



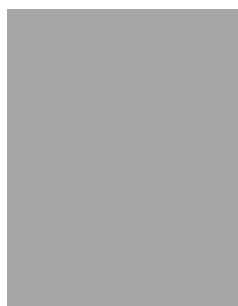
IS
Di INSTITUTO
SUPERIOR
DE DISEÑO
UNIVERSIDAD
DE LA HABANA

Requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo

Tesis presentada en opción al grado científico
de Doctor en Ciencias Técnicas

MSc. Milvia Pérez Pérez

La Habana, Cuba
2022





Requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo

Tesis presentada en opción al grado científico
de Doctor en Ciencias Técnicas

Autor

MSc. Milvia Pérez Pérez

Tutor

Dr.C. Miguel Ángel Álvarez González

La Habana, Cuba
2022

*A mi esposo, por su entrega y sostén.
A mi hija y mis padres, por su apoyo y cariño.
A mis amigos, los que han sabido estar siempre ahí.
A mi familia toda, pilar de cada uno de mis éxitos.
Al Diseño cubano, nuestra razón.*

AGRADECIMIENTOS

A todos y cada uno de los que han hecho posible que hoy estemos aquí.

Al Instituto Superior de Diseño, que me ha permitido crecer como profesional. A todos sus directivos y trabajadores por su apoyo incuestionable.

Al Instituto de Neurología y Neurocirugía, por su significativa colaboración en el desarrollo del proyecto.

A todos los doctores sin los que no habría sido posible.

A mi tutor Dr.C. Miguel Ángel Álvarez, por su guía constante y sus enseñanzas invaluable.

SÍNTESIS

Cuba enfrenta un envejecimiento demográfico que condiciona la tarea prioritaria de diversificar las investigaciones multidisciplinarias relacionadas con la tercera edad. La presente investigación aborda el problema del uso de las interfaces de usuario en el adulto mayor cubano y es parte del proyecto: Regularidades psicofisiológicas para el diseño de interfaces de usuario para poblaciones vulnerables, desarrollado por el Instituto Superior de Diseño de la Universidad de la Habana, en colaboración con el Instituto de Neurología y Neurocirugía.

El declinar cognitivo asociado a la edad y a enfermedades propias del envejecimiento puede producir déficits cognitivos y motores que comprometen la interacción en el uso de los dispositivos con interfaces de usuario, resultantes de la evolución de las plataformas tecnológicas e imprescindibles en la vida cotidiana. Para favorecer las relaciones de uso entre sujetos e interfaces, su diseño debe estar sustentado en adecuaciones ergonómicas cognitivas, basadas en el conocimiento de las capacidades y limitaciones de los usuarios.

Los estudios ergonómicos para dispositivos con interfaces de usuario se orientan tradicionalmente a personas menores de 60 años y sus recomendaciones cualitativas generales no aportan datos concluyentes que permitan definir requisitos ergonómicos verificables, que favorecería estandarizar el diseño de interfaces orientadas a los adultos mayores.

Para la investigación se definió un paradigma teórico de diseño inclusivo, dirigido a poblaciones de la tercera edad con autonomía y validismo, cuya inclusión social se vería favorecida con la introducción de requisitos ergonómicos cognitivos específicos para esta población en el diseño de dispositivos con interfaces de usuario. Se desarrolló un procedimiento que permitió la organización conceptual de los estudios desarrollados y la creación de dos prototipos para la evaluación de los sujetos, a partir de la identificación de los procesos cognitivos básicos que se expresan en el uso de las variables de diseño presentes en las interfaces, que facilitarán mejores adecuaciones ergonómicas para estos sujetos.

Los resultados aportaron las regularidades que permitieron determinar el primer conjunto de requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse en el diseño de interfaces de usuario para el adulto mayor cubano con autonomía y validismo, que podrían favorecer su envejecimiento activo e inclusivo dentro de la sociedad.

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I. REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN LA DETERMINACIÓN DE REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO. | 8 |
| 1.1 Ergonomía. | 9 |
| Ergonomía cognitiva. | 9 |
| 1.1 Interfaz de usuario. | 10 |
| 1.2.1 Tipologías de interfaces de usuario. | 11 |
| 1.3 Diseño de interfaces de usuario. | 12 |
| 1.3.1 Variables de diseño en las interfaces de usuario. | 12 |
| 1.3.1.1 Color y contraste. | 12 |
| 1.3.1.2 Configuración y dimensión. | 13 |
| 1.3.1.3 Ubicación y proximidad. | 13 |
| 1.3.1.4 Sonido. | 13 |
| 1.4 Usabilidad de las interfaces de usuario. | 13 |
| 1.4.1 Aceptabilidad en el uso de las interfaces de usuario. | 14 |
| 1.4.2 Preferencia a las cualidades de los productos. | 15 |
| 1.5 El paradigma del diseño inclusivo. | 15 |
| 1.6 Adultos mayores con autonomía y validismo. | 18 |
| 1.6.1 Adultos mayores sanos. | 18 |
| 1.6.2 Adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores. | 19 |
| 1.7 Procesos cognitivos básicos para el diseño de las interfaces de usuario. | 20 |
| 1.7.1 Velocidad de procesamiento de la información. | 21 |
| 1.7.2 Memoria operativa visoespacial. | 2 |
| 1.7.2.1 Memoria operativa de íconos abstractos. | 21 |
| 1.7.2.2 Memoria operativa espacial. | 21 |
| 1.7.3 Memoria operativa visual asociativa. | 22 |
| 1.7.4 Coordinación óculo motriz de precisión. | 22 |
| 1.7.5 Atención alterna. | 22 |
| 1.7.6 Interacción de modalidades sensoriales diferentes. | 23 |
| 1.8 Adecuación ergonómica. | 23 |
| 1.8.1 Requisitos ergonómicos para el diseño de interfaces de usuario. | 23 |
| 1.9 Conclusiones del Capítulo I. | 25 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO. | 27 |
| 2.1 Desarrollo de los estudios realizados en la investigación. | 29 |
| 2.2.1 Consideraciones sobre el tipo de muestreo utilizado en la investigación. | 29 |
| 2.2.2 Estudio de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 31 |
| 2.2.3 Estudio de preferencia a las cualidades de los estímulos de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 34 |
| 2.2.4 Estudios de procesos cognitivos básicos para el uso de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 37 |
| 2.2.4.1 Estudios de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores de Nivel 1. | 37 |
| 2.2.4.2 Estudios de la memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2. | 42 |
| 2.2.5 Estudio de la coordinación óculo motriz de precisión en el uso de un prototipo simulador de interfaz de control por adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2. | 45 |
| 2.2.6 Estudio de la atención alterna en el uso de un prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario por adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2. | 51 |
| 2.2 Conclusiones del Capítulo II. | 56 |
| | |
| CAPÍTULO III. REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS DETERMINADOS PARA CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE INTERFACES USUARIO ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO. | 57 |
| 3.1 Resultados del estudio de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 57 |
| 3.1.1 Regularidades del estudio. | 60 |
| 3.2 Resultados del estudio de preferencia a las cualidades de los estímulos de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 60 |
| 3.2.1 Regularidades del estudio. | 63 |
| 3.3 Resultados del estudio de procesos cognitivos básicos para el uso de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 63 |
| 3.3.1 Resultados del estudio de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria visual asociativa en adultos mayores de Nivel 1. | 64 |
| 3.3.1.1 Regularidades del estudio. | 67 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.2 Resultados de los estudios de la memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2. | 67 |
| 3.3.2.1 Regularidades del estudio. | 69 |
| 3.4 Resultados del estudio de coordinación óculo motriz de precisión en el uso de un prototipo simulador de interfaz de control por adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2. | 70 |
| 3.4.1 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a la configuración de los controles. | 70 |
| 3.4.2 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a la dimensión de los controles. | 71 |
| 3.4.3 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a la proximidad entre los controles. | 71 |
| 3.4.4 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a los colores de los controles en contraste con el fondo de color Negro. | 72 |
| 3.4.5 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a los colores de los controles en contraste sobre fondo de color Blanco. | 74 |
| 3.4.6 Regularidades del estudio. | 75 |
| 3.5 Resultados del estudio de la atención alterna en el uso de un prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario por adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2. | 75 |
| 3.5.1 Resultados de la comparación entre exposición de estímulos a tiempo fijo y a tiempo aleatorio. | 76 |
| 3.5.2 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción para el total de los estímulos. | 76 |
| 3.5.3 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción de iguales estímulos visuales simples y combinados con estímulos auditivos. | 76 |
| 3.5.4 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción a la ubicación de los estímulos visuales en la pantalla. | 78 |
| 3.5.5 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción de iguales estímulos visuales en contraste sobre el fondo de color Negro y en contraste sobre fondo de color Blanco. | 80 |
| 3.5.6 Resultados de la comparación entre los tiempos de reacción a los colores de los estímulos visuales en contraste sobre el fondo de color Blanco. | 80 |
| 3.5.7 Resultados de la comparación entre los tiempos de reacción a los colores de los estímulos visuales en contraste sobre el fondo de color Negro. | 82 |
| 3.5.8 Regularidades del estudio. | 83 |
| 3.6 Requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse para el diseño de interfaces gráficas de usuario e interfaces de controles orientadas a adultos mayores. | 84 |
| 3.6.1 Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de interfaces de control orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 86 |

