4.4 CONTEXTO DE USO

El desarrollo del presente proyecto abarco el diseño y la construcción de un artefacto que a través de la lúdica del juego como pieza fundamental para el desarrollo cognitivo de las personas, además de apoyarse en el uso de artilugios electrónicos que lograron una progresión en los procesos mentales destinados a la organización secuencial del recuerdo mejorando y afianzando así el acto de atender y procesar un elemento a la vez de manera ordenada. A lo que apunta el juego es poner en prueba la capacidad de las personas con pérdida de visión para en memorizar eventos.

Para el proceso de inclusión igualitaria se utilizaron las características de estimulación háptica, auditiva y visual, desarrollo de comandos entendibles para personas con discapacidad visual y una práctica continua que desemboca al incremento de las capacidades perceptivas del recuerdo serial.

El artefacto lúdico es un juego cuyo fin es lograr un afianzamiento progresivo de las características del recuerdo secuencial el cual está ligado directamente con la memoria secuencial y es el sistema de la memoria que permite organizar y recordar elementos puestos en un orden especifico en un contexto determinado, esto es un punto significativo en el desarrollo diario para las en personas con pérdida de visión.

La adquisición del artefacto lúdico por parte de los usuarios con pérdida de visión permitirá un desarrollo igualitario al poder acceder a un juego que solo estaba diseñado para personas sin ningún tipo de dificultad sensorial, este diseño de juego integra la diversión y retos para asumir las secuencias de dificultad progresiva de manera explícita e incurre en la mejora de las capacidades sensoriales perceptivas a la vez que fomenta las facultades del recuerdo secuencial de una forma implícita.

La portabilidad del artefacto es un punto a favor que permite el uso en cualquier contexto, apuntando a convertirlo en un artefacto indispensable para el proceso de rehabilitación de las personas con pérdida de visión reciente.

4.5 APROXIMACIÓN CONTEXTUAL

Se busca comprender al usuario en su contexto, este método se trabajara básicamente como una entrevista de campo que difiere en algunos pasos de la entrevista periodística. Anexo A, esta pretende entender, descubrir, analizar, captar y recoger, que tipos de necesidades se le presentan a la persona con discapacidad visual al momento de afrontar o buscar espacios de divertimento, que estén ligados directamente al uso de dispositivos electrónicos o juegos de entrenamiento mental, aclarando que no requieran un cumplimiento obligatorio y que sean de libre decisión asumirlos, indagando incidentemente en cuál de estos dispositivos implica el estímulo y afianzamiento de capacidades cognitivas como la memoria secuencial, a través de estímulos sensoriales específicos como el sonido y tacto; el espacio para desarrollar la indagación debe tener las características más aproximadas a entornos de convivencia y diversión.

Objetivos

- *R*ecopilar las necesidades que presente las personas con discapacidad visual al momento de interactuar con juegos o dispositivos del tipo puzle (rompecabezas, juegos de secuencias, laberintos).
- Indagar incidentemente en cuál de estos juegos o dispositivos implican estímulos sensoriales específicos al oído y tacto.

Metodología

Se realizara una indagación contextual basada en una entrevista guiada en la cual la persona con discapacidad visual describirá sus experiencias y

apreciaciones personales frente a la idea de crear un artefacto que estimule y afiance la memoria secuencial.

Muestra

La prueba se realizará con 10 personas que tienen el siguiente perfil. Personas a partir de los 15 años de edad con pérdida de visión completa o pérdida de visión leve en estado de salud óptimo y sin ningún otro tipo de discapacidad sensorial o motora.

Tiempo y Lugar

Para el desarrollo de la prueba se estima el uso de 15 a 20 minutos por usuario, en espacios con las características más aproximadas a entornos de convivencia y diversión.

Identificación del personal requerido y elementos necesarios para el desarrollo de la prueba:

- Guía
- Anotador
- Usuario determinado por la muestra.
- Grabadora de audio
- Formato de encuesta
- Cámara de video o fotográfica

5. CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA

5.1 DISEÑO UNIVERSAL

El diseño universal hace referencia a las ideas de amplio espectro destinadas a producir edificios, productos y ambientes que son substancialmente accesibles a las personas mayores, personas con y sin discapacidad. La expresión "diseño universal" fue determinada por el arquitecto Ronald L. Mace, para describir la concepción del diseño de productos y medio ambiente, propuestos para ser altamente estéticos y utilizables en la mayor medida posible, por todos, independiente de la edad, habilidades, o estado de vida.[73] El diseño universal surgió de conceptos ligeramente anteriores como el "*barrier-free*" que quiere decir sin barreras, el más grande movimiento para la accesibilidad, la adaptación y la tecnología de asistencia, que también tratan de combinar la estética dentro de las consideraciones básicas y así permitan aumentar la esperanza de vida, la supervivencia de personas con lesiones significativas, enfermedades y defectos de nacimiento, el diseño universal también se está aplicando al diseño de tecnologías, en la enseñanza, los servicios, e infinidad de productos y entornos.[74]

Principios del diseño universal

- **Uso equitativo:** el diseño es útil y vendible a personas con diversas capacidades. El cual proporcione las mismas maneras de uso para todos los usuarios idénticas cuando es posible, equivalentes cuando no lo es, que evite segregar o estigmatizar a cualquier usuario, las características de privacidad, garantía y seguridad deben estar igualmente disponibles para todos los usuarios, que el diseño sea atractivo para todos los usuarios.

[73] MACE, R. L. (1998). Universal design in housing. Assistive Technology, 10(1), 21-28
[74] STORY, M. F. (1998). Maximizing usability: the principles of universal design. Assistive Technology, 10(1), 4-12

- **Flexibilidad en el uso:** el diseño se acomoda a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales, que ofrezca posibilidades de elección en los métodos de uso, que facilite al usuario la exactitud y precisión, que se adapte al paso o ritmo del usuario.
- **Simple e intuitivo:** el uso del diseño es fácil de entender, atendiendo a la experiencia, conocimientos, habilidades lingüísticas o grado de concentración actual del usuario, que elimine la complejidad innecesaria, que sea consistente con las expectativas e intuición del usuario, que se acomode a un amplio rango de alfabetización y habilidades lingüísticas, que dispense la información de manera consistente con su importancia, que proporcione avisos eficaces y métodos de respuesta durante y tras la finalización de la tarea
- **Percepción de la información:** el diseño comunica de manera eficaz la información necesaria para el usuario, atendiendo a las condiciones ambientales o a las capacidades sensoriales del usuario, que use diferentes modos para presentar de manera redundante la información esencial (gráfica, verbal o táctilmente) Que proporcione contraste suficiente entre la información esencial y sus alrededores, que amplíe la legibilidad de la información esencial, que diferencie los elementos en formas que puedan ser descritas (por ejemplo, que haga fácil dar instrucciones o direcciones), que proporcione compatibilidad con varias técnicas o dispositivos usados por personas con limitaciones sensoriales.
- **Tolerancia para el error:** el diseño minimiza los riesgos y las consecuencias adversas de acciones involuntarias o accidentales, Que disponga los elementos para minimizar los riesgos y errores: elementos más usados, más accesibles; y los elementos peligrosos eliminados, aislados o tapados, que proporcione advertencias sobre peligros y errores, que proporcione características seguras de interrupción, que desaliente acciones inconscientes en tareas que requieren vigilancia.
- **Bajo esfuerzo físico:** el diseño puede ser usado eficaz y confortablemente y con un mínimo de fatiga, Que permita que el usuario mantenga una posición

corporal neutra, que utilice de manera razonable las fuerzas necesarias para operar, que minimice las acciones repetitivas, que minimice el esfuerzo físico continuado.

- El tamaño y el espacio para el acceso y el uso, que proporcione un tamaño y espacio apropiados para el acceso, alcance, manipulación y uso, atendiendo al tamaño del cuerpo, la postura o la movilidad del usuario, Que proporcione una línea de visión clara hacia los elementos importantes tanto para un usuario sentado como de pie, que el alcance de cualquier componente sea confortable para cualquier usuario sentado o de pie, que se acomode a variaciones de tamaño de la mano o del agarre, que proporcione el espacio necesario para el uso de ayudas técnicas o de asistencia personal.[75]

5.2 ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ESTIMULACIÓN DE LA MEMORIA SECUENCIAL

La característica más interesante de la memoria secuencial es que admite estimular los sentidos individualmente, esta característica permite trabajar más de un sentido a la vez, si un individuo tiene más de una sensación asociada a un evento especifico esto le genera un proceso de recordación mayor. Esta característica permitirá generar un artefacto que afianza este tipo de memoria, implementando técnicas de retroalimentación destinados a la estimulación del tacto y utilizando tecnologías de primera generación háptica, poniéndolas en conjunto con la producción de sonidos para la estimulación auditiva y señales visuales emitidas en forma de destellos de luz para los estímulos visuales a personas con perdida leve de visión , todos estos estímulos presentados de forma homogénea y en el mismo intervalo de tiempo que permitan llegar al proceso asociativo de estímulos.

[75] Ibid

Toda esta asociación de estímulos a través de la repetición de secuencias de dificultad progresiva y presentada de manera homogénea. Al hablar de secuencias se hace referencia directa con la memoria que se está trabajando debido a que esta fija en la mente cada uno de los estímulos que recibe en un orden determinado, el desarrollo de la propuesta genera secuencias con dificultad progresiva para fundamentar un ejercicio de desarrollo integral evolutivo para las personas con pérdida de visión y así promulgar un afianzamiento de la memoria secuencial.

Para el desarrollo de la propuesta se tuvieron en cuenta las características inclusivas de las personas con disminución visual que incurren en el desarrollo igualitario. La propuesta se basó en el aprendizaje y diversión porque se buscó afianzar ciertas características de la memoria secuencial para generar un proceso de memorización mayor, es decir, alcanzar una práctica continua para reforzar la memoria a través de la lúdica como estrategia generadora de un ambiente armónico para las personas con pérdida de visión y quienes están inmersos en el proceso de aprendizaje y rehabilitación acercándolos en el proceso de terapia de estimulación creando un camino a la evolución de los sentidos, e incurrir en la mejora de los procesos de organización diaria.

En cuanto a los elementos de la memoria que permiten que la propuesta se desarrolle, están las características individuales de almacenamiento y proceso de cada sentido en la memoria, lo cual está determinado por una memoria háptica y ecoica que pertenecen al sentido del tacto y del oído respectivamente, siendo los dos sentidos esenciales para las personas con disminución visual. En este orden de ideas se fundamentó el desarrollo de la propuesta con la estimulación directa a cada sentido mencionado al utilizar estímulos proximales y distales relacionados con la generación de movimientos repetitivos, sonidos específicos y destellos de luz.

Para los procesos que inciden en la memoria secuencial y la aprehensión existen dos principios que cesan estas capacidades, son el principio de primacía y recencia, con los cuales hay que lograr un trabajo de repetición para evitar el olvido primario, para determinar así la capacidad de recordar elementos o eventos en un orden preciso. Estas condiciones apuntan al éxito de la propuesta que se manifiesta a través de emular representaciones de los estímulos, es decir, buscar artilugios electrónicos que creen la sensación, la homogeneidad y sean secuenciales, permitiendo así una asociación y recuerdo progresivo de estímulos.

6. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

En la fase de indagación se recopilan datos acerca de los requisitos de los usuarios, haciendo acotación en como las personas con pérdida de visión se desenvuelven en un contexto especifico, en este caso en la Escuela Taller para Ciegos - ITACE, además de las aspiraciones que según las personas con pérdida de visión se deben incluir en un artefacto lúdico que contenga trabajo de estimulación para los sentidos que además desencadene e un proceso de rehabilitación, la interpretación de dichas necesidades se referencia en la tabla 6, en la cual a cada característica propuesta por las personas con pérdida de visión se contrarrestan atributos que puede tener el artefacto lúdico para satisfacerlas, estas características determinan las métricas del presente proyecto las cuales se organizaron basándose en el método FURPS que establece las capacidades y condiciones qué el artefacto debe cumplir clasificadas bajo las condiciones de funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, desempeño y capacidad de soporte.

Tabla 3. Organización De Necesidades E Importancia Relativa

FURPS	Atributos	Características	Importancia (%)
Funcionalidad	Confort	• Dimensiones antropométricas (Talla) • Posición de Uso • Color	15
	Portabilidad	• Peso • Dimensiones • Material	5
Usabilidad	Seguridad	• Elementos electrónicos • Control • Facilidad de uso	10
	Higiene	• Material • Geometría	10

FURPS	Atributos	Características	Importancia (%)
Confiabilidad		• Ensamblaje	
	Efectividad	• Minimizar cargas de tensión emocional • Posición de controles • Simplificar inicio	10
	Fácil operación	• Control • Minimizar número de comandos	15
Desempeño	Bajos costos	• Material • Producción • Número de componentes	5
	Versatilidad	• Facilidad de ubicación • Diversos contextos de uso	5
Capacidad De Soporte	Durabilidad	• Resistencia del material	10
	Precisión	• Ubicación de los elementos reproductores de estímulos • Control • Programación	15

En relación a las métricas, y en fundamento del nivel de relevancia que adquieren debido a las características de importancia y en relación directa con los objetivos del artefacto lúdico, se procede a desarrollar una matriz de calidad QFD la cual es el sistema que permitirá focalizar el diseño del artefacto lúdico en una respuesta acorde a las necesidades de las personas con pérdida de visión. Traduciendo todo el proceso a lo que las personas con discapacidad visual requieren y lo que el diseñador produce.

El QFD permite al diseñador en este punto del proceso entender la prioridad de las necesidades de las personas con discapacidad visual y encontrar la respuesta más innovadora a esas necesidades, dicha matriz se encuentra referenciada a continuación en la tabla 7, la cual brinda la guía para definir el proceso de diseño.

Tabla 4. Matriz De Calidad

Relación débil 3 Relación media 6 Relación fuerte 9	*Importancia de necesidad (%)*	Dimensiones antropométricas (Talla)	Posición de Uso	Color	Peso	Dimensiones del artefacto	Material	Elementos electrónicos	Control	Facilidad de uso	Geometría	Ensamblaje	Minimizar cargas de tensión emocional	Posición de controles	Simplificar inicio	Minimizar número de comandos	Producción	Número de componentes	Facilidad de ubicación	Diversos contextos de uso	Resistencia del material	Ubicacion de los elementos emisores de estimulos	Programación
Confort	*15*	*9*	*6*		*3*	*3*	*6*		*9*	*6*	*3*	*3*	*9*	*6*	*6*	*3*			*3*				
Portabilidad	*5*				*9*	*9*	*6*	*6*			*9*							*9*		*3*	*3*		*3*
Seguridad	*10*	*3*	*6*	*3*		*3*		*6*			*3*		*3*					*3*		*3*	*6*	*9*	
Higiene	*10*			*3*			*6*				*6*	*3*					*9*				*6*		
Efectividad	*10*		*3*					*9*	*6*	*9*			*9*	*3*	*6*	*6*		*3*	*3*	*6*		*9*	*9*
Facilidad de Operación	*15*							*6*	*9*	*3*				*9*	*6*	*9*			*3*	*3*		*6*	*9*
Bajo costo	*5*			*3*	*6*		*9*	*9*			*6*	*3*					*9*	*9*			*9*		*9*
Versatilidad	*5*	*3*				*6*	*3*	*3*	*6*				*6*	*6*	*6*	*6*				*3*			*9*
Durabilidad	*10*				*6*	*6*	*9*	*9*			*6*	*9*		*3*		*6*	*9*	*6*			*9*		*3*
Precisión	*15*	*6*			*3*	*3*	*3*	*9*	*9*	*6*		*6*		*9*	*6*	*6*		*3*	*3*			*9*	*9*
Peso ponderado		*270*	*180*	*75*	*225*	*225*	*375*	*555*	*495*	*315*	*270*	*270*	*285*	*450*	*360*	*420*	*225*	*225*	*165*	*165*	*270*	*405*	*495*

En la matriz de calidad se evidencio que ocho de las características propuestas emergen con valores superiores a las demás, y están directamente relacionadas con las rasgos del sistema de control, notando que el valor en sumatoria representa cerca del 55% del total ponderado. Este es uno de los puntos con mayor relevancia para tener en cuenta para el diseño del artefacto lúdico ya que para las personas con pérdida de visión es el control de tareas del dispositivo se hace indispensable y de él se desprende la facilidad de uso, otro punto de desarrollo importante es lograr que los conjunto estímulos sensoriales se perciban de manera independiente y sin confusiones, para poder lograr así el afianzamiento de la memoria secuencial.

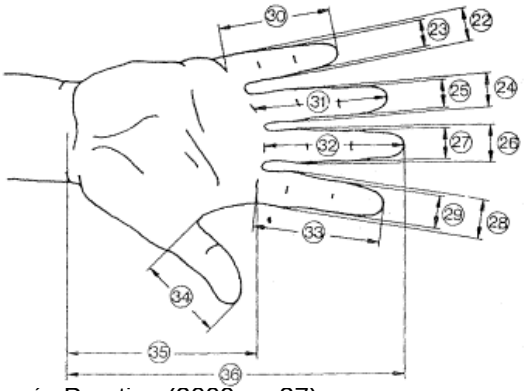
Otras características determinantes son los materiales y elementos electrónicos que permiten el desarrollo de la propuesta para que estén acorde a la generación de los estímulos hápticos, visuales y acústicos, necesarios para cumplir con el

seguimiento de las secuencias por parte de las personas con pérdida de visión, para lograr así un proceso de recordación mayor. La esencia del artefacto lúdico requirió de en una correcta diagramación de los procesos para el uso, de esta manera se consiguió obtener un sistema programable y de fácil acceso. Teniendo en cuenta que la principal característica del proyecto es la creación de un artefacto que divierta, fomente las capacidades cognitivas y sea un factor de inclusión y desarrollo personal.

6.1 REQUERIMIENTOS

Los requerimientos presentados a continuación son las variables que son esencia intrínseca de la propuesta de diseño y se definieron para el desarrollo del presente proyecto enfocando la idea a la solución de una necesidad presente en el proceso de rehabilitación de las personas con pérdida de visión y asociada directamente con los procesos perceptivos sensoriales en un contexto de juego y tiempo libre a través de la lúdica. Para el desarrollo del artefacto se tuvieron en cuenta las dimensiones antropométricas de las manos las cuales tiene un alto grado de importancia para el diseño de dispositivos de mando a continuación se referencian las principales medidas de la mano presentadas en el manual Mapfre de ergonomía. Las relaciones dimensionales que se toman son el ancho y largo de la mano, además del largo y ancho de los dedos para la mano son necesarias para determinar la creación del artefacto porque es un elemento que tiene relación directa con el agarre manual y de uso repetitivo.

Figura 8. Ilustración puntos de medición



Fuete: Tomado de Ergonomía Practica (2009:pp.37)

Tabla 5. Medidas respectivamente en la articulación Según Norma DIN 33 402. 2° parte.

	Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25	Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29	Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9

	Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0

Fuente: Tomado de Ergonomía Practica (2009:pp.37)

Figura 9. Medidas respectivamente en la articulación Según Norma DIN 33 402. 2° parte.

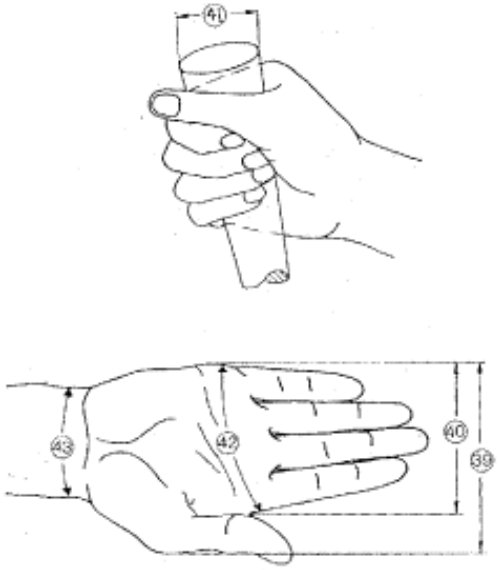
Fuente. Tomado de Ergonomía Practica (2009:pp.38)

Tabla 6 Medidas respectivamente en la articulación Según Norma DIN 33 402. 2° parte.

	Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
37	Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5	1,6	1,9	2,1
38	Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2	2,1	2,6	3,1

Fuente: Tomado de Ergonomía Practica (2009:pp.38)

Figura 8.Medidas de la mano Según Norma DIN 33 402. 2° parte



Fuente: Tomado de Ergonomía Practica (2009:pp.38)

Tabla 7. Medidas de la mano Según Norma DIN 33 402. 2° parte

	Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
39	Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
40	Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
41	Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
42	Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
43	Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7

*** Las medidas corresponden al anillo descripto por los dedos pulgar e índice**

Fuente: Tomado de Ergonomía Practica (2009:pp.38)

Tabla 8. Requerimientos ergonómicos

Requerimiento	Definición
Fácil desplazamiento	El peso no debe exceder un máximo de100g y las dimensiones se determinan por las medidas de la mano utilizando las variables antropométricas de la medida del perímetro y el largo de la mano según la norma DIN 33 402, para lograr un uso y traslado cómodo.
Comodidad	El artefacto no debe hacer incurrir en posiciones ergonómicamente incorrectas la mano del usuario.
Medidas y tallas de mano	Se consideran dos medidas principales, el perímetro y el largo de la mano. Utilizando el percentil 95 para hombres y mujeres en la medida del ancho y largo de la mano excluyendo el dedo pulgar y a su vez el percentil 95 para el ancho del dedo pulgar.
Seguridad	Los elementos electrónicos y demás componentes que generen algún tipo de riesgo para las personas con pérdida de visión se deben aislar.

Tabla 9. Requerimientos técnico-productivos

Requerimiento	Definición
Mantenimiento	Los materiales que usen para la construcción del artefacto deben someterse fácilmente a mantenimiento con el mínimo de contraindicaciones.
Fácil mantenimiento	Rápido y fácil acceso a piezas para desmontaje al momento de realizar reparaciones además de facilidad de mantenimiento.
Estandarización	El artefacto debe poseer componentes presentes en el mercado local y sean de uso común a otros artefactos para generar una facilidad en la reposición de dichos elementos.
Durabilidad	Los materiales deben tener un alto grado de resistencia al trabajo continuo y repetitivo.

Tabla 10. Requerimientos Expresivo-formales

Requerimiento	Descripción
Forma	La determinante para las formas se rige a la acomodación y medidas de la mano, teniendo en cuenta formas básicas con suavizados y superficies limpias.
Complejidad formal	Se debe mantener una caracterización con el mínimo de partes que conformen el conjunto del artefacto para evitar un sistema intrincado y difícil de comprender.
Armonía	El artefacto debe poseer un equilibrio proporcional que se maneje conceptos de básicos diseño
Uso del color	El color estará presente en el artefacto determinado por los colores primarios y secundarios según la paleta de mezcla aditiva.
Manejar contraste	El artefacto está definiendo como primeros usuarios las personas con pérdida de visión, y en ese rango de usuarios están incluidas las personas con disminución visual las cuales poseen restos de visión y perciben colores debido a esto se deben implementar paletas de color de alto contraste.
Comodidad	La estructura creada para el artefacto en su aspecto formal debe brindar una percepción de seguridad y generar una libertad de uso.
Atracción	La composición formal del artefacto debe generar un interés e inclinación por el uso.

Tabla 11. Requerimientos Funcionales

Requerimiento	Descripción
Coordinación de estímulos	Los tres tipos de estimulación sensorial que se van a utilizar debe estar coordinados para trabajar a un mismo tiempo y con intensidades y duraciones similares
Retroalimentación	Los estímulos deben presentarse y la respuesta por parte del usuario debe estar coordinada por un sistema de aviso posterior a la presentación de los estímulos.
Sistema de secuencias	La actividad del artefacto está determinada por la generación de secuencias con complejidad progresiva que son generadas por el dispositivo, y luego de un aviso deben ser repetidas por el usuario.
Programación	El uso de un conjunto de instrucciones que una vez ejecutadas realizarán la presentación de las secuencias y generaran un sistema

Requerimiento	Descripción
	retroalimentado, además de la coordinación de un inicio simplificado comprensible y de fácil recordación.
Estimulación informativa	Se utilizara para denotar estados del artefacto, que se clasificaran en inicio/encendido, puesta en marcha, terminación/error y un estado de espera con posterior auto apagado.
Interacción intuitiva	Fácil manejo del dispositivo por la minimización de comandos, correcta legibilidad y el uso de iconografía estándar.
Facilidad de uso	El artefacto debe permitir el uso intuitivo.

6.2 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ARTEFACTO LUDICO

Dentro de los requerimientos para la producción del artefacto lúdico se referencian los componentes electrónicos necesarios en la tabla 14, los cuales fueron seleccionaron bajo la tutoría de ingenieros electrónicos y desarrolladores, quienes determinaron las características necesarias de cada componente para cumplir con las funciones específicas del sistema. El micro-controlador es el cerebro del artefacto donde se alberga el algoritmo que genera las órdenes y secuencias por cumplir. El método de alimentación y carga es similar a los sistemas de los teléfonos móviles que permiten el uso simultáneo durante la recarga de la batería. Además estos periféricos son de carácter genérico, es decir, puede recargarse utilizando un cargador de celular. El consumo de los *leds* es de 30 mA por unidad; el moto-vibrador emplea 200mA por unidad, el *buzzer* 100 mA, el micro-controlador tiene un gasto de 50 mA. Todos estos son los componentes de mayor consumo eléctrico. Según los cálculos el empleo total de energía se aproxima a 250 mA por hora, y la batería posee una autonomía de 1000 mA lo que permite una autonomía de uso continuo del artefacto a lo largo de cuatro horas.

Tabla 12. Elementos Electrónicos Requeridos

Tipo	Valor Carga	Dispositivo	Cantidad	Descripción	Características
BAT		PINHD-1X2	1X02	PIN HEADER	Conector para la batería (1000mAh, 4.2V)
IC1		REG113NA-3-3K	SOT23-5	VOLTAGE REGULATOR	Tensión de salida 3,3V y con capacidad máxima de 400mA
JP1		M041.27MM	1X04-1.27MM	Header 4	Conectores para hacer el cableado
LED2		LEDCHIPLED_0805	CHIPLED_0805	LED	Leds tipo superficiales para determinar la polarización y visualizar el algoritmo
MOTOR_TR	ASERO	PINHD-1X2	1X02	PIN HEADER	Conector para el motor trasero
R1		R-US_R0603	R0603	RESISTOR, American	Resistencias para limitar la corriente
SG1	BUZZERSM	D2 BUZZERSMD2	BUZZER-CCV	Buzzer 12mm	Sonar tipo superficial, consume 100mA en modo normal
T1		MMBT3904LT1-NPN-SOT23-BEC	SOT23-BEC	NPN Transistor	Transistor tipo superficial 200mA colector
TP1	PTR1B1,2	7 PTR1B1,27	B1,27	TEST PIN	Pin genérico
U1	ULN2003A	ULN2003A	PW16		Arreglo de transistores con 50 V como tensión de salida y 500 mA
U2	BQ24080	BQ24080	DRC10_1P65X2P40		Cargador para baterías tipo Li-Po y Li-ON con 1A máximo de corriente de salida
U5	MC9S08QF	N MC9S08QFN	MC9S08QE8-QFN32	MC9S08QE8 Series in	Micro controlador con unidad de procesamiento de 8 bits y frecuencia de operación de 4,2MHz
U8	CAP	CAP	0402-CAP-ID		Condensador de polarización
U9	CAP	CAP	0402-CAP-ID		Condensador de polarización
U10	JACK_CHA	RGER JACK_CHAR	JACK_CHARGE		Conector para el adaptador de carga

Tipo	Valor Carga	Dispositivo	Cantidad	Descripción	Características
		GER			
U1	PTN040 50	C_EUV_4 PTN04050C_ EUV_4	EUV4_2		Fuente conmutada para regular la potencia entregada a los dispositivos 5V, 12W
TR	ASR-O	PINHD-1X2	1X6	Moto-vibrador	Motor sistemático que hace funcionar el sistema, transformando la energía eléctrica en alertas vibratorias, consume 400 mA

7. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS

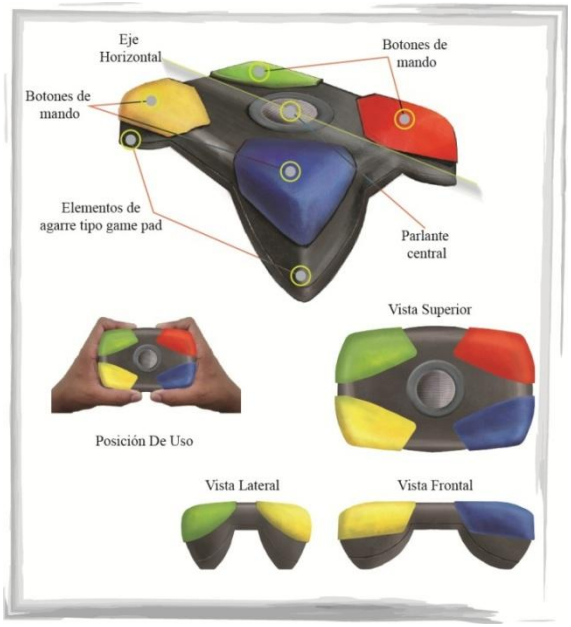
Con el fin de dar inicio al proceso de diseño y según los requerimientos establecidos se aborda la conceptualización de propuestas teniendo en cuenta tres factores determinantes, la creación de un artefacto que evite al máximo posiciones incómodas y extremas para la mano, una integración y minimización de comando y elementos de control y por último un sistema electrónico de programación entendible y que brinde retroalimentación.

7.1 ALTERNATIVA 1

Esta propuesta se basa en la forma y manipulación de un *TrackBall* el cual es un *Mouse* de computadora invertido. En este concepto se utilizó la simetría que permite el manejo en dos sentidos sobre el eje horizontal para lograr una facilidad de manipulación por parte del usuario con pérdida de visión. Se le adicionaron elementos de agarre como los que poseen los *gamepad*[76]*s* presentes en las consolas de video juegos. Esto permitió diferenciar la parte superior de la inferior en la propuesta. Consta de 4 botones con los colores primarios que controlan todas las características de mando, además, albergan los elementos de retroalimentación háptica. La retroalimentación auditiva se hace a través de un parlante central.

[76] Un *gamepad* es un dispositivo de entrada usado para interactuar con un videojuego ya sea para consola o PC

Figura 9. Alternativa 1

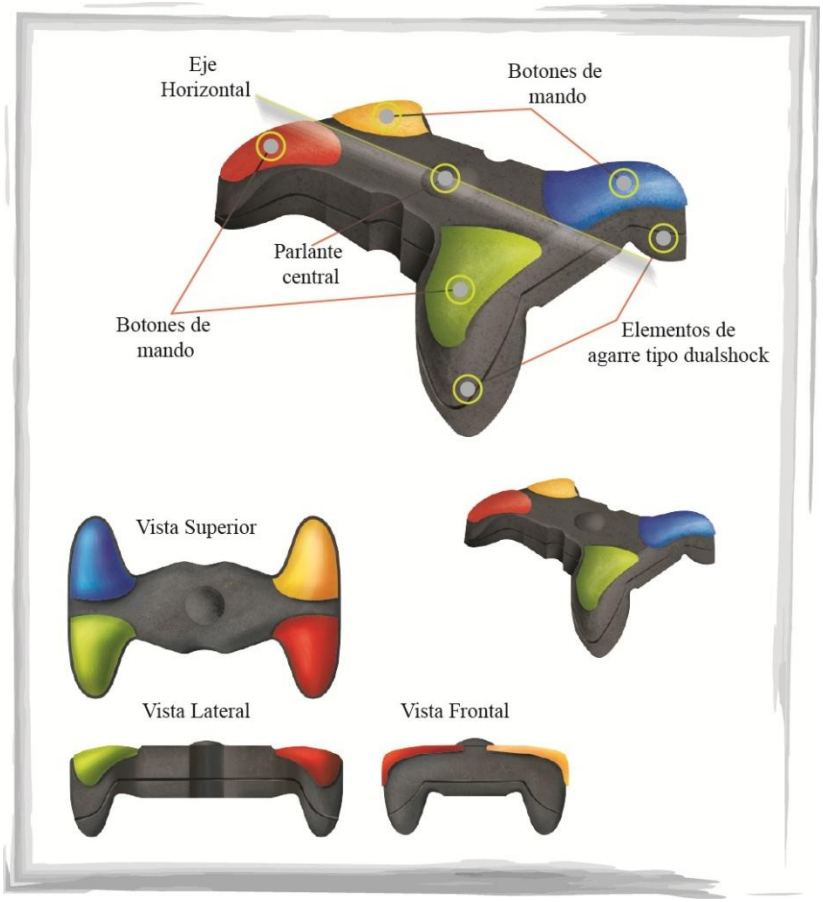


7.2 ALTERNATIVA 2

Esta alternativa se basa en el diseño *dualshock*[77] del control de la consola *PlayStation* que presenta un sistema de manejo de doble sentido sobre el eje horizontal facilita la interpretación por parte de las personas con pérdida de visón. El principio del *dualshock* es crear un agarre digito-palmar que permita percibir los estímulos de manera independiente sin afectar todo el sistema; la propuesta presenta un estilización y reducción de materiales. El manejo del estímulo auditivo se realizó a través de un parlante central, el control de mandos y las opciones se hacen a través de los cuatro botones que están representados por los colores primarios. Por su tamaño y dimensiones presenta una reducción en peso; las dimensiones están envueltas en un volumen virtual de aproximadamente 15 centímetros de ancho, 10 centímetros de profundo y 5 centímetros de alto.

[77] *DualShock* es el mando de control analógico de *Playstation*

Figura 12. Alternativa 2



7.3 ALTERNATIVA 3

Esta propuesta se basó en las características del agarre palmar presentes en los *joystick*[78] para generar una posición de mando más cómoda y poco extenuante. Las características de la posición están también inspiradas en las primeras propuestas existentes de los *paddles*[79] que proporcionan un agarre tipo prensión palmar cilíndrica. De igual forma que las propuestas anteriores esta consta de 4 botones de mando en los que se centran las funciones de inicio, control y desarrollo del juego, estas características son en alto grado apremiantes para

[78] Palanca de mando
[79] Es un controlador que contiene una rueda giratoria y varios botones de disparo

satisfacer los deseos de las personas con pérdida de visión, cada botón identificado con un color primario se ilumina, vibra y produce un sonido que se distribuye a través del parlante central, sobre cada botón se deben posicionar los dedos para percibir los estímulos y responder a la secuencia exigida por el sistema.

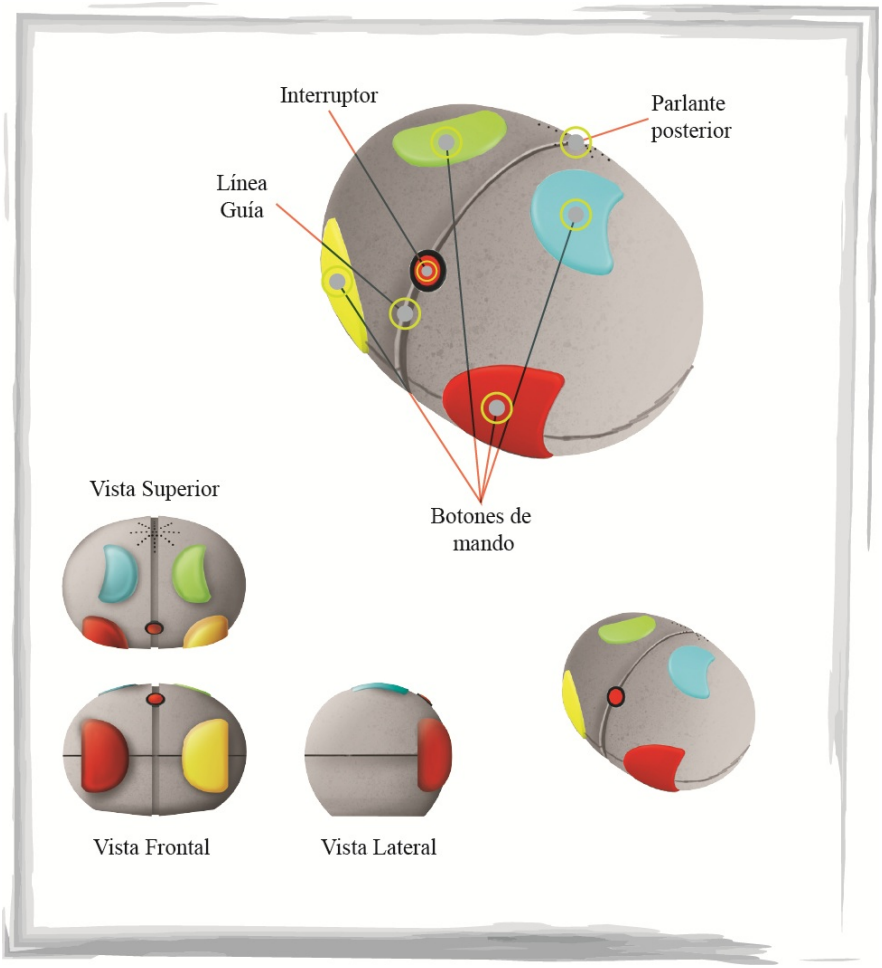
Figura 103. Alternativa 3

7.4 ALTERNATIVA 4

Diseñada bajo el concepto de prensión palmar esférica para un agarre cómodo en posición de prono-supinación. A diferencia de las anteriores propuestas esta posee 4 botones de mando y un interruptor de encendido. Esta característica añade un mayor grado de complejidad al momento de la exploración,

reconocimiento y desarrollo del juego; se añadió una línea guía central que determina la simetría y permite referenciar la ubicación de las manos sobre la propuesta. Ésta se diferencia por el tamaño de los botones de mando, dos de mayor tamaño en la parte inferior que recibirán en posición 4 dedos, y los superiores de menor tamaño que reciben el dedo pulgar. El dispositivo debe estar apoyada sobre una superficie para facilitar su agarre; el parlante de estímulos acústicos al momento del desarrollo del juego queda en posición frontal al jugador.

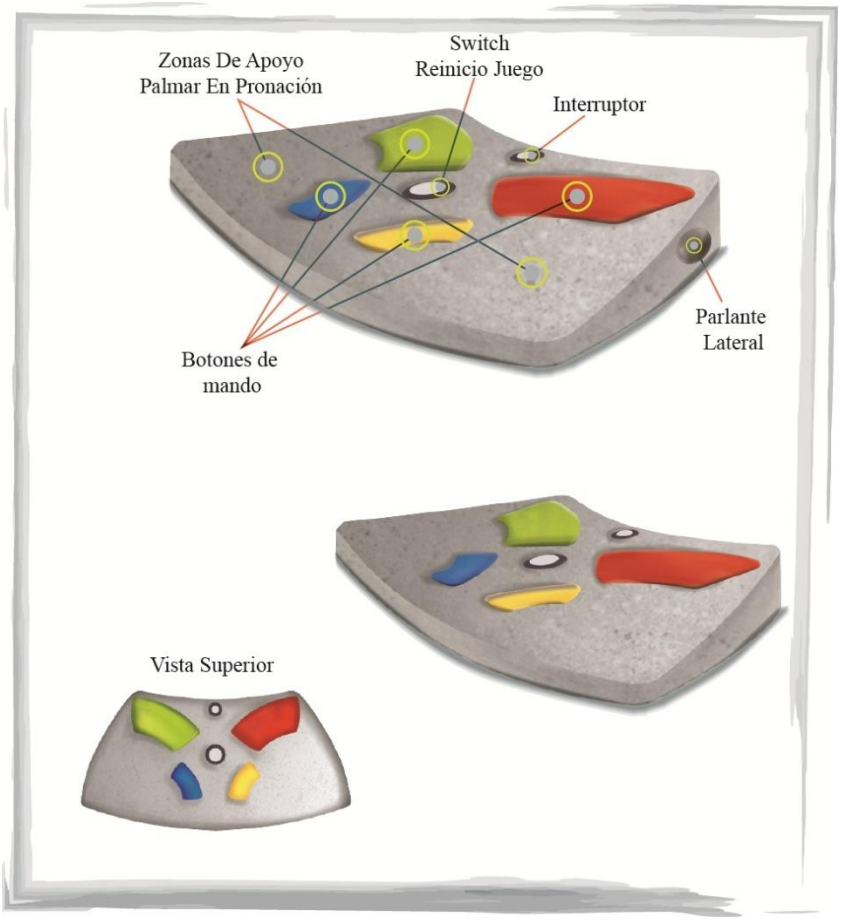
Figura 14. Alternativa 4



7.5 ALTERNATIVA 5

El desarrollo de la idea se generó bajo el concepto del teclado con apoyo de la palma de la mano en pronación. Posee 4 botones de mando para el juego, 2 de mayor tamaño para generar los estímulos sobre los cuatro dedos y otros dos de menor tamaño para los estímulos sobre los pulgares respectivamente de cada mano; además posee un interruptor para el encender y apagar el sistema y un *switch* o interruptor adicional que genera el reinicio del juego. La estimulación háptica y visual está presente en cada botón de mando y el estímulo acústico se emite a través de dos parlantes ubicados a los costados de la propuesta.