| | |
|---|-----------|
| 3.6.2 Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de interfaces de control orientadas a adultos mayores del Nivel 2. | 88 |
| 3.6.3 Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de interfaces gráficas de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 89 |
| 3.6.4 Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de interfaces gráficas de usuario orientadas a adultos mayores del Nivel 2. | 91 |
| 3.7 Conclusiones del Capítulo III. | 91 |
| COCLUSIONES GENERALES. | 93 |
| RECOMENDACIONES. | 95 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | |
| ANEXOS. | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 2.1 | Características de la muestra. | 32 |
| Tabla 2.2 | Comparación de medias de la edad de la muestra. | 32 |
| Tabla 2.3 | Distribución de frecuencia de sexo y Nivel. | 32 |
| Tabla 2.4 | Preguntas y escala empleada en el cuestionario de Aceptabilidad de dispositivos con IU. | 33 |
| Tabla 2.5 | Preguntas y escala empleada en el cuestionario de Preferencia a las cualidades de los estímulos de las IU. | 36 |
| Tabla 2.6 | Nivel escolar y edad promedio de la muestra. | 38 |
| Tabla 2.7 | Comparación de la media del sexo. | 38 |
| Tabla 2.8 | Comparación de la media del nivel de escolaridad. | 38 |
| Tabla 2.9 | Comparación de medias de la edad de la muestra. | 42 |
| Tabla 2.10 | Distribución de frecuencia de sexo y Nivel. | 42 |
| Tabla 2.11 | Comparación de medias de la edad de la muestra. | 46 |
| Tabla 2.12 | Distribución de frecuencia de sexo y Nivel. | 46 |
| Tabla 2.13 | Distribución de frecuencia de sexo y Nivel. | 52 |
| Tabla 2.14 | Comparación de medias de la edad de la muestra. | 53 |
| Tabla 3.1 | Estructura factorial y saturación de los ítems. | 58 |
| Tabla 3.2 | Resultados de la pregunta 1. | 60 |
| Tabla 3.3 | Resultados de la pregunta 2. | 60 |
| Tabla 3.4 | Resultados de la pregunta 3. | 61 |
| Tabla 3.5 | Resultados de la pregunta 4. | 61 |
| Tabla 3.6 | Resultados de la pregunta 5. | 62 |
| Tabla 3.7 | Resultados de la pregunta 6. | 62 |
| Tabla 3.8 | Resultados de la pregunta 7. | 63 |
| Tabla 3.9 | Variables continuas predictoras de las pruebas MF y PVA (modelo lineal general). | 64 |
| Tabla 3.10 | Resultado del análisis de varianza entre los niveles de escolaridad. Prueba PVA. | 65 |
| Tabla 3.11 | Resultados del análisis de varianza de una vía entre subgrupos de edad. Prueba MF. | 66 |
| Tabla 3.12 | Resultados análisis de varianza de una vía en subgrupos de edad. Prueba PVA. | 67 |
| Tabla 3.13 | Análisis de varianza de la prueba MF. | 68 |
| Tabla 3.14 | Comparación de las medias de la cantidad de aciertos entre adultos mayores de Niveles 1 y 2. | 68 |
| Tabla 3.15 | Comparación de las medias de la calidad de las respuestas de la prueba PVA. | 68 |
| Tabla 3.16 | Comparación de las medias de la calidad y velocidad de las respuestas de la prueba AMV. | 69 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabla 3.17 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a la configuración de los controles. | 70 |
| Tabla 3.18 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a la dimensión de los controles. | 71 |
| Tabla 3.19 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a la proximidad de los controles. | 72 |
| Tabla 3.20 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a los controles en contraste sobre fondo de color Negro. | 73 |
| Tabla 3.21 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a los controles en contraste sobre fondo de color Blanco. | 74 |
| Tabla 3.22 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción para el total de los estímulos. | 76 |
| Tabla 3.23 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a estímulos visuales simples y combinados con estímulos auditivos. | 77 |
| Tabla 3.24 | Comparación de las medias de los tiempos de tiempos de reacción a estímulos visuales en lateral izquierdo y lateral derecho de la pantalla. | 79 |
| Tabla 3.25 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción a estímulos visuales sobre fondo Blanco o fondo Negro. | 80 |
| Tabla 3.26 | Resultados del análisis de varianza para los estímulos visuales en contraste sobre fondo de color Blanco. | 81 |
| Tabla 3.27 | Resultados del análisis de varianza post hoc LSD. | 81 |
| Tabla 3.28 | Intervalos de confianza de tiempos de reacción de ambos grupos al color de los estímulos sobre fondo Blanco. | 82 |
| Tabla 3.29 | Resultados del análisis de varianza para los estímulos visuales en contraste sobre fondo de color Negro. | 82 |
| Tabla 3.30 | Comparación de las medias de los tiempos de reacción adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2. | 83 |
| Tabla 3.31 | Estadística descriptiva de los tiempos de reacción de ambos grupos al color de los estímulos sobre fondo Negro. | 83 |
| Tabla 3.32 | Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de IC orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 87 |
| Tabla 3.33 | Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de IC orientadas a adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores (Nivel 2). | 88 |
| Tabla 3.34 | Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de IGU orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. | 89 |
| Tabla 3.35 | Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de IGU orientadas a adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores. | 91 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figura 1.1 | Estructura de los referentes teóricos de la investigación. | 8 |
| Figura 1.2 | Curva de distribución de frecuencia de la ergonomía. | 16 |
| Figura 1.3 | Modelo de pirámide de usuarios de Benktzon. | 17 |
| Figura 1.4 | Distribución de los usuarios estudiados en la investigación. | 18 |
| Figura 1.5 | Estructura interna de los problemas de diseño. | 24 |
| Figura 2.1 | Procedimiento para determinar los requisitos ergonómicos cognitivos para el diseño de interfaces de usuario. | 27 |
| Figura 2.2 | Captura de pantalla de la prueba MF empleada para el estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos. | 39 |
| Figura 2.3 | Captura de pantalla prueba PVA empleada para el estudio de la memoria operativa asociativa. | 40 |
| Figura 2.4 | Captura de pantalla prueba AMV empleada para el estudio de la memoria operativa espacial. | 43 |
| Figura 2.5 | Imagen del dispositivo de simulación de IC DPS 1.0. | 47 |
| Figura 2.6 | Imagen del proceso constructivo del dispositivo de simulación de IC DPS 1.0. | 48 |
| Figura 2.7 | Módulos que agrupan las variables de diseño. | 49 |
| Figura 2.8 | Imagen del proceso de evaluación de un sujeto con el dispositivo DPS 1.0. | 50 |
| Figura 2.9 | Ejemplo de las secuencias de pantallas del software SAA 2.0. | 54 |
| Figura 2.10 | Imagen del proceso de evaluación de un sujeto mediante el software SAA 2.0. | 55 |
| Figura 3.1 | Sujetos con trastorno de movilidad. | 57 |
| Figura 3.2 | Controles sanos. | 58 |
| Figura 3.3 | Efecto de la variable predictora sexo en las respuestas de la prueba PVA. | 64 |
| Figura 3.4 | Efecto de la variable predictora escolaridad en las respuestas de la prueba MF. | 65 |
| Figura 3.5 | Efecto de la variable predictora escolaridad en las respuestas de la prueba PVA. | 66 |
| Figura 3.6 | Relación de requisitos inclusivos y exclusivos con la clasificación de adultos mayores según Niveles. | 86 |

SIGLAS

| | |
|------|--|
| AMV | Amplitud de memoria visual |
| DE | Desviación estándar |
| EP | Enfermedad de Parkinson |
| IC | Interfaces de control |
| ICo | Intervalo de confianza |
| IEC | Siglas en inglés para Comisión Electrotécnica Internacional |
| IGU | Interfaces gráficas de usuario |
| INN | Instituto de Neurología y Neurocirugía |
| ISDi | Instituto Superior de Diseño |
| ISO | Siglas en inglés para Organización Internacional de Normalización |
| ONDi | Oficina Nacional de Diseño |
| MF | Memoria de figuras |
| ms | Milisegundos |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| PVA | Pares visuales asociados |
| SEI | Siglas del inglés para el Instituto de Ingeniería de <u>Software</u> |
| TR | Tiempo de reacción |
| UH | Universidad de la Habana |

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento demográfico es un fenómeno actual al que se enfrenta la humanidad, sin precedentes similares (CEPAL, 2020) y en Cuba se constituye en un tema de agenda pública del modelo de desarrollo social. Para los próximos 25 años el país tendrá una estructura poblacional con alrededor del 25% de personas mayores de 60 años, definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como adultos mayores (OMS, 2015). De este modo, estaría pasando de 1,8 millones existentes en el año 2007, a alrededor de 3 millones para el 2025 (Albizu-Campos, 2020) (Ramos-Monteagudo & Yordi-García, 2018). Por tanto, constituye un desafío social priorizar y diversificar las investigaciones multidisciplinarias en temas relacionados con el envejecimiento, para estimular de forma activa y programada la circulación del conocimiento dentro de la sociedad y dar respuestas al objetivo 17 del eje estratégico *Desarrollo humano, equidad y justicia social*, dentro del *Plan nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030*, aprobado por el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC), que plantea: “Fortalecer la protección a la población adulta mayor e impulsar la inclusión económica y social y la diversificación de los servicios de cuidado.” (PCC, 2016, p 21).

A la par del cambio demográfico la sociedad ha estado inmersa en una evolución de las tecnologías, promoviendo que los soportes informáticos se hagan cada vez más imprescindibles en las actividades cotidianas. Estas nuevas plataformas tecnológicas contribuyen a elevar las opciones de interacción de los sujetos con los productos, aumentando los diferentes recursos para la comunicación entre ellos, permitiendo optimizar la eficiencia operacional y proporcionando una interrelación más natural entre humanos y dispositivos. Estos nuevos modos de interacción serán capaces de elevar la calidad de vida de los adultos mayores, satisfacer sus expectativas, su inclusividad e independencia, solo en la medida en que se adapten de manera objetiva a sus capacidades y limitaciones.

En los dispositivos que poseen interfaces de usuario, estas constituyen el medio a través del cual ocurre la interacción y abarcan el conjunto de los componentes de un equipo o de un software que facilita la comunicación, al conectar a los usuarios con la funcionalidad del producto y favorecer un control más efectivo sobre este. Su flexibilidad ha extendido su aplicación tanto a objetos de uso personal como públicos, con la promesa de beneficiar la interrelación, facilitar el aprendizaje, la autonomía y la eficiencia en la utilización (Kantorowitz, 2017) (Pitale & Bhumgara, 2019).

La transformación de la tipología de soportes que permiten la interacción del hombre con los objetos ha modificado las relaciones de uso tradicionales. Para que esa relación pueda ser apropiada, las adecuaciones

cognitivas que ocurren en los procesos de diseño deben ocupar el papel cardinal que en su momento tuvieron las antropométricas, basado en el conocimiento del funcionamiento cognitivo de los usuarios.

Las interfaces de usuario pueden constituirse en barreras entre un individuo con limitaciones y el mundo tecnológico, cuando el diseño de controles y estímulos y los tiempos para las acciones de uso no están en correspondencia con las capacidades de ese usuario. Esto afecta el acceso a las nuevas plataformas tecnológicas, obstaculizando la calidad de vida y la participación equitativa en la sociedad a la que deben tener acceso todas las personas a medida que envejecen, como se exponen en los criterios del envejecimiento activo (Mendizábal, 2018) (Miguel & da Luz, 2017).

El proceso de envejecimiento puede producir déficits cognitivos y motores por dos mecanismos diferentes, pero metodológicamente difíciles de separar: el declinar cognitivo normal asociado a la edad y la aparición de enfermedades propias del envejecimiento, que comprometen el normal funcionamiento de sistema nervioso (Blasco & Ribes, 2016) (Curreri et al., 2018). Este declinar podría dificultar la interacción y reducir el rendimiento en el uso de los dispositivos con interfaces de usuario (Koo & Vizer, 2019) (Nunes et al., 2016), al generar impedimentos de su capacidad funcional, modificar su precisión táctil, su facultad para recordar iconos y secuencias de acciones, afectar su sensibilidad al contraste de los colores y necesitar mayores tiempos de reacción para emitir respuestas (Vaportzis et al., 2017) (Wildenbos et al., 2018). De igual modo, llega a influir en la motivación y disposición de los adultos mayores hacia la utilización de dispositivos imprescindibles en la vida cotidiana (Kuerbis et al., 2017) como cajeros automáticos, mandos de televisión o teléfonos móviles y contribuye a la pérdida de oportunidades del uso de estos en acciones vitales, como la rehabilitación, lo que subraya la necesidad de un diseño ergonómicamente adecuado a los déficits de estos usuarios, que promueva una familiarización y aprendizaje de la nueva tecnología, garantizando modos de uso seguros.

Los estudios ergonómicos para dispositivos con interfaces de usuario muestran que los requisitos, reglas y recomendaciones para su diseño y los criterios de evaluación, son generalmente más numerosos para personas en edad laboral, menores de 60 años (Curcio et al., 2018) (Geraldo, 2014) (Komarov et al., 2013) (Tosi, 2020) y, aunque actualmente existe una tendencia creciente a considerar las personas mayores como un grupo de interés en esta temática (Lu et al., 2017) (Nunes et al., 2016), regularmente solo se proporciona un marco de recomendaciones o directrices cualitativas generales, que no aportan información objetiva que permita definir requisitos de diseño verificables, necesarios para la adecuación ergonómica.

En el análisis de estándares publicados por la Organización Internacional de Normalización, (ISO por sus siglas en idioma inglés), relacionados con la interacción hombre-computadora: (ISO, 2001), (ISO, 2011),

(ISO, 2016), (ISO, 2018); los requisitos ergonómicos, el diseño de interfaces y la usabilidad de las interfaces: (ISO, 1992), (ISO, 2013), (ISO, 2002), (IEC, 2001), (ISO, 2008), se constató que los recursos que ofrecen para evaluar la experiencia de uso de los productos o procesos, desde las perspectivas del desempeño y satisfacción del usuario, así como las guías, directrices y pautas ergonómicas, suelen ser de carácter generalizador y no aportan información concluyente que permita estandarizar el diseño de interfaces orientadas a adultos mayores activos, con declinar motor y cognitivo.

Se concluye que existe la necesidad de datos ergonómicos, que puedan ser interpretados inequívocamente, para ser incluidos en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores, tanto con un envejecimiento sano como con déficits cognitivos y motores, que mantienen su autonomía y validismo, pero cuyas características comprometen el uso eficiente de las interfaces de usuario, lo que los puede llevar a su exclusión social.

El **problema de investigación** que se define en el presente estudio es: ¿Cuáles son las adecuaciones ergonómicas que deben ser consideradas en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo?

El **objeto de la investigación** es el diseño de interfaces de usuario y el **campo de la investigación** es la adecuación ergonómica del diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores.

El **objetivo general** que se propone es: Determinar requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Las **preguntas científicas** planteadas son las siguientes:

1. ¿Cuáles son los referentes teórico - metodológicos que sustentan el estudio de adecuaciones ergonómicas en el diseño de interfaces de usuarios orientadas hacia los adultos mayores con autonomía y validismo?
2. ¿Cuáles son las categorías ergonómicas que inciden en la aceptabilidad y preferencias en el empleo de interfaces de usuario en los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo?
3. ¿Cuáles son las regularidades de los procesos cognitivos básicos que se expresan en el uso de interfaces de usuario por los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo?
4. ¿Cuáles son las variables de diseño que inciden en las adecuaciones ergonómicas de las interfaces de usuarios para adultos mayores cubanos con autonomía y validismo?
5. ¿Cuáles son las regularidades cognitivas de los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo en el uso de prototipos simuladores de interfaces de usuario?

Para dar respuestas a las preguntas científicas planteadas se determinaron las siguientes **tareas de investigación**:

1. Sistematizar los referentes teórico - metodológicos que sustentan el estudio de adecuaciones ergonómicas en el diseño de interfaces de usuarios orientadas hacia los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
2. Determinar las categorías ergonómicas que inciden en la aceptabilidad y preferencias en el empleo de interfaces de usuario en los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
3. Identificar las regularidades de los procesos cognitivos básicos que se expresan en el uso de interfaces de usuario por los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
4. Determinar las variables de diseño que inciden en las adecuaciones ergonómicas de las interfaces de usuarios para adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
5. Identificar regularidades cognitivas de los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo en el uso de prototipos simuladores de interfaces de usuario.

La investigación se sustenta en la metodología dialéctico materialista como concepción general, concretada en los métodos de investigación que emanan del objeto de estudio.

Se emplearon **métodos teóricos** como el de análisis-síntesis para la revisión de la literatura relacionada y sistematizar los referentes teórico – metodológicos que respaldan la investigación y que permitieron elaborar un constructo que relacionó la diversidad de campos teóricos que interactuaron en la misma.

La inducción-deducción posibilitó establecer los pacientes con Enfermedad de Parkinson en su forma inicial, como el modelo de representación de los adultos mayores con declinar motor y cognitivo, a partir de lo cual se pudieron establecer regularidades en el uso de las interfaces de usuario.

El enfoque sistémico permitió establecer los nexos y relaciones entre la ergonomía cognitiva, las variables de diseño, el diseño de interfaces de usuario, los procesos cognitivos básicos, las características distintivas de los adultos mayores con autonomía y validismo en cuanto a motricidad y cognición y su concreción en adecuaciones ergonómicas que se expresan a través de requisitos ergonómicos cognitivos para el diseño.

Como **métodos empíricos** se utilizó el análisis documental para el estudio de las normas internacionales relacionadas con las interfaces de usuario, las políticas públicas referidas a la inclusión del adulto mayor y los conocimientos ergonómicos que fundamentan la actividad diseño. Fue utilizado el método de encuesta de opinión, mediante el diseño de cuestionarios, en los estudios exploratorios de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario y de preferencia a las características de los estímulos de las interfaces

de usuario, en sujetos con enfermedades asociadas a la reducción del movimiento, así como los métodos de medición en el desarrollo de los protocolos para la evaluación de los sujetos.

Se emplearon dos prototipos para la medición de las variables velocidad y calidad de las respuestas de los sujetos evaluados: un simulador de interfaces de control para el estudio del proceso cognitivo coordinación óculo motriz de precisión, al cual se le dio solución técnico constructiva a partir del diseño conceptual propuesto por una investigación precedente (Fernández, 2018) y un software simulador de interfaces gráficas de usuario, para el estudio del proceso cognitivo atención alterna, diseñado, programado e implementado específicamente para esta investigación. Así mismo, se aplicaron evaluaciones computarizadas de procesos cognitivos relacionados con el uso de las interfaces de usuario.

Los **métodos estadísticos** empleados para el análisis de los datos obtenidos en los estudios fueron, como métodos no paramétricos: U Mann Whitney, Chi cuadrado y como métodos paramétricos: T de Student análisis factorial por componentes principales, análisis de Varianza y modelo lineal general.

La **novedad científica** de la investigación está dada por la determinación de los requisitos ergonómicos cognitivos para ser considerados en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, sin antecedentes en Cuba, avalados por los estudios científicos llevados a cabo como respuesta a la necesidad de una adecuación ergonómica en el diseño de interfaces de usuario orientadas a esta población que permiten transformar la realidad actual, al poder contar con datos para el diseño de interfaces inclusivas para estos adultos mayores y mejorar su adaptación al acelerado desarrollo tecnológico de la sociedad. Así mismo, la propuesta de un procedimiento para la determinación de los requisitos, que constituyó una herramienta para la organización los fundamentos teóricos y estructuró los protocolos necesarios para la evaluación de los sujetos, que aportó las regularidades conducentes a la determinación de los requisitos ergonómicos cognitivos.

El **valor teórico** se sustenta en los requisitos ergonómicos cognitivos determinados para las tipologías de interfaces de usuario estudiadas en la tesis, a partir del paradigma de diseño inclusivo propuesto para la adecuación ergonómica, que se evidencia en la clasificación de los requisitos en inclusivos y exclusivos, según los grupos de adultos mayores declarados. Igualmente, el procedimiento empleado propone criterios generales de dominios teóricos para fundamentar protocolos de evaluación que permitirán ser considerados para futuras investigaciones de poblaciones cognitivamente diferenciadas.

En el **valor metodológico** se debe destacar el empleo de criterios de calidad y velocidad de respuesta como variables dependientes cuantificables a ser utilizadas por la actividad de diseño, específicamente para evaluar el uso de las interfaces de usuario, que permitió establecer criterios objetivos para fijar cotas

necesarias a los procesos creativos en el desarrollo de proyecto de diseño. Así mismo, el paradigma empleado para la determinación de los requisitos ergonómicos cognitivos constituyó un procedimiento para la creación de instrumentos, la recolección de datos y establecer las regularidades que permitieron aportar requisitos válidos, confiables y necesarios para fundamentar el trabajo profesional de diseño y que puede ser metodológicamente extrapolable a la necesaria investigación de otras poblaciones con condiciones cognitivas deficitarias o, incluso, de altos requerimientos.

El **valor práctico** está dado por el uso de criterios objetivos para determinar requisitos ergonómicos cognitivos que permitirán ser introducidos en la actividad de diseño de interfaces de usuario orientadas a la población estudiada para pautar, con especificaciones precisas, las propiedades de los controles y estímulos a ser utilizados en esta. Así mismo, el desarrollo del software para la evaluación de la atención alterna en el uso de interfaces gráficas de usuario diseñado para esta investigación fue desarrollado con la flexibilidad de modificación de los indicadores de sus variables, lo que permitirá su inclusión en posteriores investigaciones. Se considera que los requisitos ergonómicos cognitivos para ser considerados en el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo constituyen un **aporte social**, debido a que contribuyen con datos precisos para la actividad profesional de los diseñadores responsables del desarrollo de dispositivos con interfaces, que permitirán un efecto multiplicativo con su futura estandarización para obtener productos inclusivos, dirigidos a poblaciones de la tercera edad, que precisan de requisitos ergonómicos específicos y que favorecerán su envejecimiento activo dentro de la sociedad.

La **actualidad** de la investigación se manifiesta por ser una respuesta a un problema emergente de la sociedad cubana que, desde el establecimiento en el año 1997 del actual Programa Nacional de Atención Integral al Adulto Mayor, intenciona la atención esmerada en la salud, el deporte, la cultura y los derechos de los adultos mayores. Así mismo, dentro del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030: propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos (PCC, 2016), adquiere gran relevancia la necesidad de garantizar la inclusión económica y social de la población adulta mayor, dentro de una estructura demográfica envejecida, para asegurar su calidad de vida e igualdad de oportunidades.

Esta tesis se enmarca en la línea de investigación de Diseño y ergonomía del Instituto Superior de Diseño de la Universidad de la Habana (ISDi) y constituye un resultado del proyecto: "Regularidades psicofisiológicas para el diseño de interfaces de usuario para poblaciones vulnerables", desarrollado en colaboración con el Instituto de Neurología y Neurocirugía (INN). El trabajo tiene como antecedentes las investigaciones que desde el año 2015 se han desarrollado orientadas al diseño para personas con déficits

cognitivos y motores, entre las que se encuentran el diseño de muebles y ayudas para sujetos con enfermedades neurodegenerativas, hasta la exploración de dispositivos para la rehabilitación de la marcha. La tesis se estructura en introducción, tres capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. El Capítulo I refiere los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación, con el análisis de las categorías asociadas a la misma. El Capítulo II expone el procedimiento empleado para la determinación de los requisitos ergonómicos, los dominios que fundamentaron teóricamente los estudios y los protocolos de evaluación desarrollados para identificar las regularidades cognitivas en el uso de interfaces de usuario de los adultos mayores declarados y en el Capítulo III se presentan los análisis de los resultados de los estudios realizados, las regularidades identificadas y los requisitos ergonómicos cognitivos para el diseño de interfaces de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo determinados, adecuados al paradigma del diseño inclusivo, que dieron respuesta al problema de investigación planteado.

Los resultados parciales de la tesis han sido publicados en:

Pérez, M. & Peña Martínez, S. L. (2014). Diseño: una definición integradora. *A3Manos. Revista de la Universidad Cubana del Diseño*. 1, 27-37.

Pérez, M. & Peña Martínez, S. L. (2015). Diseño: el objeto de la profesión. *A3Manos. Revista de la Universidad Cubana del Diseño*. 2, 6-26.

Pérez, M. P., Martínez, S. L. P., & González, M. Á. Á. (2016). ¿Cómo el diseño puede utilizar las neurociencias? *Arquitectura y Urbanismo*, 37(2), 83-87.

Pérez-Pérez, M., García-Morales, L., Coromina-Hernández, J. C., Álvarez-González, M. Á., Balmaseda-Serrano, R., & Manzanero, A. L. (2020). Memoria visual en la tercera edad. Regularidades para el diseño de interfaces. *Ingeniería Industrial*, 41(3).

Coromina Hernández, J. C., Pérez Pérez, M., García Morales, L., Soto Lavastida, A., & Álvarez González, M. Á. (2022). Aceptabilidad del uso de dispositivos con interfaces de usuarios en la rehabilitación motora neurológica. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 41.

CAPÍTULO I

REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS
QUE SUSTENTAN LA DETERMINACIÓN DE REQUISITOS
ERGONÓMICOS COGNITIVOS A CONSIDERARSE
EN EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO ORIENTADAS
A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA
Y VALIDISMO.

CAPÍTULO I. REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN LA DETERMINACIÓN DE REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO.