Figura 15. Alternativa 5

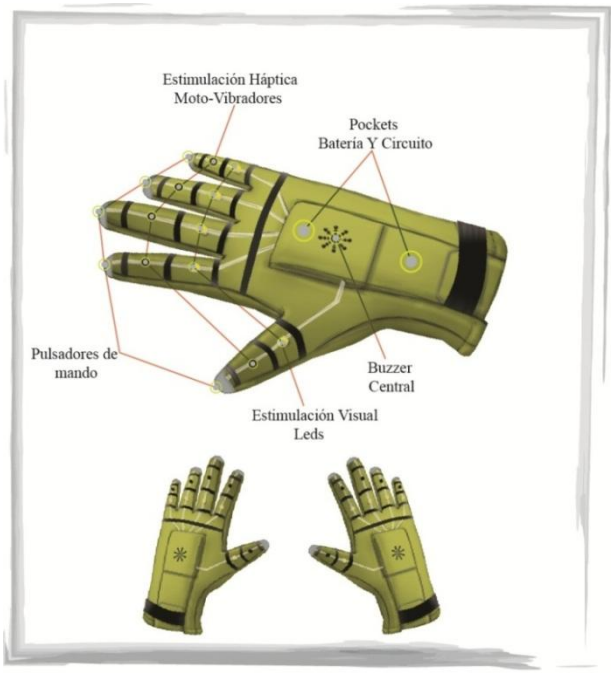


7.6 ALTERNATIVA 6

Trabajada sobre la distribución de elementos y la optimización de recursos, se manejó el concepto pensando en eliminar sistemas adicionales como los aislamientos de vibración; además, se pretendió mantener las posiciones ergonómicamente naturales de la mano. El sistema genera la estimulación háptica y visual sincronizada sobre cada dedo, es decir, a cada uno le corresponde un elemento háptico de primera generación y un componente electrónico pasivo que se encarga del estímulo visual. La estimulación acústica la realiza un *buzzer*[80] que produce sonidos sincronizados con los estímulos hápticos y visuales, además a cada dedo le corresponde un pulsador que es el medio para generar la respuesta por parte del usuario para seguir las secuencias de dificultad progresiva que genera el sistema en coordinación con los estímulos sensoriales. El control del sistema se trabajó con cinco funciones: encendido, preparación de secuencia, inicio de secuencia, error y apagado. Con las características adicionales se puede lograr que el sistema entre en estado de espera y posterior apagado después de un tiempo sin respuesta, todas estas características se sintetizaron en un elemento adaptado a la mano.

[80] Transductor electro-acústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono

Figura 16. Alternativa 6



8. SELECCIÓN DEL DISEÑO DE CONCEPTO

Se realizó una selección para buscar reducir y determinar cuál alternativa se acercó a las exigencias establecidas en los requerimientos, calificándolas comparativamente en una matriz de visualización de conceptos.[81] La cual se utilizó para establecer la posibilidad que tienen cada una de las propuestas de continuar en la siguiente etapa de desarrollo, determinando las mejoras, adaptaciones, cambios o mezclas entre propuestas para llegar a cumplir a cabalidad con las características de los requerimientos generales. Esta matriz se despliega utilizando como criterios de selección los parámetros de diseño determinados para el desarrollo del artefacto, además de un comparativo hecho respecto al producto más relevante del mercado detectado en la indagación realizada en el análisis del estado actual. Para dar la puntuación a los conceptos se utilizó una escala determinada por (+ – 0) que se pondera así: (+) superior a, (0) igual a y (-) inferior a. Al realizar la ponderación se clasificaron los conceptos y se sumó la puntuación para determinar si se combinaban o mejoraban eliminando características negativas y combinando las buenas cualidades.

Tabla 13. Matriz De Visualización De Conceptos

Parámetros de selección	Desarrollo de alternativas						Referencia
Dimensiones antropométricas (Talla)	+	+	+	+	+	+	
Posición del Uso	+	+	-	-	+	+	

[81] ULRICH, K., & EPPINGER, S. D. (1995). Product design and development: McGraw-Hill/Irwin.

Parámetros de selección	Desarrollo de alternativas						Referencia
Color	+	+	+	+	+	+	
Peso	0	+	0	0	0	+	
Dimensiones	+	+	+	+	+	+	
Material	+	+	+	0	0	+	
Elementos electrónicos	+	+	+	+	+	+	
Facilidad de uso	+	+	0	0	+	+	
Geometría	+	+	+	+	+	+	
Ensamblaje	-	-	-	-	-	-	
Minimizar cargas de tensión emocional	0	0	+	0	+	+	
Posición de controles	+	+	-	-	-	+	
Simplificar inicio	+	+	+	0	0	+	
Minimizar número de comandos	+	+	0	0	0	+	
Producción	-	-	-	-	+	+	
Número de componentes	-	-	-	-	+	+	
Facilidad de ubicación	0	0	0	0	+	+	

Parámetros de selección	Desarrollo de alternativas						Referencia
Diversos contextos de uso	+	+	-	-	-	+	
Resistencia del material	+	+	+	+	+	0	
Ubicación de los elementos reproductores de estímulos	-	-	-	-	-	+	
Control	+	+	+	-	-	+	
Programación	+	+	+	+	+	+	
Sumatoria +	15	16	11	7	13	20	
Sumatoria 0	3	2	4	7	4	1	
Sumatoria -	4	4	7	8	5	1	
Sumatoria (-) + (+)	11	12	4	1	8	19	
Posición	3	2	5	6	4	1	
¿Continua?	NO	SI	NO	NO	SI	SI	

La matriz de visualización muestra que las alternativas 2, 5 y 6 son las que más se aproximan al cumplimiento de los requerimientos de diseño y revelan mayor acercamiento a las características que tuvieron alta relevancia en la matriz de calidad mostrada en la tabla 7 del capítulo de evaluación de propuestas, en donde se evidencio que ocho de las características propuestas emergen con valores superiores a las demás y son mayormente representadas por las alternativas

obtenidas de la evaluación en la matriz de visualización, lo cual lleva al proceso de desarrollo de la matriz de puntuación de conceptos la cual permitió definir la alternativa que se debía desarrollar por que cumple con los parámetro y requerimientos de diseño necesarios y suple las necesidades establecidas por el usuario.

La matriz de puntuación de concepto maneja los valores en porcentaje de cada una de las características de los requerimientos, con la cual se evalúa cada alternativa basados en un puntaje que va desde, uno que es la calificación más baja hasta cinco la cual representa la más alta calificación. La calificación obtenida por cada alternativa en cada característica de los requerimientos se multiplica por el porcentaje de cada característica y se obtiene el valor ponderado, que luego se totaliza y permite determinar la posición que ocupa cada alternativa y su continuidad en el proceso.

Tabla 14. Matriz De Puntuación De Conceptos

Requerimientos	Características	Peso	Alternativas					
			Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Confort	Dimensiones antropométricas	8%	4	0,32	3	0,24	5	0,4
	Posición de Uso	4%	3	0,12	3	0,12	5	0,2
	Color	3%	3	0,09	3	0,09	4	0,12
Portabilidad	Peso	2%	3	0,06	2	0,04	4	0,08
	Dimensiones	2%	3	0,06	2	0,04	4	0,08
	Material	1%	3	0,03	3	0,03	3	0,03
Seguridad	Elementos electrónicos	3%	4	0,12	4	0,12	4	0,12

Requerimientos	Características	Peso	Alternativas					
			Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
	Control	3%	3	0,09	3	0,09	4	0,12
	Facilidad de uso	4%	3	0,12	2	0,08	5	0,2
Higiene	Material	5%	3	0,15	3	0,15	4	0,2
	Geometría	2%	4	0,08	3	0,06	4	0,08
	Ensamblaje	3%	2	0,06	3	0,09	4	0,12
Efectividad	Minimizar cargas de tensión emocional	4%	3	0,12	4	0,16	3	0,12
	Posición de controles	3%	3	0,09	3	0,09	4	0,12
	Simplificar inicio	3%	4	0,12	2	0,06	5	0,15
Fácil operación	Control	10%	3	0,3	3	0,3	4	0,4
	Minimizar número de comandos	5%	3	0,15	2	0,1	5	0,25
Bajos costo	Material	3%	2	0,06	2	0,06	3	0,09
	Producción	1%	2	0,02	3	0,03	4	0,04
	Número de componentes	1%	2	0,02	3	0,03	3	0,03
Versatilidad	Facilidad de ubicación	3%	2	0,06	2	0,06	4	0,12
	Diversos contextos de uso	2%	4	0,08	2	0,04	5	0,1
Durabilidad	Resistencia del material	10%	4	0,4	4	0,4	4	0,4
Precisión	Ubicación de los elementos reproductores de estímulos	3%	2	0,06	2	0,06	4	0,12

Requerimientos	Características	Peso	Alternativas					
			Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
	Control	3%	3	0,09	3	0,09	4	0,12
	Programación	9%	4	0,36	4	0,36	4	0,36
Puntuación Total			3,23		2,99		4,17	
Posición			2		3		1	
¿Continua?			NO		NO		Desarrollar	

De la matriz de puntuación de conceptos se determinó que la propuesta que más se acerca a los requerimientos, es la alternativa 6. Se desarrolló acorde a las necesidades y según las características del diseño universal, la ergonomía de la mano y las particularidades que inciden en la estimulación de la memoria secuencial a través de la percepción sensorial, valiéndose de todos los elementos electrónicos que complementen y permitan el perfeccionamiento del artefacto. Es preciso anotar que existen características de los requerimientos, que se encuentran repetidas debido a que son necesarias para determinar la puntuación del concepto y representan un porcentaje diferente para cada necesidad, tomando como ejemplo el material que se encuentra presente en los requerimientos de portabilidad y bajos costos, el cual define porcentajes diferentes para cada requerimiento debido a su importancia relativa en cada caso es decir se busca un balance para cada requerimiento que contenga las características del material.

9. PRUEBA DE CONCEPTO

Teniendo listo el modelo del concepto para su evaluación y establecidas la prueba de usabilidad que se desarrolló en base a las tareas necesarias para usar y comprender el artefacto, posteriormente a través de la toma de datos de desempeño en el juego durante un periodo de tiempo que permitan realizar un estado comparativo de comprensión y avance que hayan logrado las personas con pérdida de visión del artefacto y así tener un punto referencial del estado final respecto al inicial utilizando las características comparativas de procesos, presentes en el método de Pareto.[82] Además de respaldarse en la teoría de la curva del olvido de Ebbinghaus que ilustra la pérdida de retentiva con el tiempo. Un concepto relacionado es la intensidad del recuerdo, que indica cuánto se mantiene un contenido en el cerebro. Cuanto más intenso sea un recuerdo, más tiempo se mantiene.[83] Se procedió a su aplicación determinándose como pruebas de campo para usuarios que se definieron como personas con pérdida de visión. Se realizó bajo las especificaciones obtenidas durante todo el proceso, las cuales incluyen los parámetros y requerimientos; además de los elementos de diseño establecidos, el modelo de evaluación se realizó con materiales no definitivos y tecnologías aproximadas.

9.1 PRUEBA DE USABILIDAD

La comprobación de usabilidad que se utilizó en la prueba del concepto del artefacto lúdico es la técnica utilizada en el diseño de interacciones centrado en el usuario para evaluar el artefacto diseñado, mediante pruebas directas a personas

[82] WANG, L., CHEN, T., ZENG, S., & QU, H. (2013). Quality by Design Study of the Direct Analysis in Real Time Mass Spectrometry Response. J Am Soc Mass Spectrom. doi: 10.1007/s13361-013-0779-6

[83] EBBINGHAUS, H. (1913). Memory: A Contribution to Experimental Psychology: Teachers College, Columbia University.

con perdía de visión. Esta es la práctica para determinar las correcciones y cambios necesarios. Puede verse como una práctica inevitable al momento del desarrollo de un producto ya que brinda información directa de como los usuarios con pérdida de visión utilizan el artefacto lúdico. El modelo de la prueba se encuentra consignado en el Anexo B.

Objetivo: Desarrollar una evaluación de las tareas planteadas para el artefacto que permita identificar la facilidad de uso y la interacción de los usuarios con el artefacto lúdico para obtener la medida de satisfacción.

Muestra: El test se realizará con 10 personas que tienen el siguiente perfil. Personas entre los 15 y 60 años con pérdida de visión en estado de salud óptimo y sin ningún otro tipo de discapacidad sensorial o motora.

Identificación del personal requerido y elementos necesarios para el desarrollo de la prueba:

- Guía
- Anotador
- Usuario determinado por la muestra.
- Modelo físico del artefacto con los artilugios electrónicos.
- Formato de test
- Cámara de video o fotográfica

Desarrollo del test

- Adecuación del espacio para el desarrollo del test
- Explicación de la actividad a realizar a la muestra
- Espacio de preguntas sobre la actividad a realizar
- Inicio del test de usabilidad

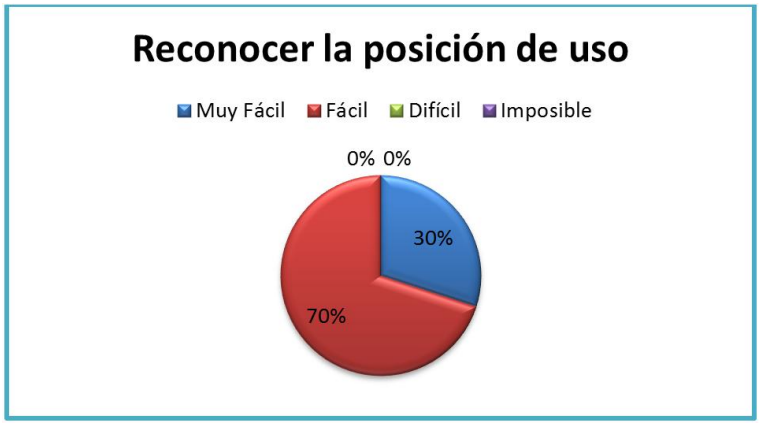
Tareas a realizar

- Reconocer la posición de uso.
- Identificar los elementos de control o botones.
- Identificar el control encendido.
- Reconocer como iniciar las secuencias.
- Reconocer la dinámica de las secuencias.
- Identificar el punto de conexión para el cargador en el artefacto.

9.2 RESULTADOS PRUEBA DE USABILIDAD

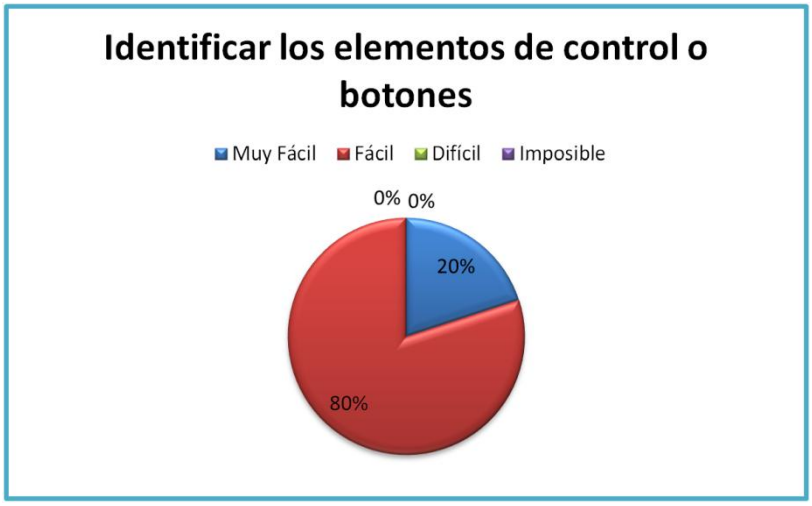
El reconocer la manera de cómo se usa el artefacto es uno de los parámetros de mayor importancia para el desarrollo del producto, el presente artefacto fue evaluado por una muestra de diez personas en condición de perdida visual leve y completa, donde cada uno de ellos dio su apreciación respecto a la facilidad de uso, basados en una escala de medición cualitativa referida de muy fácil, fácil, difícil e imposible esta escala de medición se determinó de manera ordinal, y se organizó en porcentajes para facilitar la interpretación y así denotar que tanto se acerca las respuestas obtenidas al cumplimiento por parte del artefacto de las cualidades notadas en el objetivo de la prueba que indica además una evaluación por tareas. A continuación se muestran los gráficos de resultados por porcentaje de cada una de las tareas que se desarrollan durante el uso del artefacto, posterior a cada grafico se presenta su interpretación y conclusiones respecto al proceso.

Figura 17. Posición De Uso



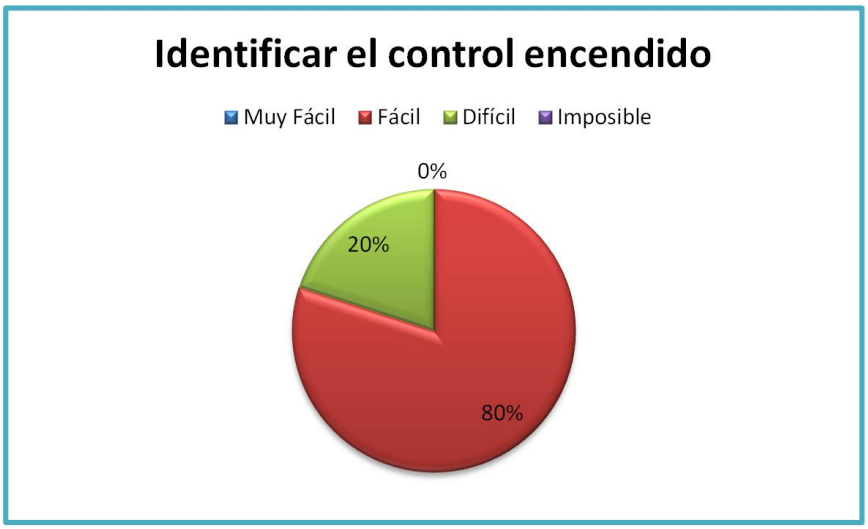
Para la mayoría de las personas con pérdida de visión que respondieron si el reconocer la posición de uso era intuitiva, para un 70% de ellas fue fácil ya que la asociación del artefacto con un objeto de la cotidianidad les dio la facilidad de entender cómo usarlo y como posicionarlo a la hora de iniciar el resto de las tareas predeterminadas, en conclusión el haber desarrollado el artefacto en similitud a un elemento cotidiano como lo es un guante permitió acercarse altamente a la facilidad de reconocer como usar el objeto.

Figura 18. Elementos de control



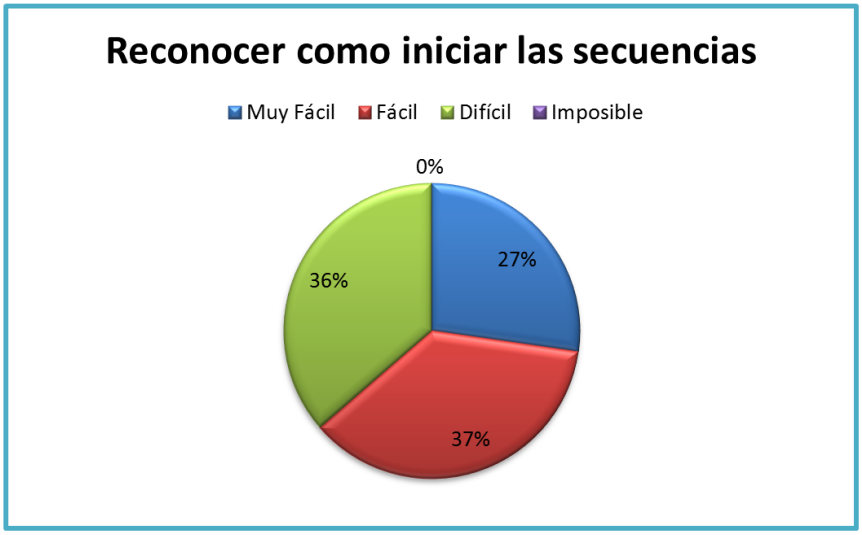
En la tarea de reconocer todos aquellos elementos necesarios para la interacción con el artefacto las personas con perdía de visión presentaron un alto porcentaje de aceptación debido a la baja complejidad de los elementos presentes y que son determinantes para la interacción con el artefacto, en definitiva el reconocimiento de los accionadores (pulsadores), y los demás componentes que generan los estímulos dentro de todo el sistema tuvo una aceptación alta por parte de las personas participantes en la prueba.

Figura 19. Control De Encendido



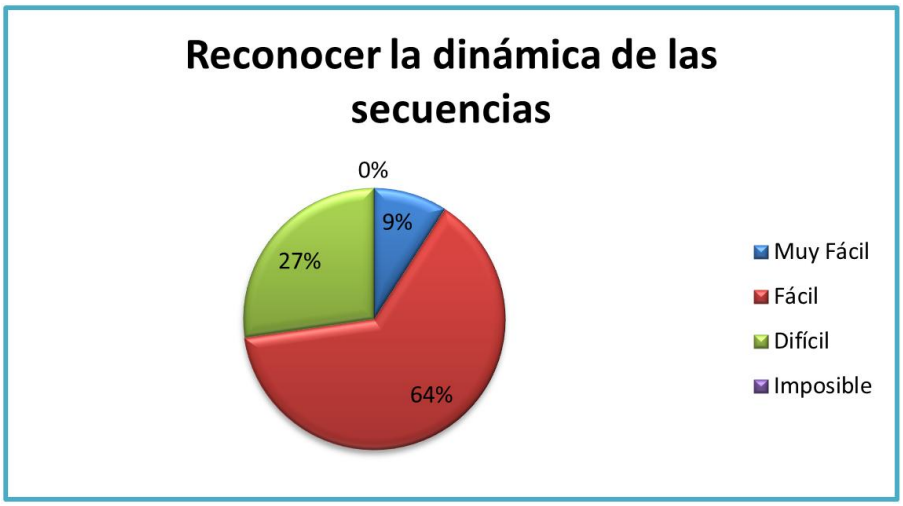
La identificación del control de encendido fue uno de los puntos más representativos durante toda la prueba, debido a que el 20% de las personas con pérdida de visión al momento de reconocer el artefacto, preguntaron si el dispositivo poseía un elemento interruptor para el control de encendido ya que poseían una preconcepción referente a los dispositivos electrónicos, la prueba fue guiada por lo tanto al momento de saber que el artefacto se accionaba y encendía por medio de los mismos pulsadores que controlaban el juego les genero un alto grado de satisfacción y determinaron en relación al control de encendido una conveniente comprensión y facilidad de uso.

Figura 110. Reconocer como iniciar las secuencias



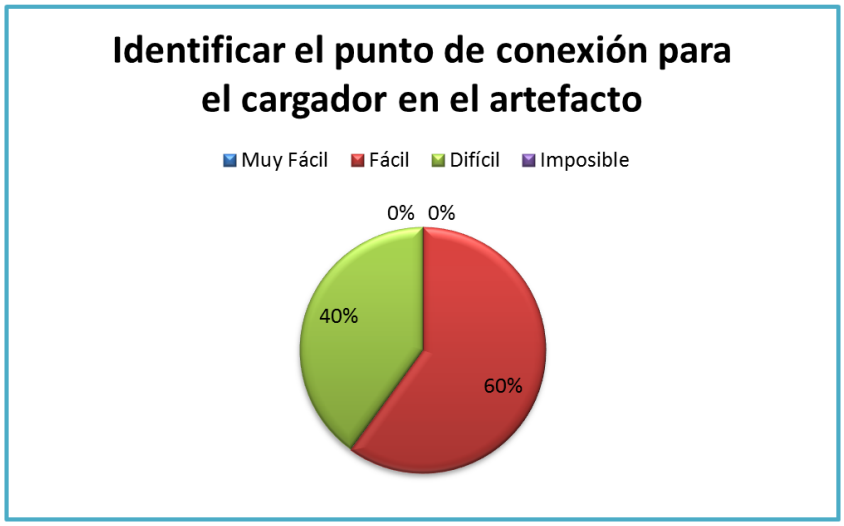
El artefacto posee una programación que reporta el encendido a través de una información táctil vibratoria y un sonido especifico, justo al terminar este conjunto de avisos el sistema muestra el inicio de las secuencias el cual se hace a través de la reproducción homogénea y de igual intensidad para cada estímulo. Haciendo entender al jugador que esa es la primera parte de la secuencia y tenga que responderla justo después, esta mecánica de juego se repite aleatoriamente y cada vez con un grado complejidad superior. El reconocimiento de todos los criterios descritos anteriormente y generación de la posterior respuesta fue percibido por un 64% de las personas con pérdida de visión sin ningún tipo de complejidad. En conclusión el inicio de las secuencias es de fácil percepción y distinguible respecto a los demás eventos que reporta el artefacto en cada momento de uso.

Figura 121. Reconocimiento de la Dinámica de las secuencias



El reconocimiento de cómo debían seguirse las secuencias, posteriormente a su presentación fue fácilmente comprendido por parte de las personas con discapacidad visual el 73% de las personas pudo determinar con claridad cuál es la dinámica del juego gracias al entendimiento previo que tuvieron al toparse con la tarea que determinaba el modo de iniciar las secuencias. En conclusión el artefacto brinda un orden claro y consecuente generando una facilidad de uso al momento de seguir el juego.

Figura 22. Identificación punto de conexión para el cargador



La identificación del punto de conexión para el cargador es evidentemente fácil de reconocer, el porcentaje de dificultad se presentó debido a que el modelo de pruebas tenia elementos electrónicos descubiertos y generaban un poco de confusión al momento de hacer el reconocimiento táctil por parte de las personas con pérdida de visión, el uso de un dispositivo de carga como el que utilizan los teléfonos móviles convirtió la experiencia de reconocimiento en un proceso asociativo de hábitos previos. En conclusión; desde este punto se evidencia como las personas con pérdida de visión utilizan el proceso de asociación y recuerdo secuencial aplicándolo a todas las técnicas diarias de desarrollo personal, respecto al reconocimiento de la conexión de carga del artefacto se determinó.

9.3 VALIDACIÓN

En el método de validación aplicado se utilizaron dos teorías para determinar la garantía del artefacto entre ellas la teoría de Hermann Ebbinghaus sobre la curva del olvido, la cual ilustra la pérdida de retentiva con el tiempo, y es un concepto relacionado con la intensidad del recuerdo que indica cuánto se mantiene un contenido en el cerebro. En cuanto más intenso sea más tiempo se mantiene. La segunda teoría utilizada está determinada por el principio de Pareto el cual dicta que el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados, este método es también llamado curva cerrada o distribución A-B-C, en el diagrama de Pareto se muestra la organización de los datos recolectados, en este caso se trata del número de aciertos que tienen las personas en cada serie de repeticiones, estos aciertos se registran y se ordenan de forma descendente, de izquierda a derecha y separados por barras lo cual permite, asignar un orden de prioridades. Los diagramas permiten mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos aciertos en las secuencias que son menos importantes frente a unos pocos altamente importantes y determinan la evolución en el tiempo del afianzamiento de la memoria secuencial al recordar cada vez secuencias más largas, en la gráfica se muestran los datos importantes colocados

a la izquierda denominándolos como los pocos que son vitales y los muchos triviales a la derecha.

El diagrama facilita determinar el avance en el tiempo tras el uso del artefacto, pudiendo determinar una comparación respecto al día de inicio tras un periodo de uso de nueve días continuos, la validación se fundamentó en hacer una sesión diaria de pruebas con el artefacto, cada sesión consistió en quince series, donde en cada serie se tomaba el número de repeticiones acertadas por el participante y el tiempo de duración de cada serie. Esto con el objetivo de organizar los datos para determinar un registro y comparación del comportamiento del recuerdo secuencial del participante diariamente, concluyendo en un afianzamiento de la memoria secuencial.

Se realizaron los siguientes actividades que determinaron la organización del proceso de evaluación del artefacto así: definición el periodo de recolección de datos, recolección de datos, diseño de la tabla de conteo de datos, ordenar datos de mayor a menor, totalizar los datos, calcular el porcentaje total de cada dato y por ultimo desarrollar la gráfica del primer día de diagrama para mostrar el estado inicial y final del recuerdo secuencial de las personas con pérdida de visión tras el uso del artefacto durante el periodo de tiempo establecido para la validación del artefacto.

Objetivo: estructurar un método comparativo basado en el principio de Pareto que determine el avance de las personas con pérdida de visión, de un estado inicial, respecto al posterior uso del artefacto durante un periodo de tiempo de 9 días, el cual permita evidenciar el afianzamiento del recuerdo secuencial de las personas con pérdida de visión.

Muestra: la prueba se realizará con 5 personas que tienen el siguiente perfil. Personas entre los 15 y 70 años de edad con pérdida de visión parcial o total y en estado de salud óptimo, sin ningún otro tipo de discapacidad sensorial o motora.

Identificación del personal requerido y elementos necesarios para el desarrollo de la prueba

- Guía
- Anotador
- Usuario determinado por la muestra.
- Modelo físico del artefacto con los artilugios electrónicos.
- Formato de recolección de datos
- Cámara de video o fotográfica

Desarrollo de la prueba

- Adecuación del espacio para el desarrollo de la prueba
- Explicación de la actividad a realizar a la muestra
- Espacio de preguntas sobre la actividad a realizar
- Inicio de la prueba

Tareas a realizar

- Definir el periodo de recolección de datos.
- Recolección de datos.
- Diseño de la tabla de conteo de datos.
- Ordenar datos de mayor a menor.
- Totalizar los datos.
- Calcular el porcentaje total de cada dato.
- Gráfica del diagrama de Pareto.
- Comparar y analizar gráficamente los resultados.

9.3.1 Recolección de datos. Se registraron el número de repeticiones acertadas por parte de las personas con pérdida de visión, las repeticiones se recopilaron tras 15 series en sesiones diarias de 1 hora, cada serie tenía un tiempo de descanso de 4 minutos, Esta información recibida se registra para determinar el afianzamiento del recuerdo serial tras el uso del artefacto, cada sesión se realizó durante 9 días. Anexo C.

9.3.2 Tabla de conteo de datos. La tabla 15 muestra a modo de ejemplo los datos recolectados de uno de los usuarios participantes en las pruebas, dichos datos se determinaron en el ítem de tareas a realizar y son los necesarios para desarrollar el diagrama de Pareto, el cual permite obtener un análisis del afianzamiento del recuerdo serial de las personas con pérdida de visión después del uso del artefacto y determinando así el comparativo del estado inicial y consecutivo de uso.

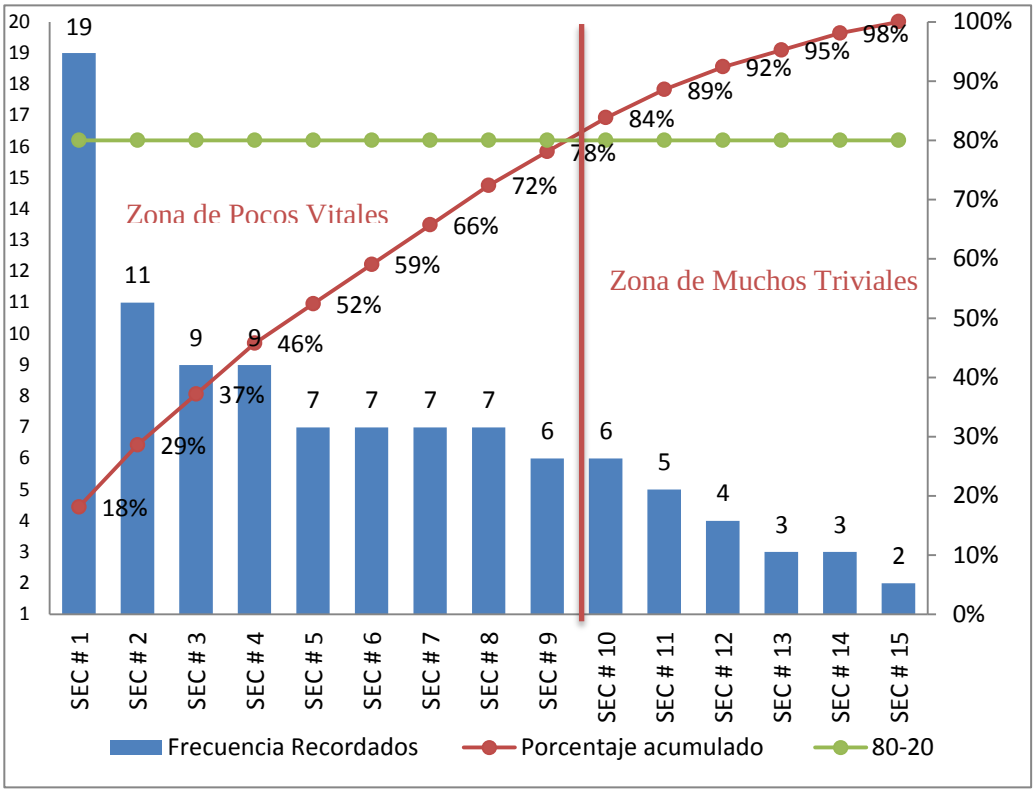
Tabla 15. Datos Día 3 Usuario I.D: 02

Número de Secuencias	Número de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	11	19	19	18%	80%
SEC # 2	5	11	30	29%	80%
SEC # 3	4	9	39	37%	80%
SEC # 4	6	9	48	46%	80%
SEC # 5	7	7	55	52%	80%
SEC # 6	2	7	62	59%	80%
SEC # 7	7	7	69	66%	80%
SEC # 8	3	7	76	72%	80%
SEC # 9	9	6	82	78%	80%
SEC # 10	3	6	88	84%	80%
SEC # 11	19	5	93	89%	80%
SEC # 12	7	4	97	92%	80%
SEC # 13	9	3	100	95%	80%
SEC # 14	6	3	103	98%	80%

Número de Secuencias	Número de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 15	7	2	105	100%	80%

9.3.3 Diagrama de Pareto. Con referencia al uso de la gráfica de Pareto se determinaron los aspectos de evolución en la capacidad de recordar secuencias de mayor longitud. En la zona de pocos vitales que se muestra en la figura 23 se nota el mayor número de repeticiones recordados por parte del usuario dos al tercer día de uso del artefacto, para efectos de establecer una comparación con respecto a los demás días de la prueba se nota que en la zona de pocos vitales la frecuencia de elementos recordados es directamente proporcional , es decir, que entre mayor sea cada una de estas características de la gráfica mayor es la capacidad de recordar lo cual determinará el éxito del artefacto sobre el recuerdo serial, expresándose así un afianzamiento de la memoria secuencial.

Figura 23. Diagrama de Pareto Día 3 Usuario 2



9.4 RESULTADOS VALIDACIÓN

La prueba realizada en colaboración de las personas con pérdida de visión, determino la eficacia del artefacto, el cual permitió evidenciar un afianzamiento progresivo en el acto de atender y procesar un elemento a la vez, este acto se constituye como un escalón en el proceso de rehabilitación de la pérdida de visión, el cual permite mejorar el recuerdo secuencial que está determinado como la facultad de recordar elementos o sucesos en un orden especifico que se presentan o suceden, la mencionada premisa hace parte esencial para la creación, reproducción y generación del espacio próximo y distal de las personas con pérdida de visión parcial o total, el uso continuo del artefacto genera vías de ayuda practica en el proceso de rehabilitación, a través del estímulo concurrente y sincronizado de los sentidos del tacto oído y vista, implementados en un juego de secuencias progresivas.

El trabajo continuo determinado por Hermann Ebbinghaus ilustra que la perdida retentiva con el tiempo, es un concepto relacionado con la intensidad del repaso e indica cuánto se mantiene un contenido en el cerebro dependiendo del orden y la manera en que se desarrolle y logre un método de repaso coherente y consistente, el fundamento del presente proyecto estuvo en crear un complemento que a través de sonidos, vibraciones y destellos de luz, presenten acciones sensoriales que actúen sobre la memoria icónica, ecoica y háptica creando un ambiente de mayor recordación asociativo para cada segmento de almacenamiento sensorial en el cerebro, y evitando que los estímulos sobre un sentido especifico percibidos por la memoria secuencial se dispersen debido a las características del efecto de primacía y recencia; donde el primer y el último elemento parecen ser recordados más rápido y con más precisión que los demás elementos de una secuencia continua.

En conclusión el artefacto fue diseñado bajo la premisa de un juego y como método lúdico para la ayuda en la rehabilitación de personas con pérdida de visión total y parcial, a través de un sistema implementado sobre un guante que permitió agrupar todas las características planteadas y necesarias descritas en el transcurso del proyecto, entre las cuales y la más importante es la generación de secuencias aleatorias, que conllevan a la utilización especifica de la memoria secuencial y generan un aumento en la capacidad de recordar elementos o sucesos, que además desemboca en un aporte a la inclusión igualitaria de las personas con pérdida de visión.

En las tablas 16 y 17 se muestra el proceso que se siguió con uno de los usuarios, y se representa el primer y último día de pruebas con los diagramas de Pareto y sus respectivas tablas de datos las cuales visualizan de manera amigable como fue tomándose un aseguramiento del artefacto y el transcurso practico desemboco en la capacidad de recordar secuencias de mayor tamaño durante el proceso, como se encuentra especificado en la figura 24 y 25, los valores importantes que determinaron el éxito del artefacto se encuentran situados a la izquierda de la línea que se genera entre la intersección de la línea del porcentaje acumulado y la línea de valor 80-20 resaltada en color verde, la cual es característica esencial del diagrama de Pareto para la interpretación. Para una revisión en mayor detalle de las gráficas diarias remitirse al Anexo D.