Con el contenido de este capítulo se da cumplimiento a la tarea de investigación de sistematizar los referentes teórico - metodológicos que sustentan el estudio de adecuaciones ergonómicas en el diseño de interfaces de usuarios orientadas hacia los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

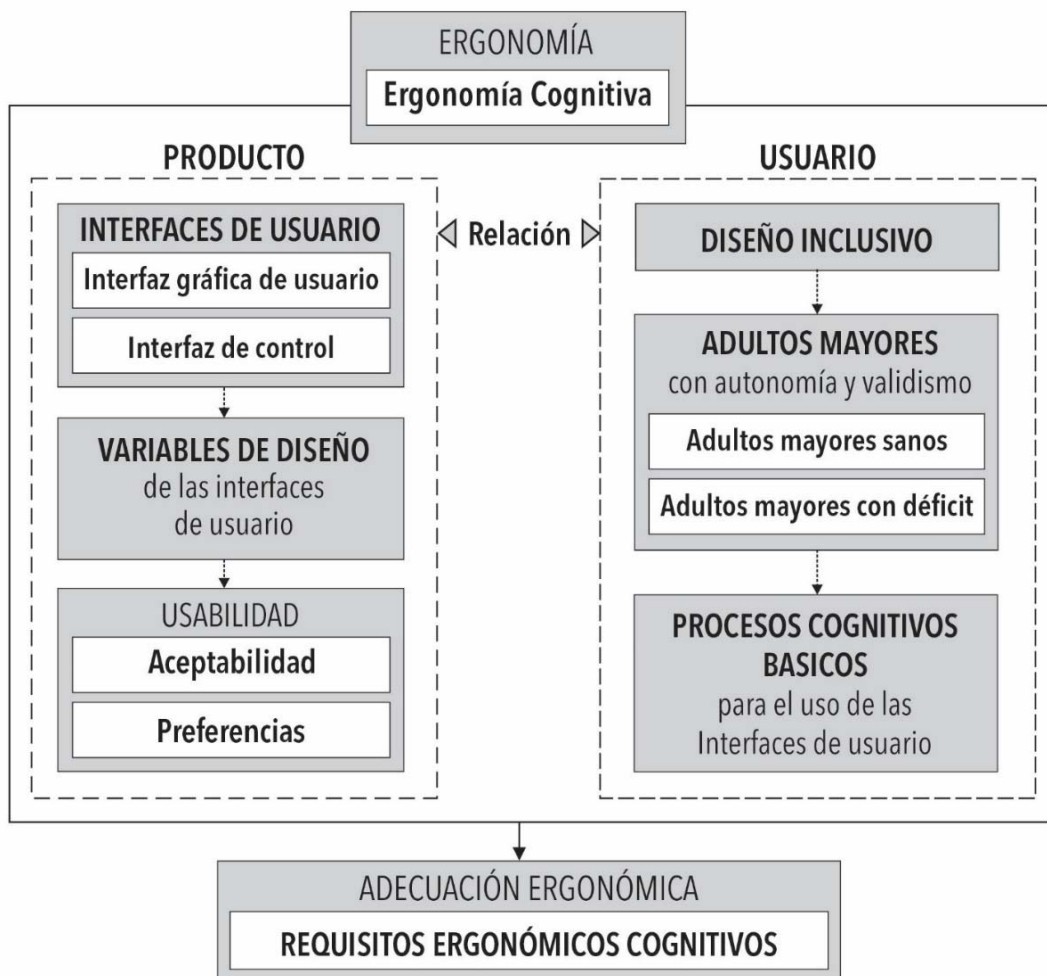


Figura 1.1. Estructura de los referentes teóricos de la investigación. Elaboración propia.

Para el desarrollo del marco referencial se elaboró un esquema (Figura 1.1) que estructuró los referentes teóricos y metodológicos que fundamentaron la determinación de los requisitos ergonómicos cognitivos, necesarios para dar respuesta a la adecuación ergonómica. El dominio de partida es la ergonomía y, dentro

de ella, la ergonomía cognitiva por su significación para la actividad de diseño en el estudio de las relaciones que se establecen entre el producto resultante de esta con el usuario que lo utilizará.

En el panel de la izquierda se exponen las categorías correspondientes a las interfaces de usuario, que es el producto de diseño analizado en esta investigación, de las cuales se definieron las dos tipologías estudiadas; las principales variables de diseño que se utilizan para su concepción; la usabilidad, como la propiedad que debe garantizar la experiencia de uso de las interfaces y los conceptos de aceptabilidad y preferencia que se utilizaron para su evaluación.

En el panel de la derecha se describen los dominios propios de los usuarios. El primero, conceptualmente más importante y que constituyó la toma de posición teórica de la investigación: el diseño inclusivo, que facilitó la visualización y clasificación de los usuarios estudiados, los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. Se analizaron, además, los procesos cognitivos básicos de estos sujetos necesarios para el diseño de las interfaces de usuario, finalizando con la definición de los requisitos ergonómicos cognitivos, como el medio que permite implementar la adecuación ergonómica que garantiza las relaciones coherentes entre usuarios y productos, que da respuesta al problema de investigación.

1.1 Ergonomía.

La ergonomía es la disciplina científica que estudia cómo adecuar coherentemente las relaciones de los sujetos con los objetos y su entorno, a partir de la comprensión de las interacciones que ocurren entre ellos en el proceso de uso, con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema hombre-producto (International Ergonomic Association [IEA], 2019). De esta manera contribuye al diseño y evaluación de productos y entornos, para hacerlos compatibles con las necesidades, habilidades y limitaciones de los usuarios, ayudando a armonizar los modos de uso. La ergonomía está asociada al campo de acción del diseño que se ocupa del conocimiento del hombre, en tanto usuario de los productos de diseño, de sus características físicas, cognitivas, socioculturales y psicológicas y de la influencia del contexto de uso en la interrelación de este con el producto (Pérez & Peña, 2015).

1.1.1 Ergonomía cognitiva.

La ergonomía cognitiva se encarga de los procesos mentales, especialmente de las funciones cognitivas presentes en las interacciones hombre-producto (IEA, 2019). Su objetivo es, utilizando el conocimiento que emerge de las ciencias cognitivas, hacer que esta interacción de los individuos con los productos resultantes de la actividad de diseño sea compatible con las capacidades y limitaciones humanas en relación a los procesos cognitivos básicos como la atención, la memoria y el aprendizaje, por el importante papel que

estos procesos juegan en el desarrollo de tareas como la percepción e interpretación de estímulos y la toma de decisiones sobre qué acciones realizar (Harris, 2017) (Tosi, 2020).

El desarrollo de las neurociencias hace cada día más permeable la frontera entre las respuestas físicas, las sensoriales y las cognitivas (Van der Veer, 2008), debido a que toda actividad humana se origina en procesos de transmisión y control de información, regulados desde el cerebro. La aplicación de la ergonomía cognitiva tiene entre sus metas principales la disminución del tiempo para realizar tareas complejas, la reducción del número de errores, el acortamiento del tiempo de aprendizaje y el aumento de la satisfacción de la persona con el sistema de acciones de los productos (Mehta, 2016). Los resultados de los estudios ergonómicos aportan información y se definen como herramientas básicas necesarias para la adecuación ergonómica que debe ocurrir dentro del proceso de diseño de productos, donde las interacciones tienen un carácter cognitivo, como es el caso de las interfaces de usuario.

1.2 Interfaz de usuario.

La interfaz de usuario (IU) constituye una membrana de comunicación entre los usuarios y el sistema, mediante la cual los diseñadores y desarrolladores de herramientas informáticas pueden hacer que la tecnología sea inteligible y sensible a las necesidades de los usuarios (Shneiderman et al., 2016). Desde sus inicios se consideró que abarcaban aquellos canales que hacen posible la comunicación (Moran, 1981), estando directamente relacionadas con la experiencia de usuario (Hussain et al., 2018), al comprender el espacio donde se articulan la acción, el usuario y el objeto (Meyer, 2019).

Las IU se definen para esta investigación como el conjunto de componentes de un dispositivo que permiten la interacción con el ser humano, para que este realice eficientemente las acciones de uso. Se encargan de conectar a los sujetos con la funcionalidad y permitir un control efectivo sobre el dispositivo.

Las IU son resultado de la actividad proyectual del diseño y su adecuación a las características y capacidades de los sujetos desde la etapa de proyecto es el garante de que la experiencia de usuario ocurra de manera eficiente, efectiva y satisfactoria, como establece la definición de usabilidad para las interfaces (Miraz et al., 2021) (Punchoojit & Hongwarittorn, 2017). Funcionan en interrelación constante con el usuario y son productivas en la medida en que se consideran para su diseño los procesos cognitivos empleados para su utilización. La modificación, reemplazo o introducción de nuevas funciones en las IU significaría la incorporación de nuevos procesos cognitivos del usuario. Las limitaciones motoras y cognitivas de los adultos mayores con autonomía y validismo implicarán posibles restricciones en los modos de uso y en la ejecución de la totalidad de las funciones de las IU (Belkacem et al., 2020). Desde la fase inicial de diseño

se debe garantizar que los requisitos del usuario relacionados con sus características específicas se integren adecuadamente en todo el proceso y que la definición de los requisitos de uso de la interfaz se derive directamente de las capacidades y limitaciones funcionales de los usuarios, según la tipología de interfaz que se diseña (Kirisci & Thoben, 2018).

1.2.1 Tipologías de interfaces de usuario.

Las IU contienen todos aquellos canales a través de los cuales se facilita la comunicación entre ellas y el ser humano. Según su construcción se definen en interfaz de hardware o de software (Nisenbaum & Umbaugh, 2020):

1. *Interfaces de hardware*: son el conjunto de controles o dispositivos que permiten al usuario ingresar, procesar y entregar datos al equipo. Ejemplos: controles, pulsadores, botones, teclas, reguladores, palancas, manivelas, perillas y similares.
2. *Interfaces de software*: son programas o parte de ellos, indicadores o displays, a través de los cuales el usuario recibe información legible sobre las variables del proceso, necesaria para la interacción y la toma de decisiones.

Según la forma de interactuar del usuario con una interfaz, se pueden generalizar tres tipos de IU (Karwowski et al., 2021):

1. *Interfaces alfanuméricas (IA)*: solo presentan números y texto.
2. *Interfaces gráficas de usuario (IGU)*: utilizan un conjunto de imágenes y símbolos gráficos para representar la información y las acciones disponibles en la interfaz y permiten comunicación con el dispositivo de una forma rápida e intuitiva, representando gráficamente los elementos de control y medida.
3. *Interfaces de controles (IC)*: componentes mediante los cuales la información o decisión tomada por el hombre es transferida al equipo. Sirven para introducir la información y regular las operaciones.

La investigación se basó en el estudio del uso en las IGU, comprendidas dentro de las interfaces de software y las IC, incluidas dentro de las interfaces de hardware. Ambas aparecen con marcada frecuencia en los productos con los que usualmente pudieran interactuar los adultos mayores con autonomía y validismo en el desarrollo de sus actividades cotidianas (Kamaruddin & Sulaiman, 2018) y se materializan a partir de las cualidades de las variables de diseño con las que se conforman sus estímulos y controles.

1.3 Diseño de interfaces de usuario.

El diseño es una actividad práctica que “tiene como objetivo la concepción de productos, que cumplan una finalidad útil y puedan ser producidos, garantizando su circulación y consumo” (Pérez & Peña, 2014, p 29). Las interfaces de usuario son un resultado de la actividad proyectual del diseño y su finalidad útil se manifiesta en la pertinencia que implica el grado de correspondencia entre la solución diseñada y los requerimientos de las necesidades y características de los usuarios. En los resultados de su proceso de diseño tienen un rol fundamental las adecuaciones ergonómicas de las funciones y la configuración y cómo estas inciden en los modos de uso.

Las interfaces median de manera creciente la experiencia de los usuarios en su interacción con la diversidad de productos diseñados. La complejidad y el protagonismo que ha adquirido el diseño de interfaz, como resultado de la evolución de las plataformas tecnológicas que les dan soporte, lo ha definido como un problema profesional de la actividad de diseño, declaradas en el modelo del profesional (Pérez & Peña, 2015), que se hace presente en las esferas de actuación: digital, audiovisual, gráfica y de objeto.

1.3.1 Variables de diseño en las interfaces de usuario.

Tanto las IGU como las IC poseen componentes a los que se les asignan datos durante el proceso de diseño para configurar las propiedades de los estímulos, indicadores o controles, a través de las cuales el usuario recibe la información y comunica su decisión al sistema (Karwowski et al., 2021). Estos componentes permiten implementar la utilidad y el modo de uso de la interfaz y constituyen las variables de diseño (Eytam et al., 2021) (Guerrero Valenzuela et al., 2018) (Wahyuni, 2021).

Por la frecuencia de su utilización en el diseño de las IU y su efecto en los procesos cognitivos básicos para el correcto accionar de estas, se consideró para la investigación el estudio de las variables: color, contraste de color, configuración, dimensión, ubicación, proximidad y sonido (De Barros et al., 2014) (Kuo et al., 2022).

1.3.1.1 Color y contraste.

El color es la impresión que produce la longitud de onda de los rayos de luz procedentes de los estímulos en los órganos visuales y que es interpretada por el cerebro (Roberson & Hanley, 2007). El color se define por tres dimensiones: croma, claridad y saturación. El croma se consideró el atributo de interés para la investigación, debido a la facilidad de ser identificada su diferencia de valores a simple vista y que permite describir cada color mediante una notación decimal. Para los colores de pigmentos, el croma se define a partir de los valores que se asignan al modelo CYMK, basado en la síntesis sustractiva de colores, Cian (Cyan), Magenta (Magenta), Amarillo, (Yellow) y Negro (Black). Para los colores luz se emplea el modelo RGB, basado en la síntesis aditiva Rojo (Red), Verde (Green) y Azul (Blue).

El contraste de color es el estudio de la discriminación del cromatismo de un estímulo respecto al cromatismo del fondo sobre el que se expone e interviene en la sensibilidad para lograr una diferenciación entre los cromas expuestos (Babilon & Khanh, 2018), presentando iguales dimensiones e indicadores que los descritos para el color.

1.3.1.2 Configuración y dimensión.

La configuración es la cualidad que refiere la estructura de la forma (Zhang, 2014). En la investigación se utiliza la descripción geométrica del límite exterior de un estímulo bidimensional o del plano superior de un control tridimensional, que definen configuraciones planas geométricas simples como: círculo, cuadrado, elipse, triángulo y rectángulo.

La dimensión, por su parte, es la extensión medible de las propiedades del largo, ancho, profundidad, diámetro o altura de los controles y estímulos (Karwowski et al., 2021). Con relación a los estímulos y controles presentes en las IU son pertinentes las dimensiones lineales como longitud y radio y para las bidimensionales el área, cuantificadas todas con unidades de medida del sistema métrico decimal.

1.3.1.3 Ubicación y proximidad.

La ubicación se refiere al lugar o localización donde están ubicados los estímulos o controles. Para estos estudios se define como la posición en una superficie o campo visual donde se muestra un estímulo o un control, respecto a un eje central vertical: izquierda, centro y derecha o a un eje central horizontal: arriba, centro y abajo. La proximidad, por su parte, hace alusión a la distancia métrica entre controles o estímulos consecutivos o colindantes y se cuantifica con unidades de medida del sistema métrico decimal.

1.3.1.4 Sonido.

El sonido, según la física, es definido como ondas sonoras que se producen cuando las oscilaciones de la presión del aire son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro (Kuhn & Vogt, 2013). Posee dos dimensiones, la altura, dada por la frecuencia de ondas, cuyo indicador son los Hertzios (Hz) y la intensidad, que define la amplitud de onda y se cuantifica en decibelios (dB).

Las dimensiones e indicadores de las variables de diseño descritas en este epígrafe conforman los estímulos y controles presentes en las IU y son directamente responsables de la calidad de la experiencia de los usuarios, al interactuar con estas durante el proceso de uso.

1.4 Usabilidad de las interfaces de usuario.

La usabilidad se define como una propiedad de calidad que pondera la facilidad de la interacción entre el usuario y la interfaz (Jordan, 2020). En el estándar ISO 9241-11 (ISO, 2018) la definición de usabilidad está

relacionada con la facilidad con que un usuario específico puede utilizar las interfaces para conseguir que la experiencia de uso ocurra de manera eficiente, efectiva y satisfactoria. La eficiencia establece la relación entre los recursos empleados y la certeza con la que los usuarios logran las metas, la efectividad representa la exactitud con la que se alcanzan las metas especificadas y la satisfacción está determinada por la comodidad y la aceptabilidad del modo de uso (Punchoojit & Hongwarittorn, 2017). La usabilidad tiene una correspondencia directa con la ergonomía cognitiva, en tanto que el diseño eficiente de la experiencia de uso depende directamente de conocer las necesidades y capacidades cognitivas del usuario de la IU. Existen principios generales, descritos en la literatura y definidos por varios expertos (Alfredson et al., 2011) (Kalakoski et al., 2019) (Kamaruddin & Sulaiman, 2018), que condicionan el diseño eficiente de las IU y que pueden resumirse como:

1. *Consistencia interna del diseño*: enfatiza el grado de coherencia que deben tener las variables de diseño de los contenidos para facilitar el uso y el aprendizaje.
2. *Jerarquía en sus contenidos*: consiste en la agrupación de la información de acuerdo con el nivel de importancia de los contenidos, limitando la redundancia.
3. *Contraste entre recursos de diseño*: determina la visibilidad, claridad y legibilidad. Los contrastes entre colores es uno de los aspectos más discutidos por los expertos.
4. *Equilibrio*: es la proporción entre los recursos gráficos empleados, reduce el desorden y la redundancia cognitiva.
5. *Armonía*: es el aspecto con menor definición operacional pues se basa en la percepción estética.

Estos principios están directamente relacionados con las propiedades y la organización de los recursos que constituyen las variables del diseño de las interfaces y son garantes de que la experiencia de uso ocurra de manera eficiente, efectiva y satisfactoria, por lo que inciden directamente en el grado de aceptabilidad de los usuarios y en sus criterios de preferencias con relación a las cualidades de los productos.

1.4.1 Aceptabilidad en el uso de las interfaces de usuario.

La aceptabilidad es uno de los métodos para evaluar la usabilidad de las interfaces a partir de la satisfacción del usuario. Aunque en la literatura existen trabajos publicados de procedimientos de evaluación de la aceptabilidad a partir de las actitudes hacia los procedimientos de las nuevas tecnologías por adultos mayores (Baharum et al., 2017) (Chen et al., 2018) (Macedo, 2017), no son concluyentes sobre la aceptación del uso de las IU a partir de criterios ergonómicos y de diseño. Es parte del análisis de funcionalidad conocer las expectativas de este grupo poblacional frente a las posibilidades de uso de dispositivos con IU.

El modelo de Renaud y Van Biljon (Renaud & Van Biljon, 2008) para el conocimiento de la aceptación de la nueva tecnología analiza tres fases: objetivación, incorporación y conversión y se relaciona con los criterios de funcionalidad normados por la usabilidad para las IU, requiriendo cumplir con cualidades como: facilidad de aprendizaje, eficiencia, escalabilidad, seguridad, posibilidad de retorno al sistema e intuitividad, lo que debe redundar en la satisfacción en el uso e impulsar a los usuarios a reutilizarlas (Harte et al., 2017) (Zahabi et al., 2015).

En correspondencia con los planteamientos de la usabilidad, la ergonomía cognitiva recomienda que las interfaces deben contar con propiedades que pueden agruparse en cuatro categorías (Kalakoski et al., 2019) (Mayer et al., 2017):

1. *Facilidad de uso*: sustentada por la simplicidad de formas y la organización lógica de la secuencia de uso.
2. *Facilidad de asimilación*: favorecer el rápido aprendizaje de la función, los significados de las formas y del modo de uso.
3. *Seguridad*: apoyada en las características que garantizan la protección de los usuarios y del producto.
4. *Satisfacción de sus expectativas*: implementar la utilidad del producto de manera evidente.

A partir de estas categorías es factible evaluar las actitudes de aceptación o rechazo de los usuarios a las IU, al relacionarse con la satisfacción en el uso, la experiencia de uso y la eficiencia de la funcionalidad esperada.

1.4.2 Preferencia a las cualidades de los productos.

Las preferencias a las cualidades de los productos se definen como la selección o el orden jerárquico que otorga el usuario, dentro de un conjunto de alternativas de las variables de diseño, al juzgar las características de múltiples opciones en función de sus expectativas de utilidad, de la satisfacción generada por la facilidad de uso del producto y de sus experiencias previas. Es frecuente el uso de cuestionarios para conocer las preferencias de los usuarios en la selección de las cualidades de los productos (Karana et al., 2008) (Wu, 2022). Pero este único procedimiento no garantiza que la selección de los usuarios se corresponda con la elección de las opciones más eficientes. También queda descrito que las preferencias de los usuarios pueden modificarse con el tiempo y estar mediadas por las experiencias cognitivas de los individuos (Jiang et al., 2019).

Conocer la opinión de los usuarios potenciales sobre las cualidades de un producto durante su proceso de diseño permite ahondar en sus criterios de selección e incrementa las probabilidades de aceptación de

estos, pero es importante tener presente que estos análisis desconocen el procesamiento cognitivo de los estímulos de entrada, que establecen una relación directa con la eficiencia en el proceso de uso.

1.5 El paradigma del diseño inclusivo.

Es una premisa del diseño que cada persona es única en edad, estatura, habilidades, talentos y preferencias. En el diseño de IU el objetivo es resolver las relaciones funcionales y de significado, organizando el uso y las cualidades formales de la solución, de acuerdo con las capacidades y necesidades de los usuarios (Pérez & Peña, 2015). En términos de usabilidad, es muy difícil que el diseño satisfaga a la gran diversidad de usuarios. Por ello es necesario establecer criterios para manejar los problemas específicos de cómo crear productos bajo parámetros de usabilidad y al mismo tiempo adaptarse a las diversidades físicas y cognitivas (Dong, 2007).

El diseño inclusivo, como la ergonomía, plantea considerar las habilidades y limitaciones de los usuarios al desarrollar un producto, pero con diferente estrategia (Dong, 2007). En la ergonomía el modelo de usuario típico ha sido una curva con distribución gaussiana (Figura 1.2), en la que se ajusta el diseño del producto para la gran mayoría de la población objetivo, definida por percentiles, 95 %, excluyendo el 5 % o el 95 % de "cola" en la curva (Flinchum, 2000).

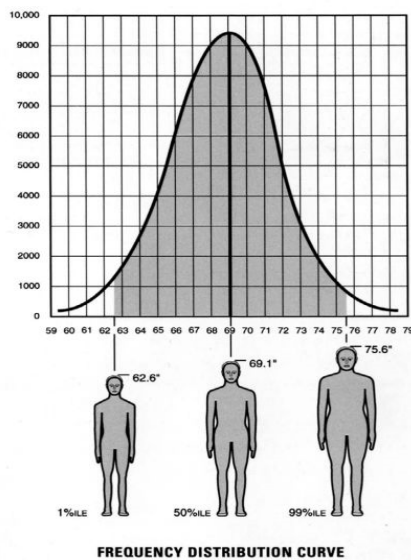


Figura 1.2. Curva de distribución de frecuencia de la ergonomía (Dong, 2007).

Dentro del diseño inclusivo resultó relevante para el enfoque de esta investigación el modelo de usuarios propuesto por Benktzon (Benktzon, 1993). Este modelo clasifica y agrupa a la población de usuarios potenciales en función de sus capacidades en tres niveles, representados en una pirámide. El nivel inferior

corresponde a los usuarios totalmente capacitados, junto a personas mayores con problemas leves de fuerza, audición o vista. En el nivel central de la pirámide se ubican las personas con reducción mínima o moderada de movilidad, déficits sensoriales o cognitivos causados por enfermedades y deficiencias más notables o relacionadas con la edad, pero que conservan su independencia y en el nivel superior se ubican los discapacitados severos, que dependen de ayuda para desarrollar la mayoría de sus actividades diarias. El modelo aparece representado en la Figura 1.3, página 17.



Figura 1.3. Modelo de pirámide de usuarios de Benktzon (Benktzon, 1993).

Esta definición de diseño inclusivo trasciende la clasificación de los usuarios en dos categorías: capacitados y discapacitados, registrando el espectro considerable de usuarios que se ubica en medio de estos extremos y que no son visibilizados de manera usual y consciente dentro de la actividad de diseño.

El modelo establece enfoques hacia la comprensión de la diversidad y, en consecuencia, fundamenta la respuesta del diseño para abordar la inclusión, con integración multidisciplinaria y sistemática (Dong, 2007), facilitando al diseño el asegurar que las propiedades físicas de un producto no superen las capacidades funcionales del usuario, de modo que más personas puedan utilizarlo, por lo que el conflicto del envejecimiento en el uso de las nuevas tecnologías puede atenuarse si se extiende una estrategia inclusiva, que permita la implementación de diseños interactivos y flexibles, de acuerdo con el grado de validismo o discapacidad (Zhang et al., 2020).

La clasificación de usuarios inspirada en la pirámide de Benktzon constituyó el referente teórico que orientó la concepción de inclusividad en la categorización de los grupos de sujetos que abordó la investigación. Quedando definido el determinar requisitos ergonómicos cognitivos a ser considerados el diseño de IU

orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, que estarían ubicados en los niveles inferior y medio de la pirámide, cuyas capacidades y limitaciones les permite un desempeño independiente.

1.6 Adultos mayores con autonomía y validismo.

La autonomía y el validismo son términos ampliamente estudiados con relación a las poblaciones geriátricas y sus facultades de independencia. Para la investigación se definió como adulto mayor con autonomía y validismo a aquellos que mantienen la capacidad física y mental de satisfacer y desarrollar las actividades básicas e instrumentadas de la vida diaria de manera independiente (Reguera Naranjo et al., 2001) (Arnautovska et al., 2019) (Somoza et al., 2022).