Nombre: Lady Cecilia Flores

Categorización de la pérdida de la visión: Pérdida Total

Profesión: Estudiante

Edad: 22años

I.D. de Usuario: 02

Tabla 16. Datos Día 1 Usuario 02

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia Acumulado	Porcentaje Acumulado	80-20
SEC # 1	3	9	9	12%	80%
SEC # 2	3	8	17	22%	80%
SEC # 3	6	7	24	31%	80%
SEC # 4	5	7	31	40%	80%
SEC # 5	4	6	37	48%	80%
SEC # 6	5	6	43	56%	80%
SEC # 7	9	5	48	62%	80%
SEC # 8	6	5	53	69%	80%
SEC # 9	4	5	58	75%	80%
SEC # 10	7	4	62	81%	80%
SEC # 11	2	4	66	86%	80%
SEC # 12	5	3	69	90%	80%
SEC # 13	3	3	72	94%	80%
SEC # 14	8	3	75	97%	80%
SEC # 15	7	2	77	100%	80%

Figura 134 Diagrama de Pareto Día 1 Usuario 02

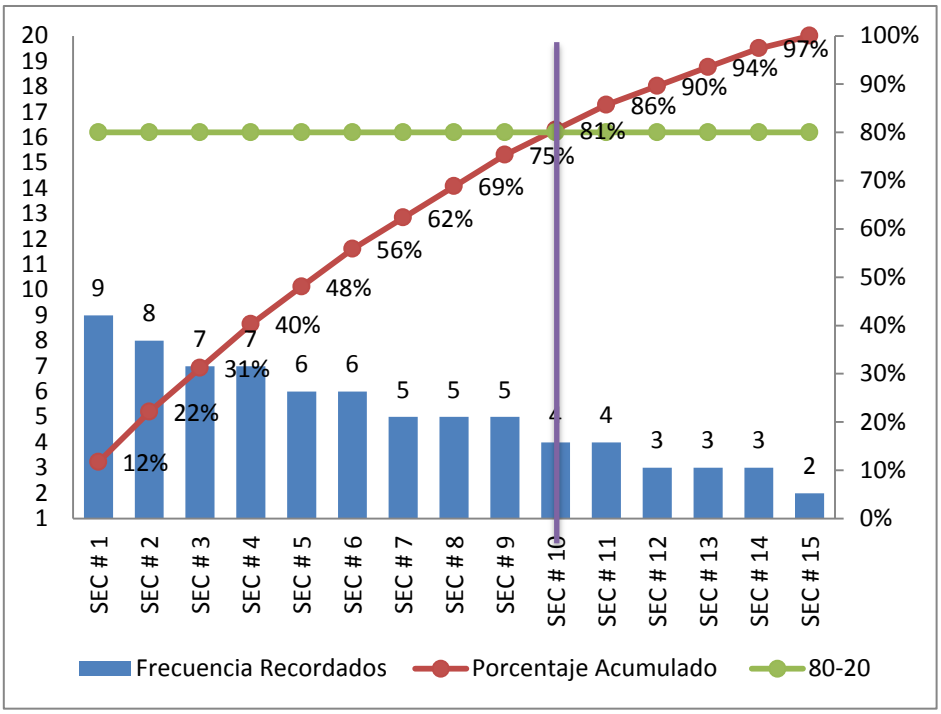
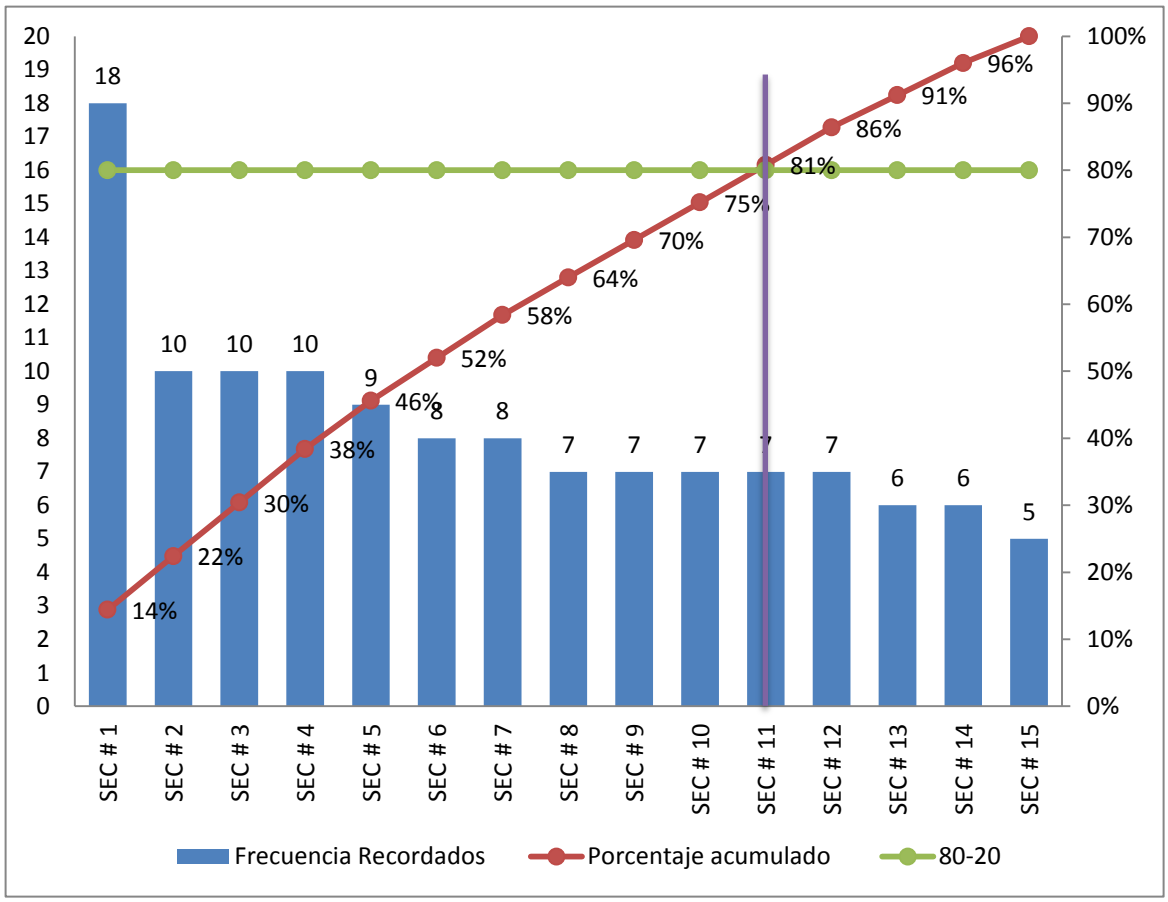


Tabla 17 Datos Día 9 Usuario 02

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	10	18	18	14%	80%
SEC # 2	9	10	28	22%	80%
SEC # 3	6	10	38	30%	80%
SEC # 4	5	10	48	38%	80%
SEC # 5	8	9	57	46%	80%
SEC # 6	7	8	65	52%	80%
SEC # 7	10	8	73	58%	80%
SEC # 8	18	7	80	64%	80%
SEC # 9	7	7	87	70%	80%
SEC # 10	10	7	94	75%	80%
SEC # 11	7	7	101	81%	80%
SEC # 12	6	7	108	86%	80%
SEC # 13	8	6	114	91%	80%
SEC # 14	7	6	120	96%	80%
SEC # 15	7	5	125	100%	80%

Figura 25. Diagrama de Pareto Día 9 Usuario 02



Del comparativo que se obtiene de las gráficas de Pareto mostradas en las figuras 24 y 25 se determina que la teoría de Hermann Ebbinghaus es acertada en lo referente al desarrollo de un método de repaso constante, esta estrategia aplicada al presente proyecto permitió afianzar la memoria secuencial implícitamente tras el trabajo repetitivo de secuencias aleatorias trabajando así el recuerdo secuencial a través de la estimulación sensorial focalizada y mejorando la capacidad del recuerdo secuencial.

10. DISEÑO DE AJUSTE

En el desarrollo del artefacto lúdico para personas con pérdida de visión se presentó la precisión de relacionar las funciones con los elementos físicos necesarios determinados. El principal objetivo de la arquitectura del producto es describir los elementos físicos de construcción en función de lo que hacen y su interrelación con los demás dispositivos. La organización arquitectónica del diseño permite detallar las capacidades y tipologías de cada componente buscando un trabajo concurrente acercándolo al máximo a un diseño de producto funcional y estéticamente agradable en un plazo más corto, con los mínimos costos, y aportando a mejorar la calidad de vida de las personas con pérdida de visión.

La arquitectura del producto emerge a la par de la generación del concepto. Esto transcurre de manera subjetiva y discreta, en los dibujos, tablas, esbozos funcionales y modelos funcionales primarios se integran al desarrollo del concepto. En este caso en particular, la capacidad tecnológica establece si la arquitectura del producto es completamente definida o requiere de un paso adicional como el diseño a nivel de sistema. Para el cumplimiento con la arquitectura del producto se definen las funciones, interacciones y componentes, que resultaran en la creación de un artefacto lúdico basado en estímulos sensoriales coordinados por un algoritmo que genera secuencias de dificultad progresiva a través de componentes electrónicos, destinado a personas con pérdida de visión, para lograr, de esa manera, el afianzamiento de la memoria secuencial. Además, se permitirá una integración de las personas con este tipo de discapacidad a través del juego lúdico como aspecto colaborativo en el proceso de rehabilitación. En lo señalado por Ulrich y Eppinger se procedió para determinar el diseño de ajuste siguiendo las pautas dictadas a continuación.

10.1 AGRUPACION Y DIAGRAMACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PRODUCTO

En la figura 21, se resume por medio del diagrama esquemático la conformación del artefacto en cuanto a sus componentes. Éstos se han citado de manera global y fueron divididos en categorías que muestran la relación del elemento con el sistema. En cada grupo se caracterizan los elementos correspondientes a las funciones y estructura del artefacto.

El propósito de esta etapa fue organizar cada uno de los elementos físicos y funcionales de acuerdo con la integración geométrica, precisión y función compartida, para definir una distribución física mínima del encapsulado del circuito el cual se encuentra inscrito en un volumen virtual determinado en 4.5 cm de ancho por 4.5 cm de profundo y 2.5 cm de alto. La implementación de todas las partes del artefacto se caracterizaron para ser distribuirlas sobre un elemento que cubra la mano y genere los estímulos vibratorios sobre los dedos. De igual manera están dispuestos los pulsadores sobre las yemas de cada dedo para determinar la respuesta por parte de las personas con pérdida de visión. Los requisitos para cumplir con este objetivo fueron la accesibilidad a los controles, el tamaño está determinado por las relaciones dimensionales del artefacto las cuales se manejan a través de tallas enfocadas a un diseño universal.

En las figura 26 se agrupan los elementos del esquema del artefacto con los componentes correspondientes a cada grupo funcional la distribución se hace determinar en como la carcasa que hace parte fundamental de la protección del usuario y alberga la tarjeta electrónica y la batería además del otro componente fundamental que es la línea de estímulos que está compuesta por los indicadores hápticos (moto-vibrador), auditivo (buzzer) y Visual (Led) y un elemento externo y fundamental que es el dispositivo de recarga de energía

Figura 26. Diagrama Esquemático Del Producto

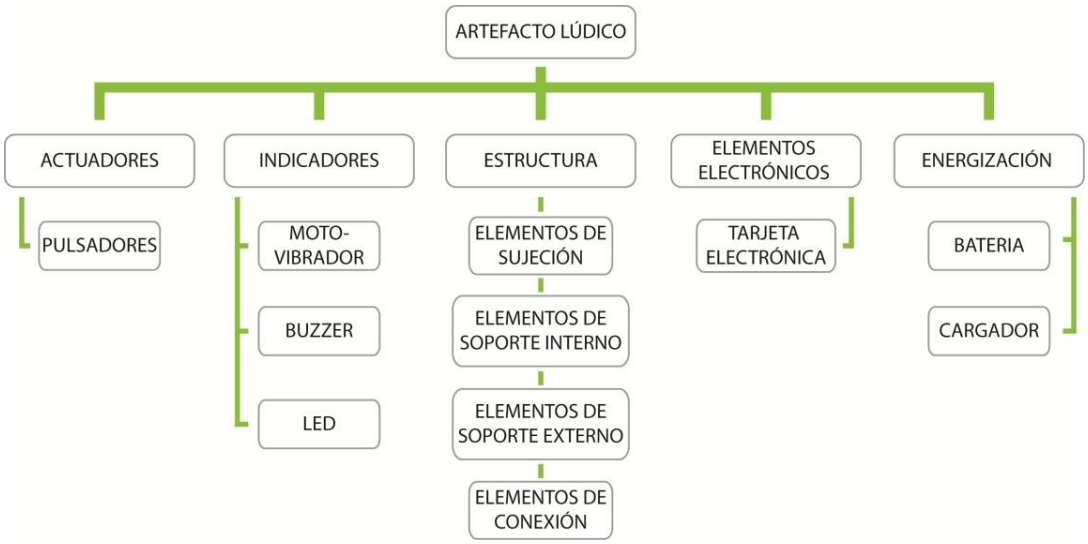
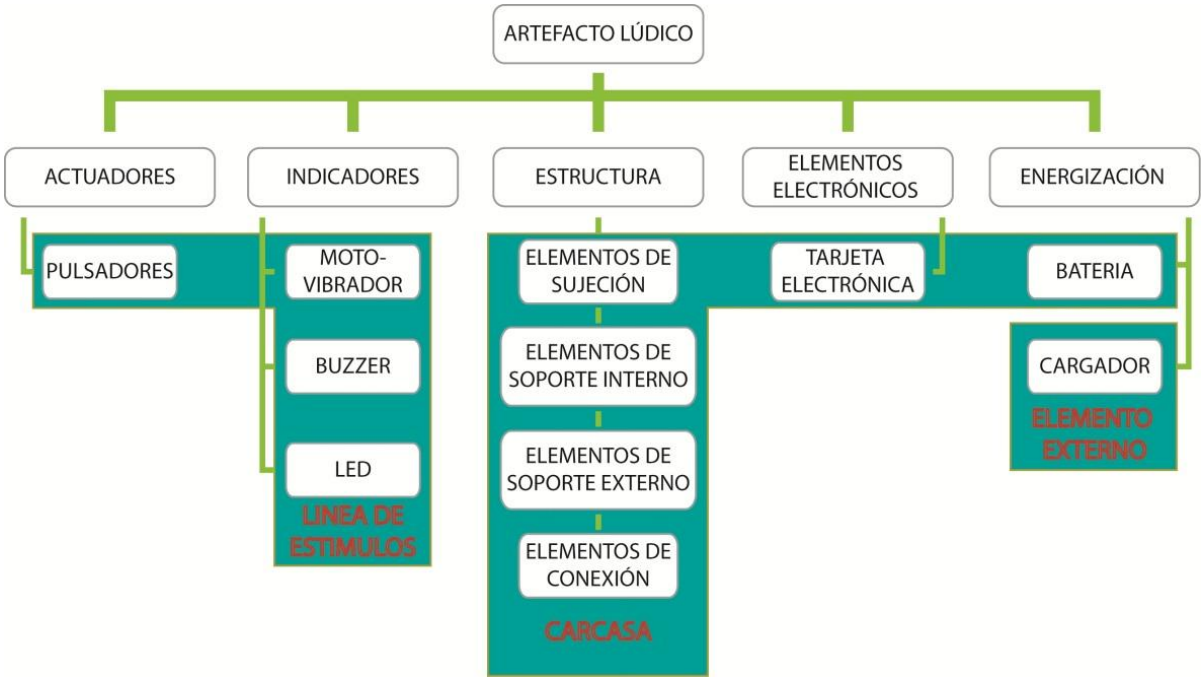


Figura 27. Agrupación Diagrama Esquemático Del Producto



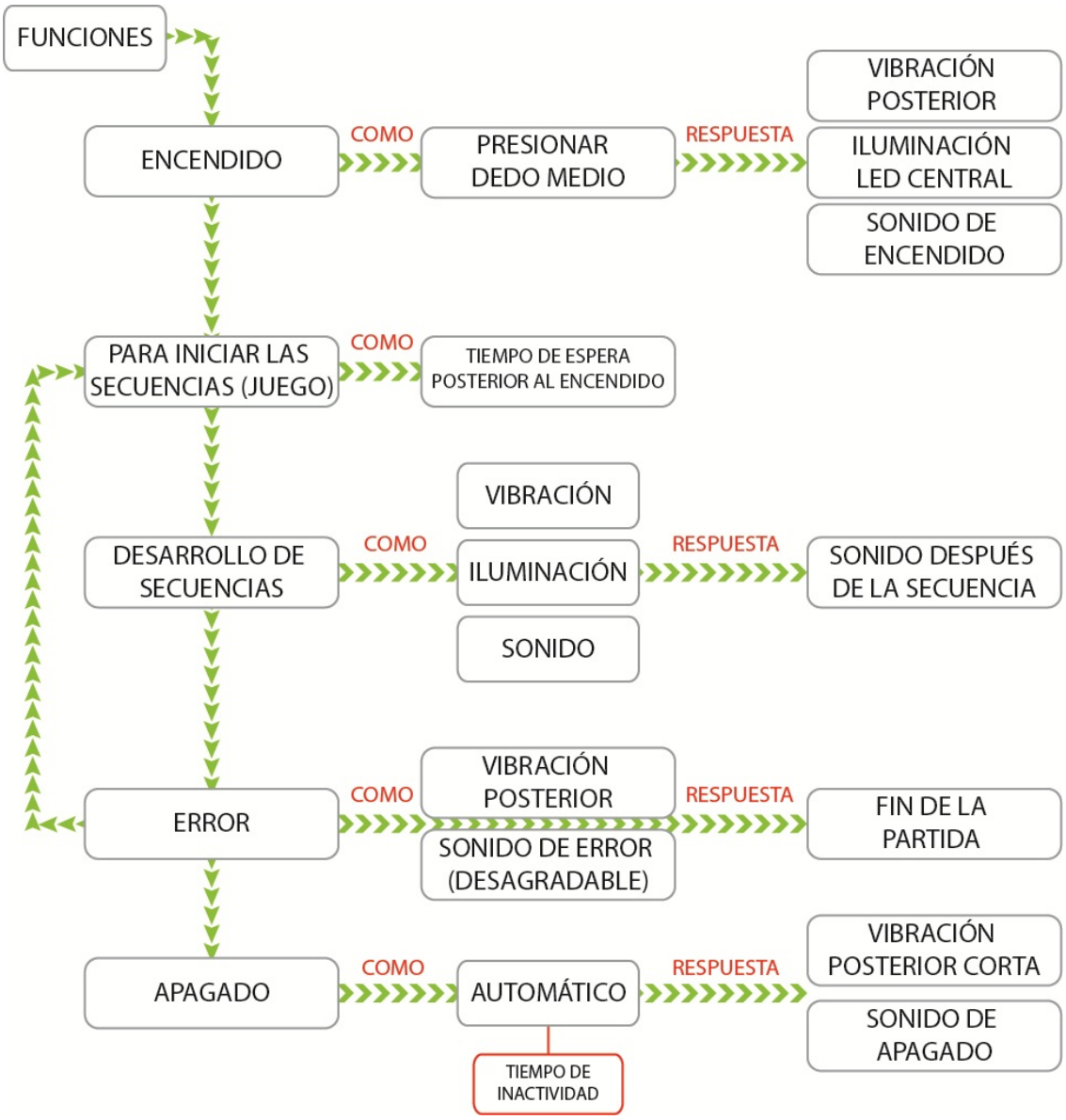
10.2 OPERACIONES Y FUNCIONES

En la figura 26, se muestran las operaciones con cada una de las funciones, el encendido del artefacto se realiza al presionar el pulsador que se encuentra presente sobre la yema del dedo medio, inmediatamente el artefacto responde generando una respuesta vibratoria sobre el dorso de la mano, además está acompañada de una respuesta visual a través del destello de un led dispuesto sobre el encapsulado que se encuentra fijo sobre el dorso de la mano, también exista una respuesta sonora a través del buzzer que se encuentra en el encapsulado, el inicio de las secuencias que las personas con pérdida de visión debe memorizar para posteriormente repetir se muestran tras un corto tiempo posterior al encendido del artefacto, las secuencias están representadas por un grupo de estímulos los cuales constan de un sonido, una vibración y un destello de luz, cada grupo de estímulos están ligados a un dedo de la mano, el uso simultaneo de los estímulos visual auditivo y táctil permite un mayor proceso de recordación permitiendo así una asociación y afianzamiento del recuerdo secuencial inherente a la memoria secuencial, la determinación de usar tres tipos de estímulos para el desarrollo del presente artefacto está basada en la asociación múltiple y destinado a personas con pérdida de visión, ya que este concepto es el que maneja la organización mundial de la salud para determinar la pérdida de visión en un grado leve hasta la total pérdida de visión.

Cuando el usuario cometa un error en la secuencia de dificulta progresiva que va presentando el artefacto este responde con una vibración continua sobre el torso de la mano y la reproducción de un sonido desagradable que indica el error y el reinicio de una nueva partida de secuencias, el apagado del artefacto se realiza de manera automática luego de un tiempo de espera sin respuesta alguna.