En la investigación se incluyeron dos grupos de adultos mayores que presentaron autonomía y validismo, correspondientes con los Niveles 1 y 2 de la pirámide de usuarios (Figura 1.4): adultos mayores sanos y adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores. Ambos grupos coincidieron en que mantenían un envejecimiento activo y la posibilidad de utilizar los dispositivos con IU de manera independiente. La cima de la pirámide, que agruparía sujetos dependientes, con discapacidades severas, no fue objeto de la investigación.



Figura 1.4. Distribución de los usuarios estudiados en la investigación. Elaboración propia.

1.6.1 Adultos mayores sanos.

Se definieron como adultos mayores sanos aquellos con un proceso de envejecimiento saludable, resultado de un declinar natural, sin la presencia de enfermedades, condiciones médicas o afectaciones neurológicas que impacten sobre su rendimiento cognitivo o movilidad (Roheger et al., 2020) (Villavicencio et al., 2020).

Este grupo se ubicó en la base de la pirámide de usuarios (Figura 1.4) y fue identificado como **Nivel 1** en el desarrollo de los estudios y en los resultados de la investigación.

1.6.2 Adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores.

El envejecimiento es un proceso que no ocurre de forma homogénea en todos los individuos. El propio declinar biológico y cognitivo o la presencia de enfermedades asociadas a la edad pueden ocasionar en los adultos mayores una reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores que, sin afectar su autonomía y validismo, represente una disminución de sus capacidades respecto a los adultos con un envejecimiento sano. Este grupo de sujetos se corresponden con el nivel medio de la pirámide de usuarios y serán identificados en la investigación como **Nivel 2**.

Para representar este grupo de adultos mayores se utilizó como modelo, considerando las ventajas que representa reemplazar el fenómeno en un campo más familiar para hacer estudios en condiciones más favorables (Acevedo-Díaz et al., 2017), a personas con Enfermedad de Parkinson (EP) en su etapa inicial, ya que ellos mantienen su autonomía y validismo, pero presentan déficits cognitivos y motores leves (Jankovic & Tolosa, 2007). Este grupo de pacientes con EP en etapa inicial fueron seleccionados por especialistas de segundo grado en neurología para garantizar, desde la movilidad y las particularidades cognitivas, que existiera una equivalencia con los adultos mayores que cumplían las características del segundo nivel de la pirámide de usuario.

La EP en su forma inicial tiende a ocurrir después de los 55 años y las manifestaciones de la enfermedad pueden afectar el uso de dispositivos con IU que han sido diseñados para usuarios sanos. Entre los síntomas motores de esta etapa inicial los más comunes son la bradicinesia, el temblor de reposo y la rigidez postural. La bradicinesia radica en la lentitud y disminución progresiva de la velocidad y de la amplitud del movimiento voluntario, en su ejecución o al iniciar el acto motor. La presencia de esta manifestación clínica puede afectar las tareas de control motor fino y la velocidad de las respuestas, ampliando los tiempos de reacción. El temblor de reposo y el movimiento oscilante involuntario también pueden afectar la ejecución de tareas de motricidad, aunque se atenúa cuando se inicia una acción, pero la realización de movimientos simultáneos y secuenciales en la EP si está más afectada que los movimientos aislados (Jankovic et al., 2021).

Dentro de los síntomas no motores se documentan déficits cognitivos, alteración del aprendizaje, afectación de la memoria operativa, pérdida de memoria a corto plazo y alteración de la manipulación de la representación interna de la información visoespacial. Estos problemas coexisten con el efecto de los cambios relacionados con la edad en el sistema de memoria (Jankovic et al., 2021). También se ha

encontrado evidencia de que en la EP aparecen afectaciones en la discriminación del color y en la sensibilidad al contraste visual (Montagnese et al., 2022).

Los síntomas antes descritos inciden en la velocidad y la calidad de las respuestas en el uso de las IGU y las IC, que dependen de cómo influyen las cualidades de las variables de diseño sobre los procesos cognitivos básicos que intervienen en el accionar de las interfaces.

1.7 Procesos cognitivos básicos para el diseño de las interfaces de usuario.

El correcto uso de las IGU y de IC depende del funcionamiento eficiente de un conjunto de procesos cognitivos básicos, necesarios para llevar a cabo las acciones que implementan la utilidad de las interfaces. Para ello es necesario realizar una combinación de habilidades de memoria visoespacial y de coordinación visomotora para accionar los controles con rapidez, además de la capacidad atencional en varios focos, para mantener esas acciones durante determinado tiempo (Adelman et al., 1993) (Golub et al., 2016) (Heersmink, 2013).

Desde el punto de vista conceptual los protocolos paradigmáticos necesarios para estudiar los procesos cognitivos básicos para el diseño de las IU se pueden clasificar en los siguientes constructos:

1. Velocidad de procesamiento de información.
2. Memoria operativa visoespacial (íconos abstractos y espacial).
3. Memoria operativa visual asociativa.
4. Coordinación óculo motriz de precisión.
5. Atención alterna.

La evaluación de estos procesos cognitivos básicos permite el conocimiento objetivo de las capacidades y limitaciones reales de los usuarios y cronometrar sus respuestas a las cualidades de las variables de diseño. Todos pueden ser evaluados utilizando como variables la velocidad y la calidad de las respuestas. La velocidad de respuesta se cuantifica en milisegundos y la calidad de la respuesta, está dada por la cantidad de respuestas correctas, incorrectas u omitidas, que también aporta datos precisos, al ocurrir dentro de un rango de tiempo predeterminado.

La integración de estos dos dominios ha sido denominada cronometría mental (Posner, 2005) y ambos se ven afectados por el proceso de envejecimiento, de ahí la necesidad de definir las regularidades cognitivas de los adultos mayores con autonomía y validismo en relación con estos, como condición necesaria para llegar a la adecuación ergonómica en el uso de IU.

1.7.1 Velocidad de procesamiento de información.

La velocidad de procesamiento de información se basa en la evaluación del tiempo de reacción (TR). La celeridad de conducción de los impulsos nerviosos no es suficiente para estimar la velocidad de respuesta de una persona, sino que el TR, como medida de la velocidad de respuesta al inicio de un estímulo vino a representar el indicador más utilizado de la velocidad psicomotora.

El TR, tal como se implementa usualmente, está formado por varios componentes: la velocidad de conducción neural periférica, incluida la velocidad de procesamiento sensorial y la velocidad motora; la velocidad de integración central estímulo-respuesta; la atención y la vigilancia (Bleecker et al.,1987). El TR ha venido a convertirse en la medida por excelencia de la naturaleza y el estado de las operaciones de procesamiento de información.

1.7.2 Memoria operativa visoespacial.

La utilización de las IGU o de IC requiere de recursos mínimos de memoria operativa para la interacción. Recordar la función de los diferentes iconos de los estímulos y controles es una capacidad básica para el uso eficiente de estas.

La memoria operativa visoespacial es definida como la habilidad para recordar imágenes visuales en forma de objetos o eventos, responde a la clasificación del material a retener (Manzanero & Álvarez, 2015) y constituye un sistema que permite a los individuos mantener y manipular, durante un periodo breve de tiempo, la información que se necesita para realizar las tareas (Baddeley, 2012). Para el problema a investigar se exploraron dos formas de memoria operativa visoespacial: la de íconos abstractos y la espacial.

1.7.2.1 Memoria operativa de íconos abstractos.

La representación en la memoria del componente icónico facilita la construcción de un mapa mental del dispositivo a utilizar. Los íconos sin contenido figurativo tienen un nivel de generalización adecuado para identificar la utilidad en el estudio de las IU, considerando, además, que la memoria operativa es un tipo de memoria que declina con la edad (Gilmore et al., 1986) (Greene & Naveh-Benjamin, 2020) (Jamadar et al., 2013).

1.7.2.2 Memoria operativa espacial.

La tarea de la memoria operativa espacial consiste en recordar estímulos seriados en un plano y es un indicador confiable de la capacidad de reaccionar secuencialmente de manera rápida ante demandas cognitivas visuales (Weschler,1999). La ejecución de esta tarea parece adecuarse a la actividad del componente de la memoria de trabajo que Baddeley denominó Visuospatial sketchpad o agenda visoespacial (Baddeley, 2012).

1.7.3 Memoria operativa visual asociativa.

La memoria operativa visual asociativa es la capacidad de memorizar íconos, asociarlos con otros y recordar su lugar en un espacio bidimensional en tiempo cero y minutos después de realizada la acción. Esta es un indicador confiable de memoria explícita episódica, también en los adultos mayores (Anderson & Bower, 1974).

Este constructo tiene una fase de codificación y dos fases de recuerdo, inmediata y diferida, de tal forma que se infieren tanto los procesos de codificación y recuperación como la consolidación de la información (Álvarez et al., 2021).

1.7.4 Coordinación óculo motriz de precisión.

La coordinación óculo motriz de precisión está relacionada con aquellas actividades que exigen exactitud de movimientos y requieren de elevado nivel de combinación y precisión óculo manual (Morrow & Sharpe, 1993). Con el envejecimiento se produce un enlentecimiento del procesamiento de información en el sistema nervioso y de la velocidad y exactitud de las respuestas (Krampe, 2002). Esto trae como consecuencia que este proceso cognitivo disminuya y aumenten los errores en el manejo de los controles en las IU, (Lin & Ho, 2020), siendo uno de los procesos que también se ve afectado por los síntomas motores que se manifiestan en la forma inicial de la EP, definida para la investigación como modelo de los adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores.

1.7.5 Atención alterna.

Las interacciones con el entorno implican cambios rápidos y efectivos en el foco de atención. Para accionar las IU se debe cambiar el foco de atención de un control a otro o de un estímulo a otro, sucesivamente, lo que implicaría un proceso atencional llamado atención alterna (Faghih et al., 2014). La investigación de la atención explora, entre otros aspectos, cómo el control voluntario y la experiencia subjetiva surgen y regulan la conducta (Petersen & Posner, 2012). La atención selectiva puede dirigir voluntariamente una modalidad sensorial particular para un procesamiento preferencial, de manera similar a la indicación de la atención visoespacial (Posner, 2005).

Un sujeto puede dirigir voluntariamente la atención de manera selectiva, pero resultados de estudios visuales previos (Fiebelkorn & Kastner, 2019) (Jenkins et al., 2018) muestran que los cambios voluntarios de atención son más lentos que los cambios guiados por estímulos o señales, producto de la asombrosa capacidad del sistema visual humano para orientar rápidamente la atención hacia las partes más informativas de las escenas.

1.7.6 Interacción de modalidades sensoriales diferentes.

Se ha expuesto que la combinación de estímulos visuales y auditivos puede mejorar o interferir en la calidad de respuesta de los sujetos (Marsh et al., 2020), según el balance de la intensidad de los estímulos, reforzando la atención o generando una distracción en uno de los dos canales sensoriales, por lo que la interacción de modalidades puede condicionar el desempeño en los procesos de uso.

Combinar de manera armónica estímulos visuales y auditivos en la utilización de las IU puede ser capaz de reforzar el foco de atención, aumentar la motivación y mejorar la concentración de los usuarios en la tarea a realizar (Faghhi et al., 2014). La interacción de modalidades visuales (agenda visoespacial) y auditivas (bucle fonológico) se produce igualmente en la memoria operativa y el sistema de procesamiento ligado a las funciones atencionales y ejecutivas se encarga de integrar estos dos componentes (Baddeley, 2012).

1.8 Adecuación ergonómica.

La adecuación ergonómica es un proceso que debe ocurrir desde el inicio del desarrollo de un proyecto de diseño y consiste en hacer coherente la relación del sujeto con los productos a diseñar, atendiendo a las especificaciones cuantitativas que los estudios ergonómicos aportan sobre las características cognitivas, antropométricas, anatomofisiológicas y biomecánicas del usuario, para solucionar las funciones y el modo de realizar las acciones, con un grado de pertinencia que permitan una experiencia de uso eficiente (Obinna et al., 2021).

Para llevar a cabo el diseño de las IU es importante establecer una relación congruente entre el conocimiento de las capacidades y limitaciones de los usuarios, el proceso de uso previsto y las cualidades de las variables de diseño que conforman los estímulos y controles de las interfaces, diseñando para lo común y lo individual, en busca de la inclusividad. El proceso de adecuación ergonómica de las relaciones usuario-producto, que garantizan la calidad y efectividad de estas, ocurre mediante la incorporación de los requisitos ergonómicos a la actividad de diseño. Estos resultan la herramienta para pautar el proceso creativo, al incorporar los datos que aportan las investigaciones ergonómicas.

1.8.1 Requisitos ergonómicos para el diseño de interfaces de usuario.

Según la ISO 9000:2000: Sistemas de gestión de la calidad- Conceptos y vocabularios (ISO, 2004), el término requisito hace referencia a necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias para un sistema. El SEI (siglas del inglés para el Software Engineering Institute) expone que los requisitos son representaciones documentadas de las condiciones que debe poseer un producto o componente de este, necesitadas por un usuario para solucionar un problema o lograr un objetivo (Northrop,

2002). Teóricos del diseño industrial y de la comunicación visual (Bonsiepe, 2012) (Eneberg & Holm, 2015) (Guerrero et al., 2018) hacen referencia a los requisitos de diseño como parámetros que deben cumplir los productos que resulten de la actividad de diseño, con un carácter obligatorio cuando de su cumplimiento depende la usabilidad de la solución o ser recomendaciones deseadas para mejorar la funcionalidad de los productos. En todas las definiciones se pone de manifiesto que describen las necesidades cuantificadas de los usuarios que deben ser incluidas en la solución de los productos, para cumplir la finalidad útil en el proceso de uso.

Los requisitos de diseño constituyen las especificaciones iniciales de la solución proyectada y resultan de gran importancia en el desarrollo de nuevos productos porque ayudan a gestionar la necesidad del proyecto de forma estructurada, delimitan y acotan el proceso creativo y describen cómo debe ser la solución para dar respuesta a la necesidad que la genera.

Los requisitos ergonómicos de diseño se definen para esta investigación como las propiedades, restricciones o regulaciones que debe cumplir un producto para alcanzar una óptima adecuación ergonómica a las características de los sujetos que lo utilizarán, contribuyendo a garantizar la calidad de la solución final, mejorando la interacción hombre-producto y favoreciendo la aceptabilidad al evitar rechazos en la experiencia de uso.

En el diseño de IU los requisitos ergonómicos de mayor relevancia tienen un carácter cognitivo porque su modo de uso está condicionado por un conjunto de procesos cognitivos básicos y debe garantizarse, desde el inicio del diseño, que el resultado sea un producto compatible con las capacidades y limitaciones cognitivas de los usuarios, para asegurar la usabilidad.

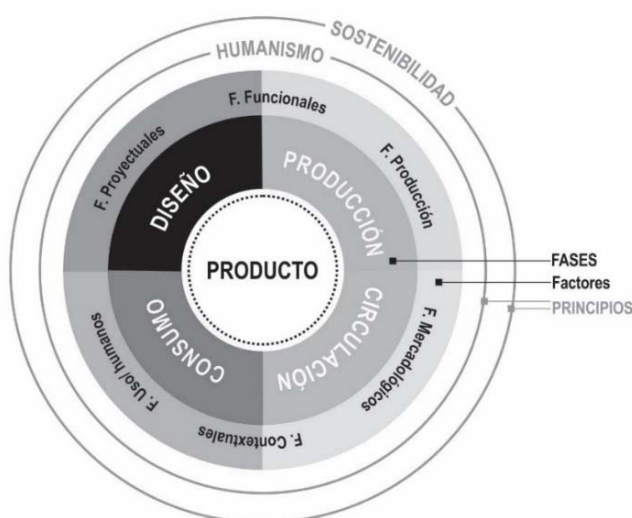


Figura 1.5. Estructura interna de los problemas de diseño (Pérez & Peña, 2014).

Dentro de la estructura interna de los problemas de diseño que organiza las diferentes etapas por las que transita la solución de un problema (Pérez & Peña, 2015), representada en la Figura 1.5, página 24, los requisitos ergonómicos de diseño se identifican como resultado de los análisis considerados como parte del Factor Uso/humanos, que comprende todo lo relativo a la interacción del hombre con el producto, coincidiendo con la clasificación de Bonsiepe (Bonsiepe, 2012), que ubica dentro de los requisitos de uso todo lo concerniente a la ergonomía del producto. Una vez identificados, serán declarados dentro de la fase Diseño, que da inicio al ciclo de vida del producto.

Los requisitos ergonómicos, al igual que el resto de los requisitos de diseño de los productos, deben satisfacer propiedades que determinan el que sean considerados como válidos (Grua et al., 2019). Estas pueden resumirse en las siguientes:

- *Unicidad*: deben poder ser interpretados inequívocamente de una sola manera.
- *Verificabilidad*: su implementación debe poder ser comprobada y al hacerlo debe dar como resultado correcto o incorrecto.
- *Concreción*: deben explicar lo que deberá implementarse en la interfaz, pero al mismo tiempo, evitar detalles innecesarios.
- *Coherencia*: no pueden generar conflictos entre sí. Cuando se implementa un requisito, este no puede afectar la aplicación de otras condicionantes.
- *Claridad*: no deben contener terminología innecesaria. Deben ser establecidos de forma clara y simple.
- *Viabilidad*: deben ser factibles según las restricciones de los recursos tecnológicos disponibles.
- *Independencia*: para comprender un requisito no debe ser necesario el conocimiento de otro.
- *No redundancia*: cada requisito debe ser formulado una sola vez.

Los requisitos ergonómicos de diseño son herramientas esenciales no sólo para la adecuación ergonómica en el desarrollo del diseño de nuevos productos, también permiten la evaluación y el diagnóstico de productos ya implementados.

1.9 Conclusiones del Capítulo I

1. Las áreas del conocimiento analizadas en este capítulo posibilitaron fundamentar los dominios necesarios para el basamento teórico que permitió estructurar un procedimiento lógico para establecer las regularidades necesarias para la determinación de los requisitos ergonómicos

cognitivos a ser considerados en el diseño de IU adecuadas a los adultos mayores con autonomía y validismo.

2. Dentro de los fundamentos teóricos analizados, la selección de las variables de diseño para las IU analizadas en la investigación permitió conformar las propiedades de los controles y estímulos presentes en los prototipos desarrollados para los protocolos de evaluación.
3. Los conocimientos de aceptabilidad aportaron las categorías ergonómicas que pueden estar implícitas en la aceptación o rechazo de los usuarios a una solución de diseño y el análisis de las preferencias de los usuarios facilitó elaborar instrumentos para contrastar la opinión de los sujetos en relación a las variables de diseño presentes en las IU.
4. Determinar los procesos cognitivos básicos para accionar las IU definió los dominios teóricos a ser explorados para identificar las regularidades ergonómicas cognitivas que ocurren dentro del proceso de uso.
5. El diseño inclusivo constituyó el paradigma teórico que orientó la concepción de inclusividad en la definición de los grupos de usuarios de la investigación, trascendiendo la clasificación limitada de usuarios capacitados y discapacitados para considerar, además del grupo mayoritario de sujetos sanos, el numeroso segmento de personas con reducción de movilidad y déficits cognitivos que mantienen su autonomía y validismo y que precisan ser incluidos de forma visible y objetiva en la actividad de diseño.

CAPÍTULO II

**PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR REQUISITOS
ERGONÓMICOS COGNITIVOS A CONSIDERARSE
EN EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO
ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS
CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO.**

CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO.

En el presente capítulo se describen los estudios desarrollados para la investigación, implementados en varios protocolos de evaluación que permitieron identificar las regularidades cognitivas de adultos mayores cubanos con autonomía y validismo en el uso de IU, conducentes a la determinación de los requisitos ergonómicos cognitivos que dieron respuesta al problema de investigación.

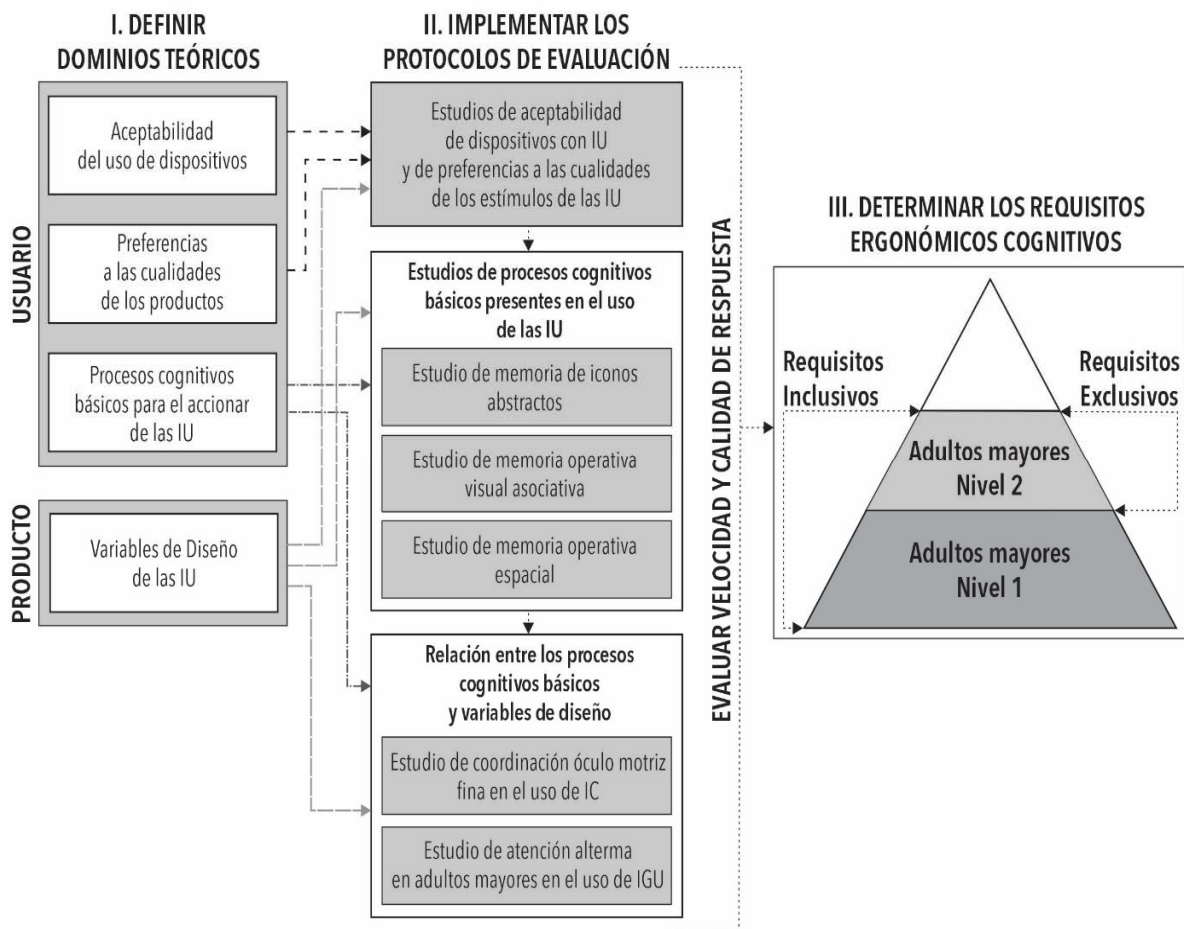


Figura 2.1. Procedimiento para determinar los requisitos ergonómicos cognitivos para el diseño de interfaces de usuario. Elaboración propia.

El desarrollo de la investigación se estableció a partir de la implementación de un procedimiento metodológico (Figura 2.1) consistente en una construcción teórico-práctica que contiene y relaciona los dominios teóricos que fundamentaron los estudios y los métodos e instrumentos utilizados en los protocolos de evaluación para alcanzar los resultados que concretaron el cumplimiento del objetivo general planteado.

Este procedimiento constituyó la primera aproximación a la solución del problema científico enunciado y dio respuesta a las tareas de investigación de determinar las categorías ergonómicas que inciden en la aceptabilidad y preferencias en el empleo de IU; identificar las regularidades de los procesos cognitivos básicos que se expresan en el uso de IU y determinar las variables de diseño que inciden en las adecuaciones ergonómicas de las IU para adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Para determinar los requisitos ergonómicos cognitivos inicialmente se definieron los dominios teóricos que sustentaron los estudios desarrollados para evaluar el desempeño de los sujetos en el uso de IU. Los tres primeros: aceptabilidad, preferencias y procesos cognitivos, estuvieron relacionados directamente con los adultos mayores, considerados como usuarios para la actividad de diseño y el cuarto: variables de diseño, estuvo referido al producto de diseño, en este caso, las IU.