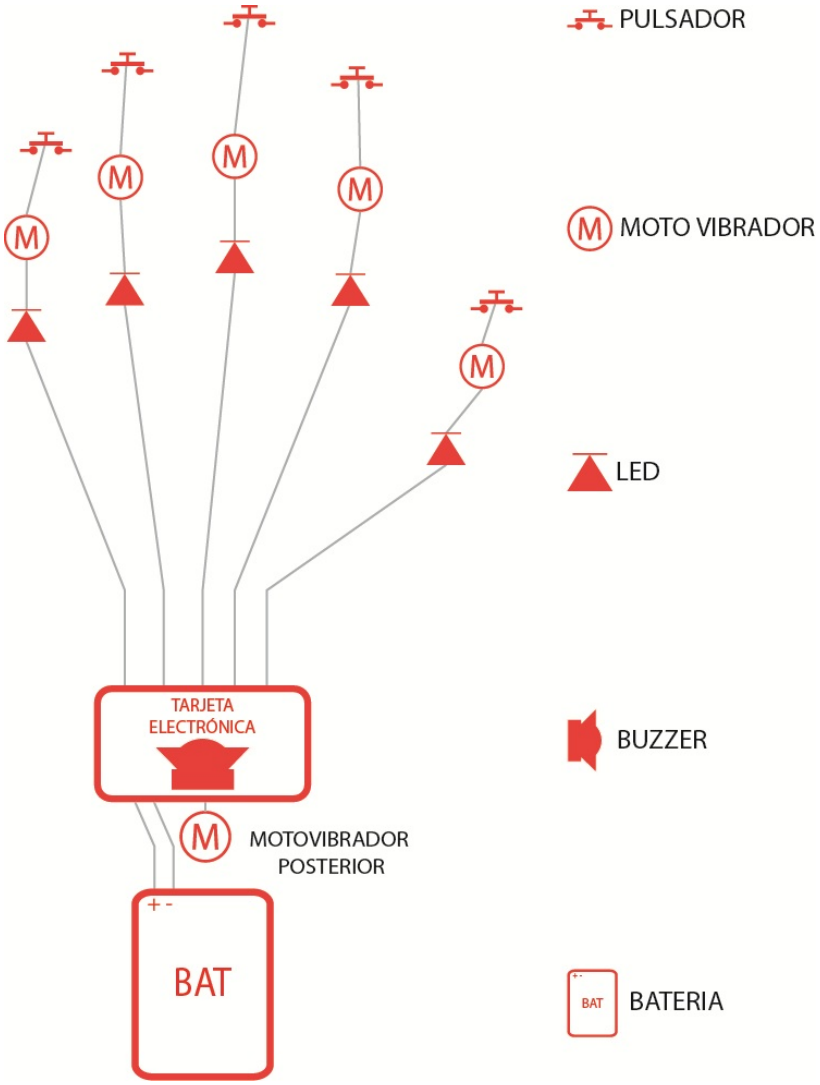
Todo el sistema funciona con una batería de ion litio que presta una autonomía de 6 horas de juego continuo, además se trabaja con un sistema de recarga similar al de los teléfonos móvil que permiten jugar mientras se carga el artefacto lo que también se realiza con un cargador de tipo estándar para teléfonos móviles de gama baja.

Figura 28. Operaciones Y Funciones



10.3 DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA APROXIMADA

Figura 29. Disposición Geométrica Aproximada



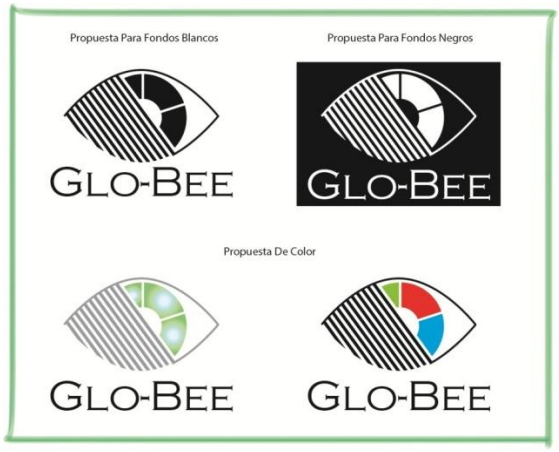
En la figura 30, se muestra la disposición geométrica aproximada del artefacto lúdico implementado para el afianzamiento de la memoria secuencial a través del seguimiento de secuencias evidenciadas a través del uso de estímulos sensoriales representados a través elementos electrónicos que emiten los estímulos necesarios para el desarrollo de la actividad lúdica.

10.4 DIAGRAMACIÓN DE MARCA Y NOMBRE DEL PRODUCTO

La parte gráfica mostrada en la figura 29 corresponde a la simbología que se utiliza mundialmente para identificar a personas con limitación visual, la cual corresponde a la diagramación de un ojo humano cubierto por unas barras inclinadas hacia la izquierda, modificada para el uso como logo del artefacto. Las modificaciones agregadas corresponden a un círculo fraccionado que simula una secuencia de secciones rotativa y progresiva, además que toma las veces de pupila del ojo. El color se determinó por norma internacional para señalización y contrastes.

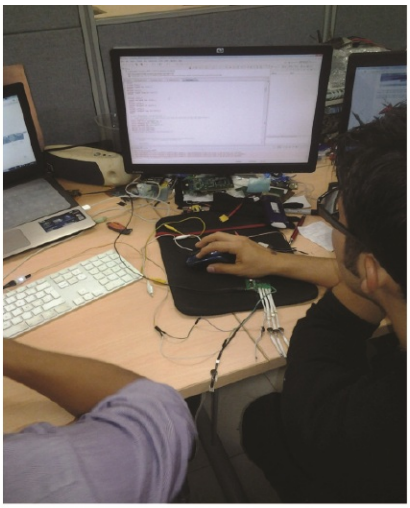
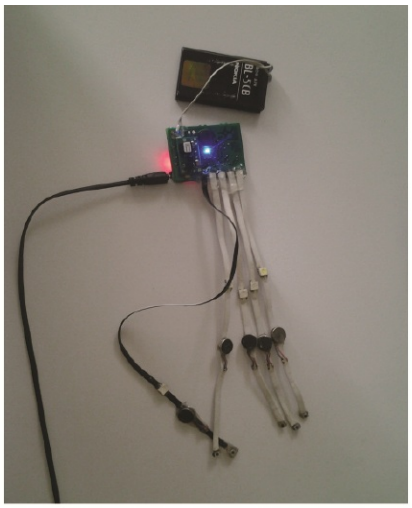
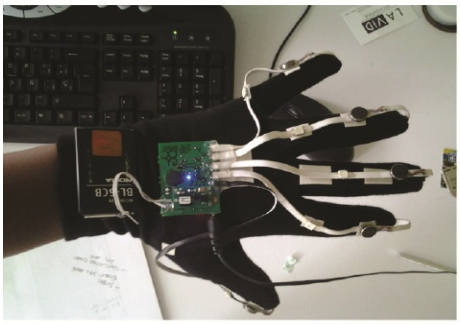
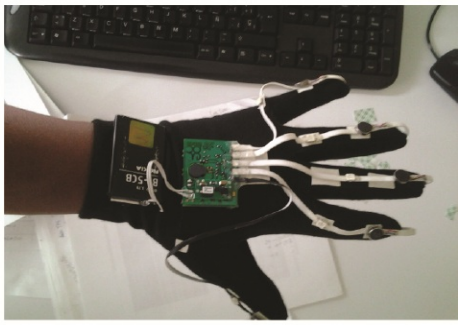
El nombre del producto es *Glo-Bee.* Nace de un juego de palabras que resulta de la traducción de los vocablos anglosajones al español. Se trata en primer lugar de la contracción de la palabra *glove* que significa guante y de la palabra *bee* que significa abeja, para semejar el zumbido que generan al volar dicho insecto y en comparativa del zumbido que producen los moto-vibradores al momento de accionarse, esta conjugación de vocablos permiten identificar el producto como un elemento incluyente y que además identifica a las personas con pérdida de visión. La tipografía está basada en aquella que se utiliza en el *test* de *Snellen,* perteneciente a la prueba diseñada para evaluar la agudeza visual.

Figura 140. Diagramación de marca



10.5 MODELO FUNCIONAL DE PRUEBAS

Figura 151. Imágenes Modelo Funcional De Pruebas

10.6 MODELO FUNCIONAL DEFINITIVO

Figura 32. Imágenes Modelo Funcional Definitivo

11. CONCLUSIONES

En relación a la experiencia de trabajar con personas que tienen pérdida de visión, queda la vivencia de entender y comprender como la pérdida de algún sistema sensorial perceptivo, hace que los demás sentidos se agudicen y suplan en cierto grado la carencia, desarrollando estrategias de acomodación y representación del entorno de maneras únicas en cada persona, este proyecto se presentó de modo que esas estrategias se puedan potencializar mucho más y se acrecienten en aquellas personas que se encuentran en un proceso de rehabilitación, tras la pérdida de la visión. La condición de ausencia de algún sentido sensorial perceptivo no debe ser motivo de discriminación, debe ser el punto concurrente para el desarrollo de una sociedad que a través del diseño universal genere entornos y espacios accesibles en igualdad de condiciones.

El artefacto desarrollado en el presente proyecto fue una idea y un aporte para la inclusión igualitaria de todas las personas con pérdida de visión, en ambientes recreativos, el cual consiste es un sistema que fomenta y potencializa las capacidades del recuerdo secuencial de manera subconsciente, a través de una combinación armónica de estímulos específicos, que recrean y fomentan la actividad en las zonas de almacenamiento del cerebro ligadas a cada sistema sensorial perceptivo, y las cuales tras la práctica continua determinan una capacidad superior para recrear y formar las estrategias necesarias de ubicación y reconocimiento del entorno.

El esparcimiento y la sana competencia son factores esenciales para el desarrollo de todos los seres humanos, el presente proyecto enfoco un desarrollo basado en estas premisas, como ayuda técnica en el proceso de acoplamiento a la ausencia del sentido de la vista, y con éxito se recreó un afianzamiento significativo de la

capacidad del recuerdo secuencial tras el uso repetitivo y constante del artefacto aquí desarrollado.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, J. R., & MATESSA, M. (1997). A production system theory of serial memory. Psychol Rev, 104(4), 728-748. doi: 10.1037/0033-295X.104.4.728

ARDILA, A., MONTANES, P., & GEMPELER, J. (1986). Echoic memory and language perception. Brain Lang, 29(1), 134-140

AVONS, S., WRIGHT, K., & PAMMER, K. (1994). The word-length effect in probed and serial recall. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 47(1), 207-231

AVONS, S. E. (1998). Serial report and item recognition of novel visual patterns. Br J Psychol, 89 (Pt 2), 285-308

BLISS, J., CRANE, H., MANSFIELD, P., & TOWNSEND, J. (1966). Information available In brief tactile presentations. Percept Psychophys, 1(4), 273-283. doi: 10.3758/BF03207391

BOTVINICK, M. M., WANG, J., COWAN, E., ROY, S., BASTIANEN, C., MAYO, J. P., & HOUK, J. C. (2009). An analysis of immediate serial recall performance in a macaque. Anim Cogn, 12(5), 671-678

CARLSON, N. R., HETH, D., MILLER, H., DONAHOE, J., & MARTIN, G. N. (2009). Psychology: the science of behavior: Pearson

CÁTEDRA, O. Y. D. (2003). Manifiesto por un Ocio inclusivo: Bilbao: Instituto de Estudios de Ocio

CLARK, T. (1987). ECHOIC MEMORY EXPLORED AND APPLIED. Journal of Services Marketing, 1(2), 41-48

COLENBRANDER, A. (2002). Visual Standards-: Aspects and Ranges of Vision Loss with Emphasis on Population Surveys: International Council of Ophthalmology

COLTHEART, M. (1980). Iconic memory and visible persistence. Percept Psychophys, 27(3), 183-228. doi: 10.3758/BF03204258

COWAN, N., SAULTS, J. S., ELLIOTT, E. M., & MORENO, M. V. (2002). Deconfounding serial recall. Journal of Memory and Language, 46(1), 153-177

DARWIN, C. J., TURVEY, M. T., & CROWDER, R. G. (1972). An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. Cogn Psychol, 3(2), 255-267.

DELGADO, R. (2007). El diagrama de Pareto. Revista Virtual de la Universidad Católica de Occidente Santa Ana, El Salvador, Centro América, 49, 47-49

DRAE. (2001). Diccionario de la lengua española. Real Academia Española Retrieved November 27, 2013, from http://lema.rae.es/drae/?val=afianzamiento

DUMAZEDIER, J., & i MAICAS, M. P. (1964). Hacia una civilización del ocio: Estela.

EBBINGHAUS, H. (1913). Memory: A Contribution to Experimental Psychology: Teachers College, Columbia University.

ECYT-AR. (2012). La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina. Retrieved 27 de Noviembre, 2013, from http://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Artefacto

Encyclopedia.com. (2001). Absolute Threshold. Encyclopedia.com. Retrieved November 27, 2013, from http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-3406000012.html

FINKENBINDER, E. O. (1913). The Curve of Forgetting. Am J Psychol, 24(1), 8-32. doi: 10.2307/1413271

FOURNET, N., JUPHARD, A., MONNIER, C., & ROULIN, J. L. (2003). Phonological similarity in free and serial recall: The effect of increasing retention intervals. International Journal of Psychology, 38(6), 384-389

GILSON, E. Q., & BADDELEY, A. D. (1969). Tactile short-term memory. Q J Exp Psychol, 21(2), 180-184. doi: 10.1080/14640746908400211

GUMTAU, S. (2012). Crítica del diseño de la interacción háptica en un contexto histórico-¿ Qué sucede hoy con el tacto? la imaginación material, o los diez años de Artnodes

HENSON, R. N. (1998). Short-term memory for serial order: The start-end model. Cogn Psychol, 36(2), 73-137

HESLIN, R. (1974). Steps toward a taxonomy of touching. Trabajo presentado a la Midwestern Psychological Association. Chicago

TIFLOTECNOLOGÍA. O.N.C.E. Disponible en: http://www.once.es/new. Retrieved 5 December, 2013

HUIZINGA, J. (1949). Homo ludens (Vol. 3): Taylor & Francis

LUIS, M. J. (2009). Ergonomía Práctica, Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo. Buenos Aires. Argentina

MACE, R. L. (1998). Universal design in housing. Assistive Technology, 10(1), 21-28

MARAVITA, A. (1997). Implicit processing of somatosensory stimuli disclosed by a perceptual after-effect. Neuroreport, 8(7), 1671-1674

MARIEB, E. N., & HOEHN, K. (2007). Human anatomy and physiology: Pearson Education

MONROY, C. B. (2004). Sistema Constanz: lenguaje del color para ciegos

NAIRNE, J. S. (1992). The Loss of Positional Certainty in Long-Term Memory. Psychol Sci, 3(3), 199-202. doi: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00027.

NEULINGER, J. (1981). The psychology of leisure. The psychology of leisure.(Ed. 2)

NICHOLLS, J. G., MARTIN, A. R., WALLACE, B. G., & FUCHS, P. A. (2001). From neuron to brain (Vol. 271): Sinauer Associates Sunderland, MA

OMS. (2013). Visual impairment and blindness. Retrieved 20 de Noviembre, 2013, from http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html

OPHTHALMOLOGY, I. C. o., & MONBUSHŌ, J. (1978). Abstracts: XXIII International Congress of Ophthalmology, May 14-20, Kyoto International Conference Hall, Kyoto, Japan: Excerpta Medica

PAGE, M., & NORRIS, D. (1998). The primacy model: a new model of immediate serial recall. Psychol Rev, 105(4), 761.

PARMENTIER, F. B., ANDRES, P., ELFORD, G., & JONES, D. M. (2006). Organization of visuo-spatial serial memory: interaction of temporal order with spatial and temporal grouping. Psychol Res, 70(3), 200-217. doi: 10.1007/s00426-004-0212-7

PARMENTIER, F. B., TREMBLAY, S., & JONES, D. M. (2004). Exploring the suffix effect in serial visuospatial short-term memory. Psychon Bull Rev, 11(2), 289-295
Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. Infancia y Aprendizaje, 2, 13-54.

POIRIER, M., & SAINT-AUBIN, J. (1995). Memory for related and unrelated words: Further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48(2), 384-404

RAZ, N., STRIEM, E., PUNDAK, G., ORLOV, T., & ZOHARY, E. (2007). Superior serial memory in the blind: a case of cognitive compensatory adjustment. Curr Biol, 17(13), 1129-1133. doi: 10.1016/j.cub.2007.05.060

RIVIÈRE, Á., & MARTOS, J. (1998). Tratamiento del autismo. Nuevas perspectivas

ROBLES-DE-LA-TORRE, G. (Producer). (2010). International Society for Haptics: Haptic technology, an animated explanation. Isfh. org.

SCHACTER, D. (1987). Implicit Memory: History and Current Status. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 13(3), 501-518. doi: citeulike-article-id:6544745

SHIH, R., DUBROWSKI, A., & CARNAHAN, H. (2009). Evidence for haptic memory. Paper presented at the EuroHaptics conference, 2009 and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. World Haptics 2009. Third Joint

STERNBERG, S. (1966). High-speed scanning in human memory. Science, 153(3736), 652-654.

STERNBERG, S. (1969). Memory-scanning: mental processes revealed by reaction-time experiments. Am Sci, 57(4), 421-457

STORY, M. F. (1998). Maximizing usability: the principles of universal design. Assistive Technology, 10(1), 4-12

SUN, Y.-G., ZHAO, Z.-Q., MENG, X.-L., YIN, J., LIU, X.-Y., & CHEN, Z.-F. (2009). Cellular basis of itch sensation. Science, 325(5947), 1531-1534

THINUS-BLANC, C., & GAUNET, F. (1997). Representation of space in blind persons: vision as a spatial sense? Psychol Bull, 121(1), 20-42

TOBOSO-MARTÍN, M., & ROGERO-GARCÍA, J. (2012). «Diseño para todos» en la investigación social sobre personas con discapacidad. Revista Española de Investigaciones Sociológicas, 140(1), 163-172

TOWNSEND, J. T., & FIFIC, M. (2004). Parallel versus serial processing and individual differences in high-speed search in human memory. Percept Psychophys, 66(6), 953-962

ULRICH, K., & EPPINGER, S. D. (1995). Product design and development: McGraw-Hill/Irwin.

VARLEY, J. (1978). The persistence of vision: Dial Press/J. Wade

VYGOTSKY, L. S., KOZULIN, A., & ABADÍA, J. P. T. (1995). Pensamiento y lenguaje: Paidós Barcelona

WANG, L., CHEN, T., ZENG, S., & QU, H. (2013). Quality by Design Study of the Direct Analysis in Real Time Mass Spectrometry Response. J Am Soc Mass Spectrom. doi: 10.1007/s13361-013-0779-6

WGBH. (2001). Sensation and Perception. Retrieved November 27, 2013, from http://www.learner.org/series/discoveringpsychology/07/e07glossary.html

ANEXOS

ANEXO A. MODELO ENCUESTA DE NECESIDADES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

Fecha: _____ Lugar: _____

Nombre usuario: _____ Teléfono: _____

Ocupación: _____

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander estoy recolectando información para desarrollar un *Artefacto lúdico para estimular y afianzar la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, diseño y construcción*. Agradezco su amable atención al responder las siguientes preguntas.

1. ¿Qué hace en sus espacios de tiempo libre?

_____

2. ¿Utiliza algún juego o dispositivos que funcione electrónicamente y que dificultades encuentra?

_____

_____

_____

3. ¿Cuáles son los sentidos más representativos para usted percibir y crear una imagen mental de su entorno?

_____

_____

4. ¿Qué estrategias utiliza para construir e identificar su entorno diario? (ejemplo orden de ubicación, texturas, olores, sabores, sonidos)

_____

_____

_____

5. ¿Conoce sistemas que le permitan guiarse en su entorno a través de estímulos a los sentidos?

_____

_____

_____

Entrevistador:

_____

ANEXO B. Modelo test de usabilidad

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

Fecha: _____ Lugar: _____

Nombre usuario: _____ Teléfono: _____

Ocupación: _____

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander estoy recolectando información para desarrollar un *Artefacto lúdico para estimular y afianzar la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, diseño y construcción.* Agradezco su amable atención al desarrollar las siguientes tareas con el artefacto, recuerde el objeto de evaluación es el artefacto en ningún momento vamos a calificar sus capacidades. Sus observaciones serán un punto importante para las mejoras y desarrollo del producto.

Tarea	Escala De Medición				Orden De Realización
	Muy Fácil	Fácil	Difícil	Imposible	
Reconocer la posición de uso.					
Identificar los elementos de control o botones.					
Identificar el control encendido					
Reconocer como iniciar las secuencias.					
Reconocer la dinámica de las secuencias.					

Tarea	Escala De Medición				Orden De Realización
	Muy Fácil	Fácil	Difícil	Imposible	
Identificar el punto de conexión para el cargador en el artefacto.					

De la experiencia preliminar por favor, califique como agradable o desagradable la interacción y uso que tuvo según crea relevante a partir de las tareas y el artefacto anteriormente presentado.

Observaciones:_____

_____

_____

ANEXO C. Método de validación

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

Fecha Inicio: _____ Fecha Finalización: _____

Nombre usuario: _____ Teléfono: _____

Ocupación: _____

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander estoy recolectando información para desarrollar un un *Artefacto lúdico para estimular y afianzar la memoria secuencial en personas con pérdida de visión, diseño y construcción*. Agradezco su amable atención al desarrollar las siguientes tareas.

Número de Secuencias	Número de Elementos de la Secuencia Recordados
SEC # 1	
SEC # 2	
SEC # 3	
SEC # 4	
SEC # 5	
SEC # 6	
SEC # 7	
SEC # 8	
SEC # 9	
SEC # 10	

Número de Secuencias	Número de Elementos de la Secuencia Recordados
SEC # 11	
SEC # 12	
SEC # 13	
SEC # 14	
SEC # 15	

Diseño de la tabla de conteo de datos

La siguiente tabla representa todo los datos necesarios determinados en el ítem de tareas a realizar con estos elementos poder desarrollar el diagrama de Pareto inicial y final, además de un monitoreo diario.

Número de Secuencias	Número de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	Línea Definición 80-20
SEC # 1					80%
SEC # 2					80%
SEC # 3					80%
SEC # 4					80%
SEC # 5					80%
SEC # 6					80%
SEC # 7					80%
SEC # 8					80%
SEC # 9					80%
SEC # 10					80%
SEC # 11					80%
SEC # 12					80%
SEC # 13					80%
SEC # 14					80%
SEC # 15					80%

ANEXO D. Resultados validación tablas y graficas diarias por usuario

Nombre: Lady Cecilia Flores

Categorización de la pérdida de la visión: Pérdida Total

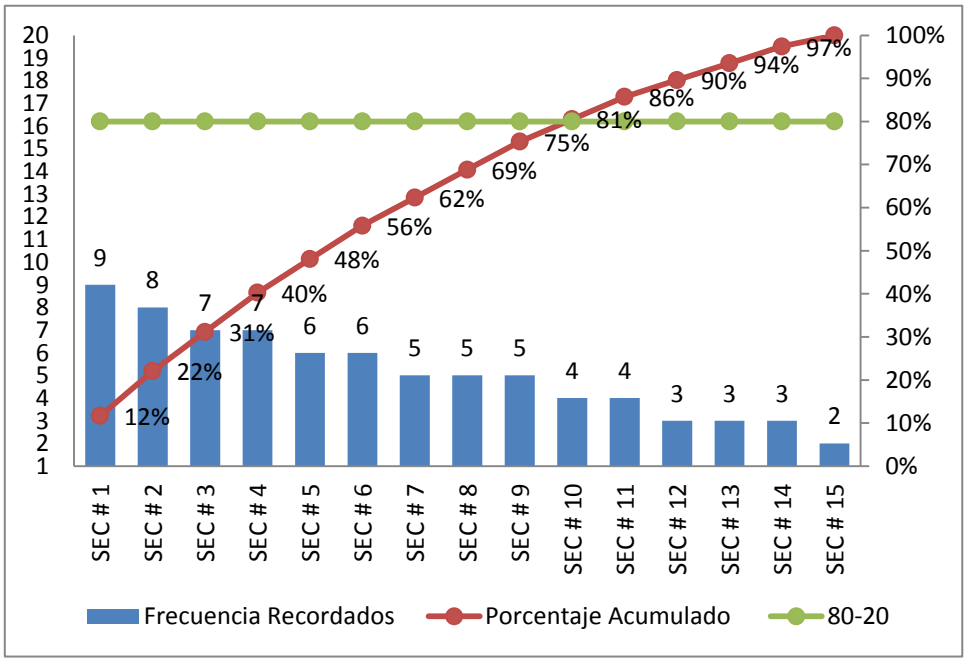
Profesión: Estudiante

Edad: 22años

I.D. de Usuario: 02

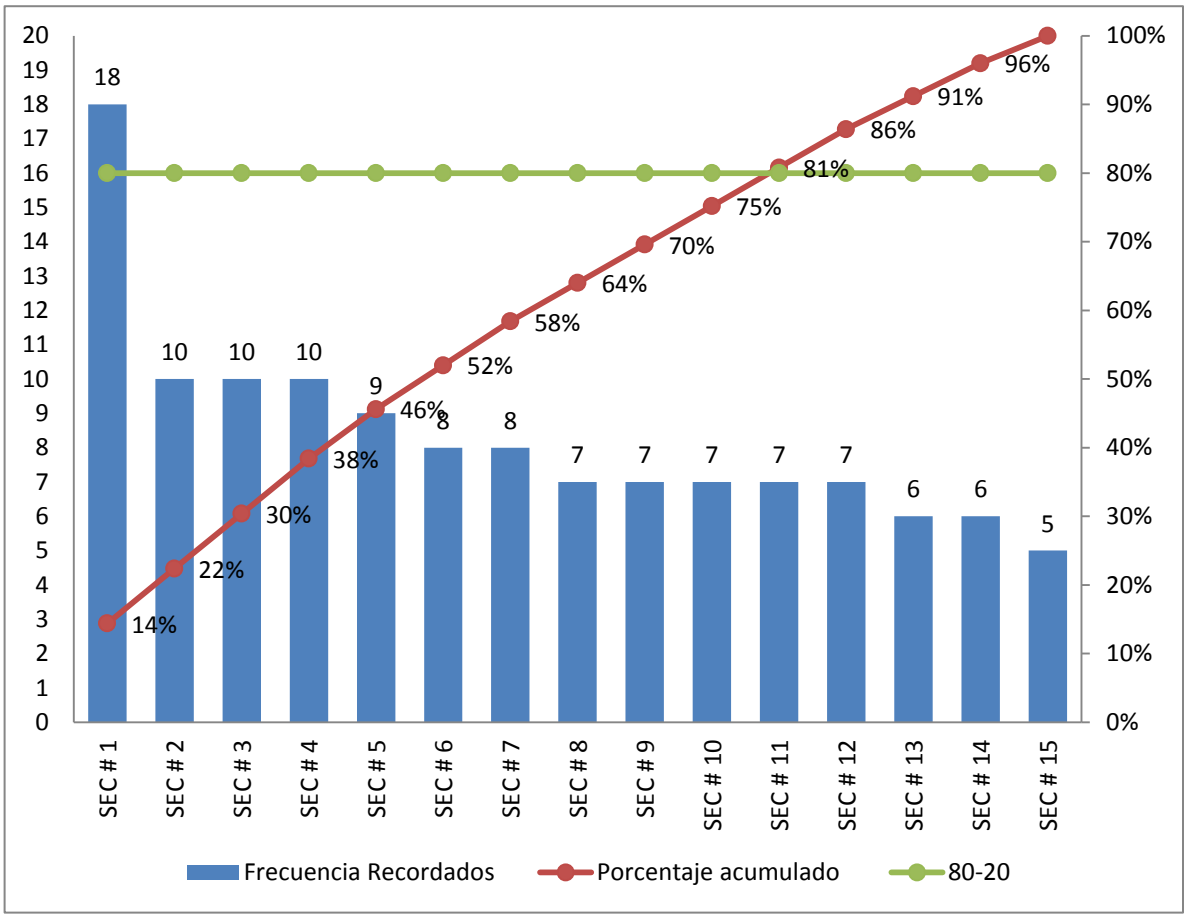
Datos y Grafica Día 1

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia Acumulado	Porcentaje Acumulado	80-20
SEC # 1	3	9	9	12%	80%
SEC # 2	3	8	17	22%	80%
SEC # 3	6	7	24	31%	80%
SEC # 4	5	7	31	40%	80%
SEC # 5	4	6	37	48%	80%
SEC # 6	5	6	43	56%	80%
SEC # 7	9	5	48	62%	80%
SEC # 8	6	5	53	69%	80%
SEC # 9	4	5	58	75%	80%
SEC # 10	7	4	62	81%	80%
SEC # 11	2	4	66	86%	80%
SEC # 12	5	3	69	90%	80%
SEC # 13	3	3	72	94%	80%
SEC # 14	8	3	75	97%	80%
SEC # 15	7	2	77	100%	80%



Datos y Grafica Día 9

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	10	18	18	14%	80%
SEC # 2	9	10	28	22%	80%
SEC # 3	6	10	38	30%	80%
SEC # 4	5	10	48	38%	80%
SEC # 5	8	9	57	46%	80%
SEC # 6	7	8	65	52%	80%
SEC # 7	10	8	73	58%	80%
SEC # 8	18	7	80	64%	80%
SEC # 9	7	7	87	70%	80%
SEC # 10	10	7	94	75%	80%
SEC # 11	7	7	101	81%	80%
SEC # 12	6	7	108	86%	80%
SEC # 13	8	6	114	91%	80%
SEC # 14	7	6	120	96%	80%
SEC # 15	7	5	125	100%	80%



Nombre: Julia Darío Rodríguez

Categorización de la pérdida de la visión: Pérdida Total

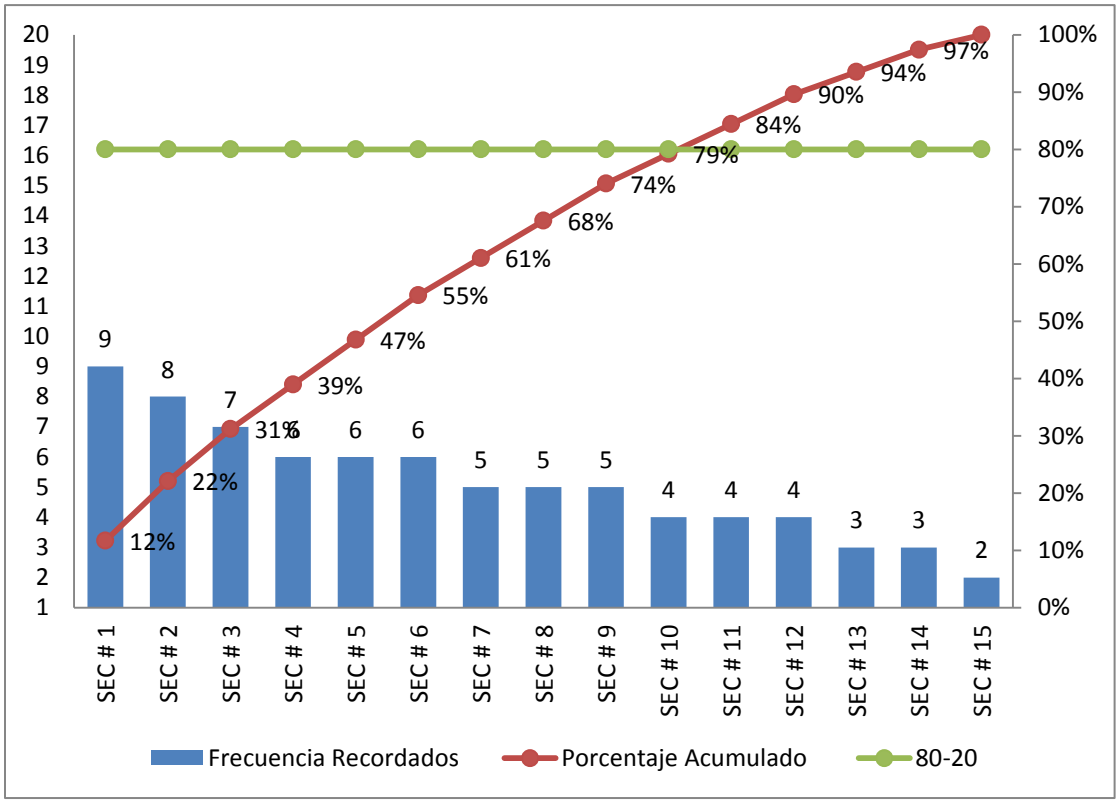
Profesión: Masajista

Edad: 29 años

I.D. de Usuario: 01

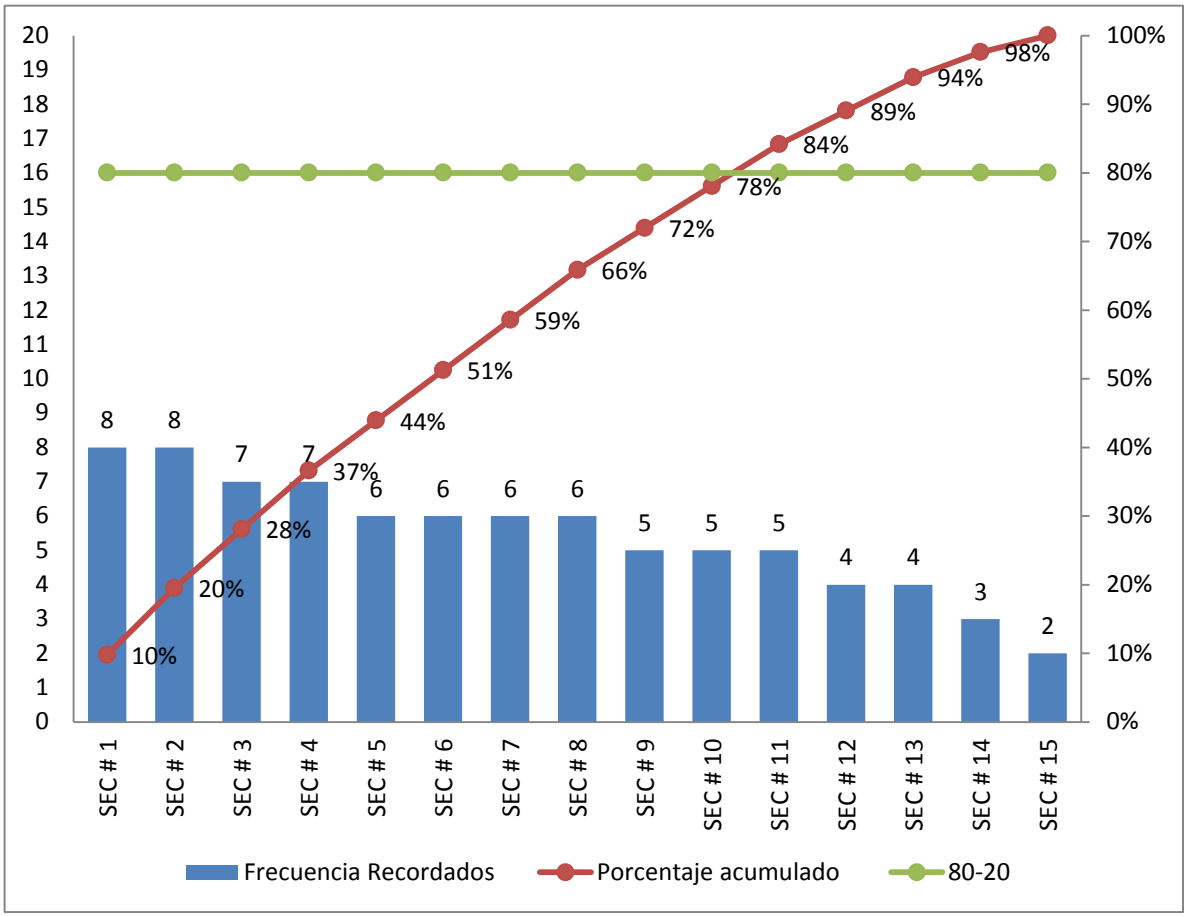
Datos y Grafica Día 1

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia Acumulado	Porcentaje Acumulado	80-20
SEC # 1	3	9	9	12%	80%
SEC # 2	4	8	17	22%	80%
SEC # 3	4	7	24	31%	80%
SEC # 4	4	6	30	39%	80%
SEC # 5	5	6	36	47%	80%
SEC # 6	6	6	42	55%	80%
SEC # 7	8	5	47	61%	80%
SEC # 8	6	5	52	68%	80%
SEC # 9	5	5	57	74%	80%
SEC # 10	9	4	61	79%	80%
SEC # 11	2	4	65	84%	80%
SEC # 12	7	4	69	90%	80%
SEC # 13	5	3	72	94%	80%
SEC # 14	3	3	75	97%	80%
SEC # 15	6	2	77	100%	80%



Datos y Grafica Día 9

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	7	8	8	10%	80%
SEC # 2	6	8	16	20%	80%
SEC # 3	4	7	23	28%	80%
SEC # 4	6	7	30	37%	80%
SEC # 5	5	6	36	44%	80%
SEC # 6	7	6	42	51%	80%
SEC # 7	6	6	48	59%	80%
SEC # 8	3	6	54	66%	80%
SEC # 9	5	5	59	72%	80%
SEC # 10	4	5	64	78%	80%
SEC # 11	8	5	69	84%	80%
SEC # 12	6	4	73	89%	80%
SEC # 13	2	4	77	94%	80%
SEC # 14	5	3	80	98%	80%
SEC # 15	8	2	82	100%	80%



Nombre: Juan David Pérez Quintero

Categorización de la pérdida de la visión: Pérdida Total

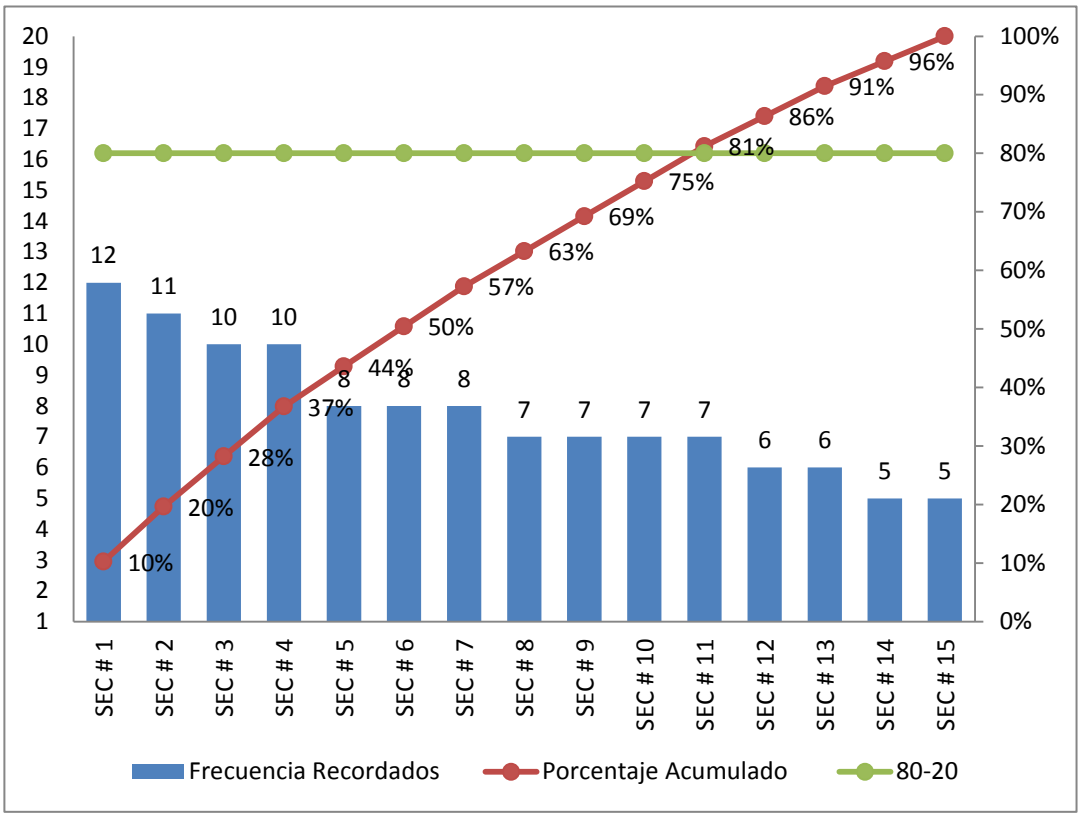
Profesión: Estudiante

Edad: 18 años

I.D. de Usuario: 03

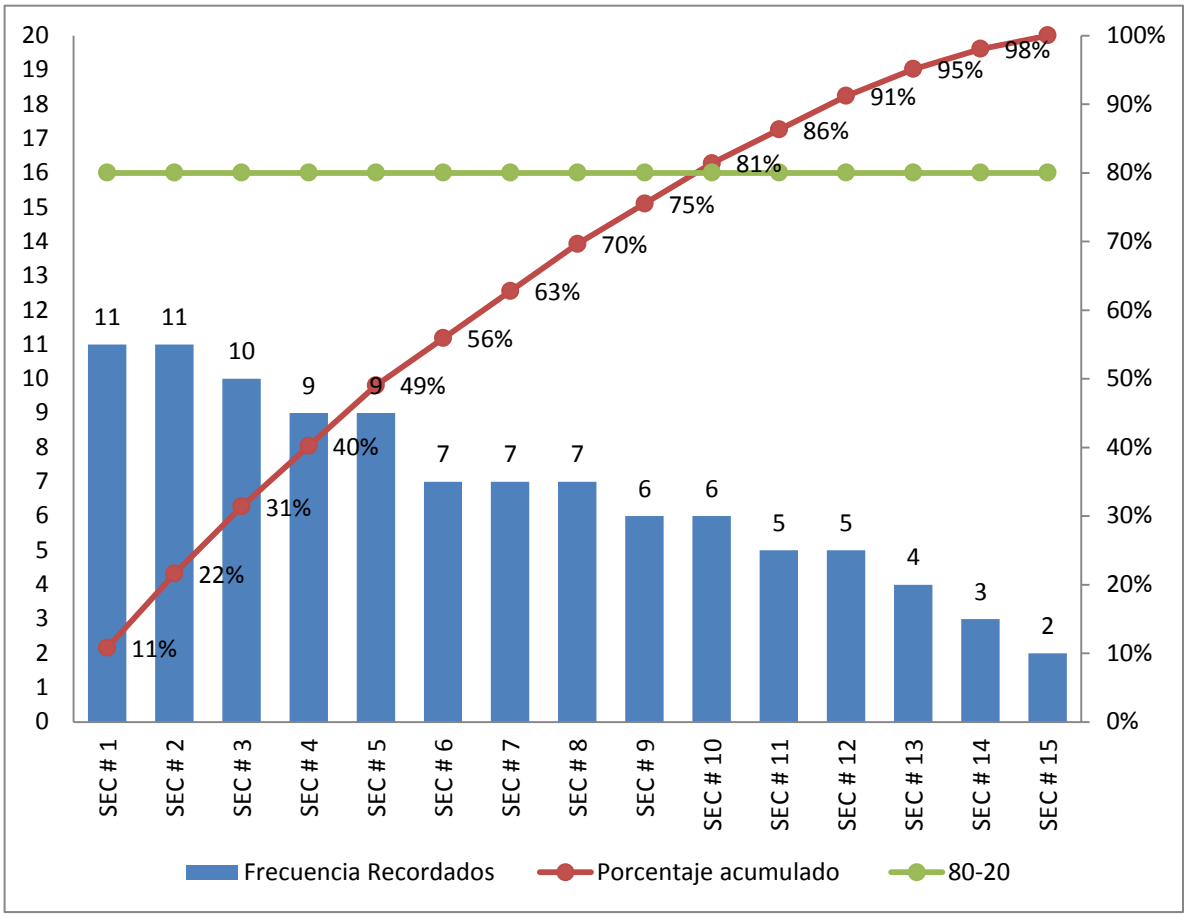
Datos y Grafica Día 1

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia Acumulado	Porcentaje Acumulado	80-20
SEC # 1	8	12	12	10%	80%
SEC # 2	12	11	23	20%	80%
SEC # 3	7	10	33	28%	80%
SEC # 4	5	10	43	37%	80%
SEC # 5	6	8	51	44%	80%
SEC # 6	10	8	59	50%	80%
SEC # 7	11	8	67	57%	80%
SEC # 8	6	7	74	63%	80%
SEC # 9	8	7	81	69%	80%
SEC # 10	7	7	88	75%	80%
SEC # 11	10	7	95	81%	80%
SEC # 12	7	6	101	86%	80%
SEC # 13	5	6	107	91%	80%
SEC # 14	7	5	112	96%	80%
SEC # 15	8	5	117	100%	80%



Datos y Grafica Día 9

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	9	11	11	11%	80%
SEC # 2	5	11	22	22%	80%
SEC # 3	6	10	32	31%	80%
SEC # 4	11	9	41	40%	80%
SEC # 5	9	9	50	49%	80%
SEC # 6	5	7	57	56%	80%
SEC # 7	2	7	64	63%	80%
SEC # 8	11	7	71	70%	80%
SEC # 9	7	6	77	75%	80%
SEC # 10	10	6	83	81%	80%
SEC # 11	6	5	88	86%	80%
SEC # 12	7	5	93	91%	80%
SEC # 13	3	4	97	95%	80%
SEC # 14	7	3	100	98%	80%
SEC # 15	4	2	102	100%	80%



Nombre: Juan Carlos Villalobos

Categorización de la pérdida de la visión: Pérdida Total

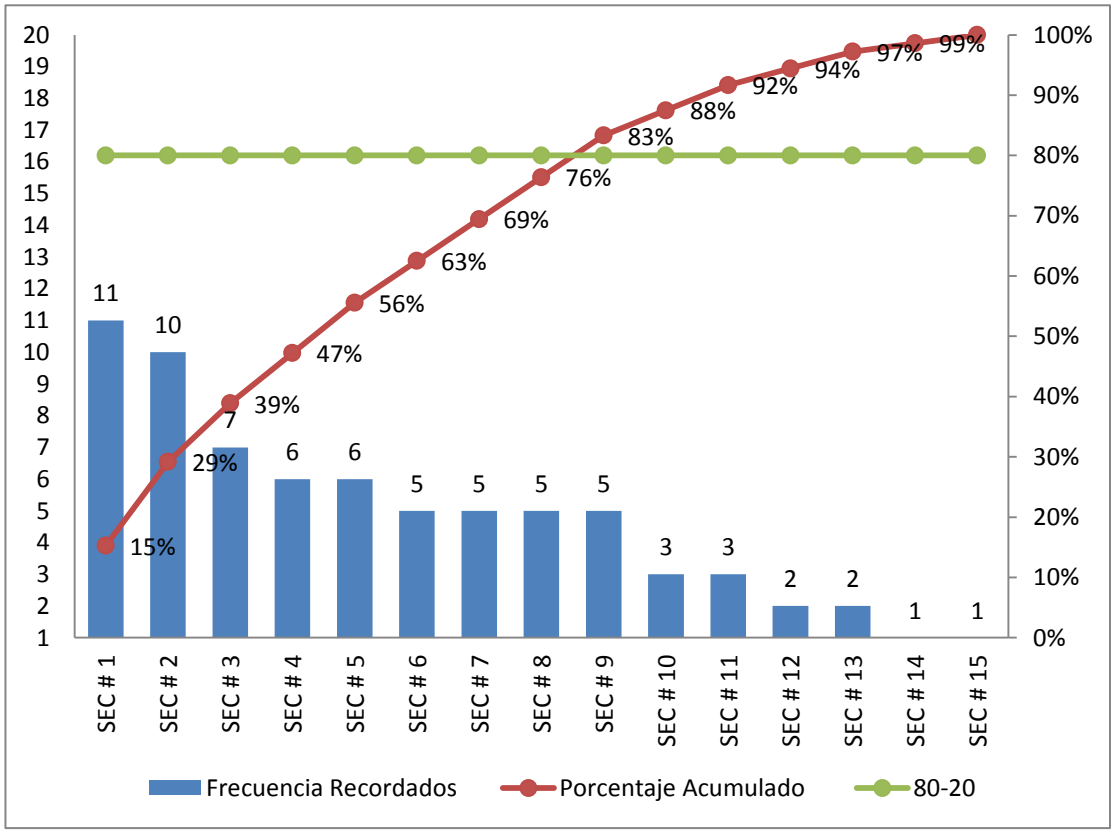
Profesión:

Edad: 54

I.D. de Usuario: 05

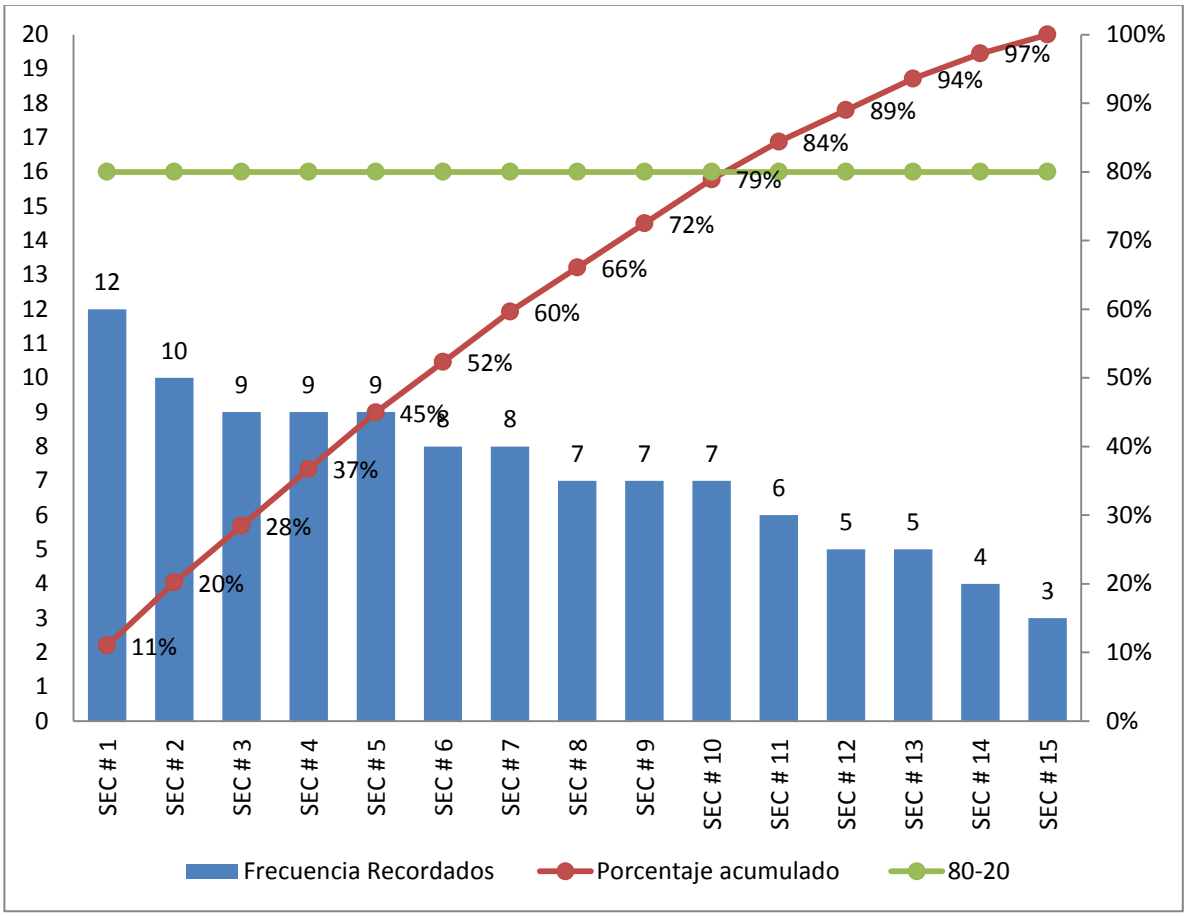
Datos y Grafica Día 1

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia Acumulado	Porcentaje Acumulado	80-20
SEC # 1	6	11	11	15%	80%
SEC # 2	5	10	21	29%	80%
SEC # 3	5	7	28	39%	80%
SEC # 4	11	6	34	47%	80%
SEC # 5	3	6	40	56%	80%
SEC # 6	2	5	45	63%	80%
SEC # 7	1	5	50	69%	80%
SEC # 8	1	5	55	76%	80%
SEC # 9	3	5	60	83%	80%
SEC # 10	5	3	63	88%	80%
SEC # 11	2	3	66	92%	80%
SEC # 12	5	2	68	94%	80%
SEC # 13	10	2	70	97%	80%
SEC # 14	7	1	71	99%	80%
SEC # 15	6	1	72	100%	80%



Datos y Grafica Día 9

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	4	12	12	11%	80%
SEC # 2	8	10	22	20%	80%
SEC # 3	7	9	31	28%	80%
SEC # 4	3	9	40	37%	80%
SEC # 5	5	9	49	45%	80%
SEC # 6	6	8	57	52%	80%
SEC # 7	12	8	65	60%	80%
SEC # 8	9	7	72	66%	80%
SEC # 9	7	7	79	72%	80%
SEC # 10	5	7	86	79%	80%
SEC # 11	9	6	92	84%	80%
SEC # 12	10	5	97	89%	80%
SEC # 13	7	5	102	94%	80%
SEC # 14	8	4	106	97%	80%
SEC # 15	9	3	109	100%	80%



Nombre: Héctor Osorio Fonseca

Categorización de la pérdida de la visión: Pérdida Moderada

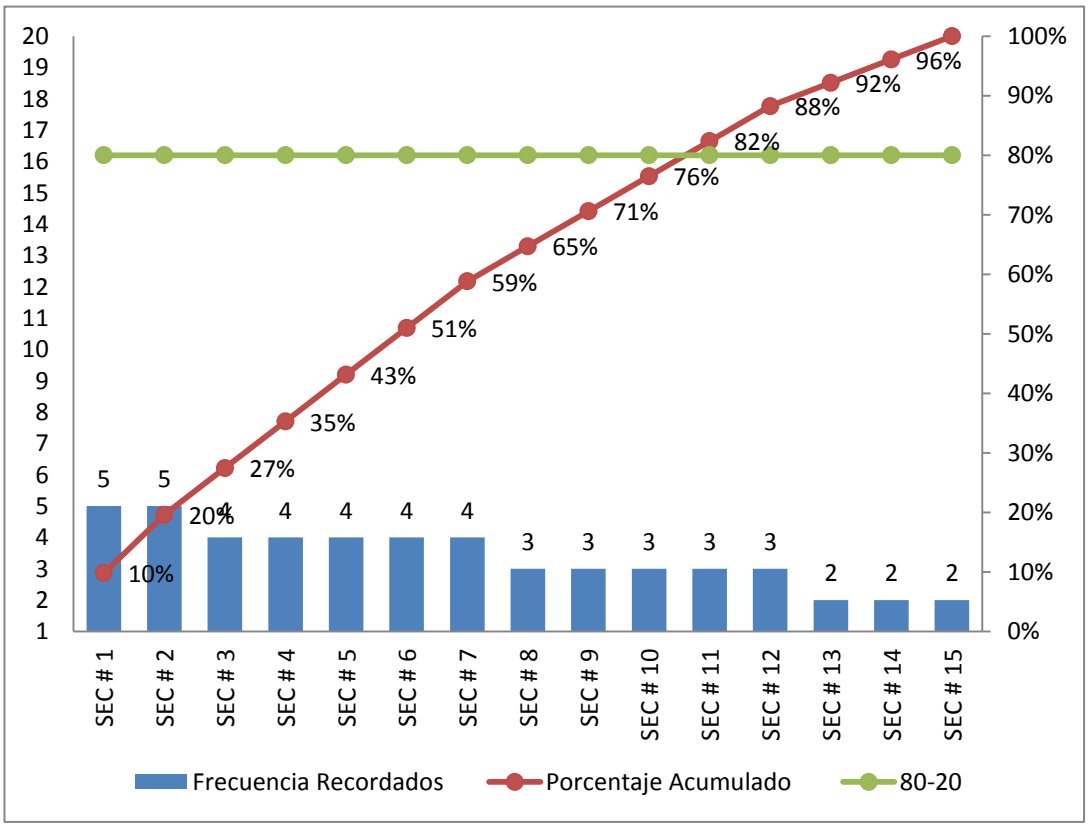
Profesión: Nadador Profesional

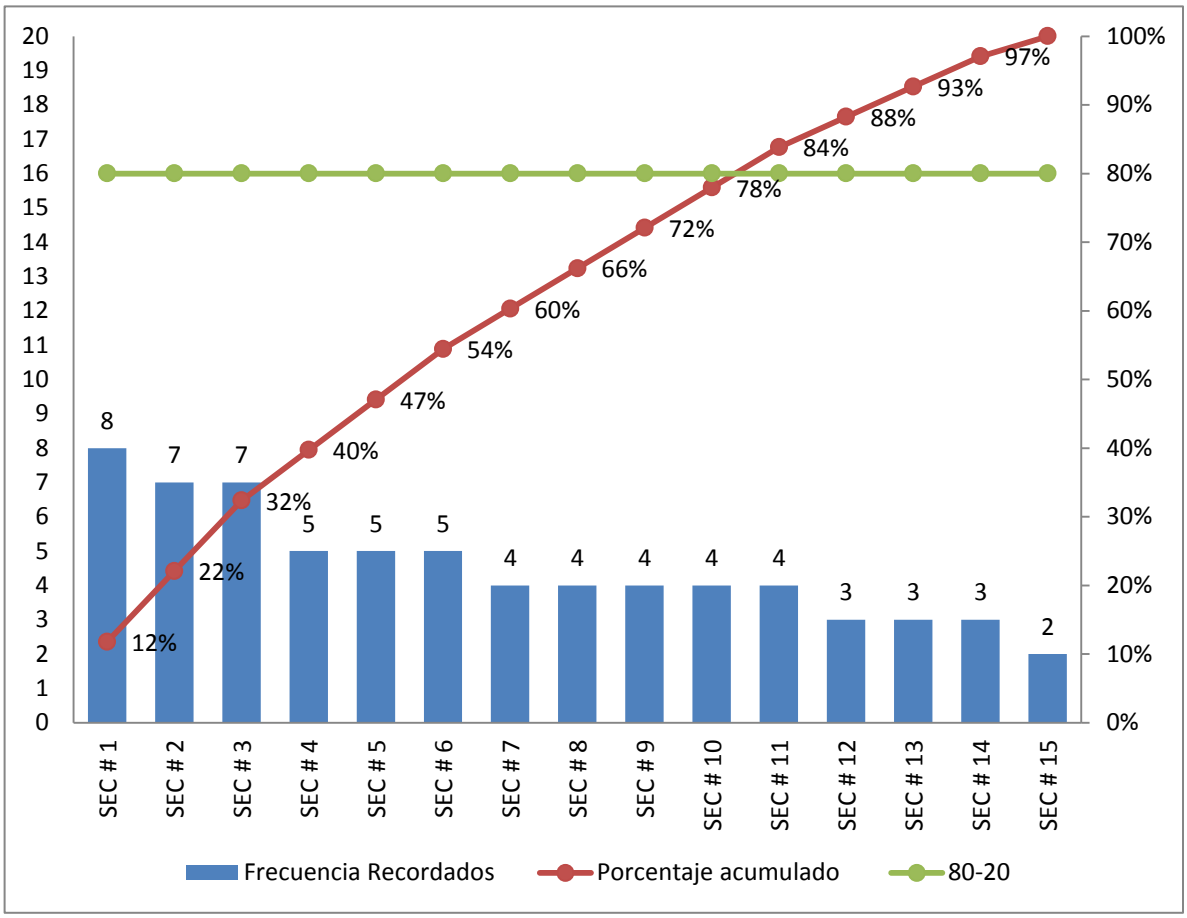
Edad: 29

I.D. de Usuario: 04

Datos y Grafica Día 1

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia Acumulado	Porcentaje Acumulado	80-20
SEC # 1	3	5	5	10%	80%
SEC # 2	2	5	10	20%	80%
SEC # 3	2	4	14	27%	80%
SEC # 4	4	4	18	35%	80%
SEC # 5	2	4	22	43%	80%
SEC # 6	3	4	26	51%	80%
SEC # 7	4	4	30	59%	80%
SEC # 8	3	3	33	65%	80%
SEC # 9	4	3	36	71%	80%
SEC # 10	3	3	39	76%	80%
SEC # 11	3	3	42	82%	80%
SEC # 12	5	3	45	88%	80%
SEC # 13	4	2	47	92%	80%
SEC # 14	5	2	49	96%	80%
SEC # 15	4	2	51	100%	80%



Datos y Grafica Día 9

Número de Secuencias	Numero de Elementos Recordados	Frecuencia Recordados	Frecuencia acumulado	Porcentaje acumulado	80-20
SEC # 1	4	8	8	12%	80%
SEC # 2	4	7	15	22%	80%
SEC # 3	5	7	22	32%	80%
SEC # 4	5	5	27	40%	80%
SEC # 5	7	5	32	47%	80%
SEC # 6	4	5	37	54%	80%
SEC # 7	3	4	41	60%	80%
SEC # 8	7	4	45	66%	80%
SEC # 9	8	4	49	72%	80%
SEC # 10	4	4	53	78%	80%
SEC # 11	3	4	57	84%	80%
SEC # 12	5	3	60	88%	80%
SEC # 13	2	3	63	93%	80%
SEC # 14	4	3	66	97%	80%
SEC # 15	3	2	68	100%	80%