Como segundo paso se declararon los protocolos de evaluación para identificar las regularidades conducentes a la determinación de los requisitos ergonómicos, que estuvieron estructurados en tres categorías de estudios:

1. Aceptabilidad de dispositivos con IU y preferencias a las cualidades de los estímulos de las IU.
2. Procesos cognitivos básicos presentes en el uso de las IU.
3. Relación entre los procesos cognitivos para el uso de las IU y las variables de diseño.

Así mismo, se estableció la correlación de los dominios teóricos con los estudios para la evaluación de los sujetos. La aceptabilidad a dispositivos condicionó el estudio de igual nombre, en el cual se exploraron las categorías ergonómicas que pueden influir sobre la satisfacción de los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo en el uso de dispositivos con IU y las preferencias a las cualidades de los productos fundamentó la evaluación que indagó sobre las elecciones individuales de los usuarios con relación a las propiedades de las variables de diseño presentes en las IU.

Los conocimientos sobre procesos cognitivos básicos para el accionar de las IU sustentaron el estudio análogo, organizado en tres categorías: *el estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos, de la memoria operativa visual asociativa y de la memoria operativa espacial*. Así mismo, estos procesos cognitivos condicionaron el desarrollo de los prototipos utilizados para evaluar la coordinación óculo motriz de precisión y la atención alterna de los sujetos.

Las variables de diseño definidas fueron consideradas para el *estudio de las preferencias a las cualidades de los estímulos en las IU* y sus dimensiones e indicadores constituyeron los estímulos y controles implementados en los prototipos desarrollados, empleados para evaluar *la coordinación óculo motriz de precisión en el uso de un simulador de IC y la atención alterna en el uso de un simulador de IGU*.

El procedimiento permitió establecer las interrelaciones entre las categorías teóricas y los estudios definidos para obtener como resultado los requisitos ergonómicos cognitivos, determinados a partir de evaluar la velocidad y la calidad de las respuestas de los sujetos de las muestras e identificar las regularidades cognitivas en cada uno de ellos, esenciales para formular los requisitos inclusivos y exclusivos, que dieron respuesta al paradigma de inclusividad asumido en la investigación.

Los requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos comprendieron los usuarios definidos en los Niveles 1 y 2 de la pirámide y estarían orientados a considerarse en el diseño de IU para igualar las posibilidades de uso por ambos grupos. Los requisitos exclusivos, orientados para el grupo de adultos mayores del Nivel 2, definieron parámetros específicos, necesarios para el uso de las interfaces por este grupo. Ambos grupos de requisitos ergonómicos se organizaron a partir de los dominios definidos en los fundamentos teóricos y se estructuraron según las variables de diseño evaluadas.

2.1 Desarrollo de los estudios realizados en la investigación.

Se exponen en este epígrafe los protocolos de evaluación de los adultos mayores cubanos de Nivel 1 y 2, que aparecen en el siguiente orden:

1. Estudio de aceptabilidad de dispositivos con IU de adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
2. Estudio de preferencias a las cualidades de los estímulos de las IU de adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
3. Estudios de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores de Nivel 1.
4. Estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.
5. Estudios de coordinación óculo motriz de precisión en el uso de prototipo simulador de interfaz de control en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.
6. Estudios de atención alterna en el uso de prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.

2.2.1 Consideraciones sobre el tipo de muestreo utilizado en la investigación.

Dado que los objetivos de esta tesis estuvieron dirigidos a estudiar una población con características muy específicas: la de adultos mayores de 60 años con autonomía y validismo, fue necesario establecer un criterio de selección de muestreo que excluyera una parte importante de la población general con esa cota

de edad que no se ajustara a las condiciones de no presentar demencias, trastornos cognitivos clínicos o cualquier condición neurológica o de salud que comprometiera su normal funcionamiento cognitivo o la motricidad funcional.

Para poder cumplir esta finalidad se construyeron grupos muestrales para cada estudio, mediante *muestreo no probabilístico*, de acuerdo con criterios estrictos de selección (Etikan et al., 2016) (Campbell et al., 2020), que se describieron en los epígrafes correspondientes al material y método de cada estudio. Esta técnica fue considerada teóricamente correcta por su capacidad de representar un modelo a pequeña escala de las características más importantes de la población a estudiar (Schreuder et al., 2001) (Baltes & Ralph, 2022), necesaria cuando los criterios teóricos bien definidos deben ser determinantes para garantizar la calidad de la muestra y minimizar la varianza en las observaciones, por la probable influencia de posibles variables aleatorias no controladas (Ayhan, 2011).

Las muestras seleccionadas, según los estudios, fueron:

1. Para los *estudios de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario y de preferencia a las cualidades de los estímulos de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo*: muestra de pacientes con trastornos neurológicos que pudieran requerir en un futuro neurorrehabilitación, pero que de acuerdo con los criterios de sus neurólogos todavía evidenciaron autonomía y validismo y muestra de adultos mayores sanos pareadas por sexo y rango de edad de 5 años.
2. Para los *estudios de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores cubanos de Nivel 1*: muestra de adultos mayores sanos, seleccionados por estrictos criterios neurológicos que garantizaron su autonomía, validismo y la no presencia de trastornos cognitivos.
3. Para los *estudios de la memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial; de la coordinación óculo motriz de precisión en el uso de un prototipo simulador de interfaz de control y de la atención alterna en el uso de un prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario por adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2*: muestra de pacientes con EP en su fase inicial, como modelo de adultos mayor con reducción de movilidad fina y déficit cognitivo ligero y muestra de adultos mayores sanos pareados por sexo y rango de edad de 5 años con los sujetos con EP.

2.2.2 Estudio de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Con este estudio se dio cumplimiento a la tarea de investigación de determinar las categorías ergonómicas que inciden en la aceptabilidad en el empleo de IU en los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo. Las categorías ergonómicas definidas en el epígrafe 1.4.1, facilidad de asimilación, seguridad y expectativas, fundamentaron el proceso de elaboración del instrumento para conocer la aceptabilidad de dispositivos con IU. El diseño metodológico para la elaboración del cuestionario utilizado en el estudio aparece descrito en el Anexo 1.

Objetivo.

Este estudio tuvo como objetivo identificar qué categorías ergonómicas determinan la aceptabilidad de adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2, en el uso de hipotéticos dispositivos para la rehabilitación motora, que presentaron IU. Fue un estudio de tipo exploratorio, que responde a que no existían antecedentes en Cuba sobre esta temática.

Población.

La población del estudio fueron adultos mayores cubanos con autonomía y validismo para el uso de las IU. Dentro de estos: adultos mayores con un envejecimiento sano y adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores asociadas a sus enfermedades, todos ellos usuarios potenciales de dispositivos con IU para su rehabilitación motora.

Composición de la muestra.

Se definió una muestra propositiva, no probabilística, integrada por 78 sujetos. El grupo de Nivel 1 estuvo integrado por 47 adultos mayores sanos, pareados por sexo y edad, en rango de cinco años, con el grupo Nivel 2. Los sujetos seleccionados fueron examinados por neurólogos y geriatras, garantizando que no tuvieran ninguna condición médica que comprometiera su cognición y movilidad y se reclutaron dentro de los trabajadores del INN, del ISDi y acompañantes de pacientes del INN que asistían a consulta externa.

El segundo grupo, representando el Nivel 2, estuvo conformado por 31 sujetos, 12 de ellos con EP en etapa inicial, evaluados según la Escala Unificada para la Enfermedad de Parkinson (UPDRS por su nombre en inglés), que aparece en el Anexo 7 y 19 adultos con otras manifestaciones de trastornos de movimiento. Estos pacientes fueron seleccionados igualmente entre los pacientes del INN, a partir de criterios de los neurólogos especialistas de 2do grado.

Estas otras manifestaciones de trastorno de movimiento presentaban en común con los EP el nivel de autonomía y validismo para el uso de IU y la necesidad latente de neurorehabilitación, lo que facilitaría

estudiar su aceptación a la tecnología mediante el dispositivo ejemplificado. Todos estos pacientes conservaban su independencia y movilidad, al estar en estadios iniciales de la enfermedad. Las características de esa muestra se aprecian en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Características de la muestra.

| Diagnóstico | N | Edad – Media | Edad – D.E. | Edad – Mínima | Edad - Máxima |
|--------------------------------|----|--------------|-------------|---------------|---------------|
| Enfermedad de Parkinson | 12 | 59,42 | 11,13 | 61,00 | 78,00 |
| Enfermedad de Huntington | 5 | 54,40 | 14,05 | 51,00 | 66,00 |
| Esclerosis múltiple | 2 | 37,00 | 18,38 | 24,00 | 50,00 |
| Esclerosis lateral amiotrófica | 2 | 49,50 | 4,95 | 46,00 | 53,00 |
| Distrofia muscular | 1 | 51,00 | - | - | - |
| Distonía | 7 | 61,42 | 14,69 | 32,00 | 77,00 |
| Accidente cerebro vascular | 2 | 74,50 | 21,92 | 59,00 | 90,00 |

En la Tabla 2.2 se expone el análisis que muestra que no hubo diferencias significativas por edad entre ambos grupos del estudio. La frecuencia por sexo entre los grupos, que se presenta en la Tabla 2.3, indica que tampoco presentó diferencias significativas.

Tabla 2.2. Comparación de medias de la edad de la muestra.

| | Nivel 1 Media (DS) | Nivel 2 Media (DS) | Valor de t | df | p | n– Nivel 1 | n – Nivel 2 |
|------|-----------------------|-----------------------|------------|----|------|------------|-------------|
| Edad | 52,21277 | 57,03(14.98) | 1,50 | 78 | 0,13 | 47 | 31 |

Tabla 2.3. Distribución de frecuencia de sexo y Nivel.

| Categoría Nivel 1-Nivel 2 | Sexo Nivel 1 | Sexo Nivel 1 | Totales filas |
|---------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Nivel 2 | 19 | 12 | 31 |
| Nivel 1 | 29 | 18 | 47 |
| Todos los grupos | 48 | 30 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson: 0,001, $p=0,97$ 0,97

La información que se expone en ambas tablas evidencia que las dos muestras son comparables por proporción de sexo y edad.

Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

Los criterios de inclusión fueron: adultos mayores con envejecimiento sano y adultos mayores con necesidad potencial de rehabilitación motora, ausencia de trastornos cognitivos graves y voluntariedad. Como criterio de exclusión se consideró la presencia de déficit visual severo.

Aspectos éticos.

La recogida de datos se acogió a la voluntariedad de los participantes, expresada mediante consentimiento informado y un autorizo de la institución (Anexo 4). Fueron explicados a todos los objetivos y el procedimiento de la investigación y la opción de cada uno de abandonarla en el momento deseado. Se garantizó confidencialidad en el manejo de la información de cada participante. Las bases de datos se archivaron y custodiaron en el laboratorio de Neurocognición del INN y el diseño de la investigación fue aprobado por la Comisión de Bioética Médica del INN. Este procedimiento se siguió para cada uno de los siguientes estudios realizados.

Instrumento.

Se aplicó un cuestionario con escala de Likert, compuesto por 12 ítems, agrupados en tres categorías ergonómicas: facilidad de asimilación, seguridad y expectativas. El diseño metodológico de la construcción del cuestionario aplicado y sus propiedades métricas aparecen en el Anexo 1. La versión final aplicada aparece en el Anexo 5.

En la Tabla 2.4 se muestran las preguntas y la escala empleada para su evaluación. Las categorías ergonómicas a las que corresponden las preguntas fue como siguió: *facilidad de asimilación*, relacionada con la comprensión y aprendizaje rápido del uso, la función y el significado del dispositivo, se exploró con los ítems 3, 8, 9, 11 y 12. La *seguridad*, relacionada con las características que garantizan la seguridad e higiene de los usuarios, se estudió en los ítems: 4, 5 y 7, y las *expectativas*, que resumen lo que el usuario espera lograr o alcanzar con el producto, se indagó mediante los ítems 1, 2, 6 y 12.

Tabla 2.4. Preguntas y escala empleada en el cuestionario de Aceptabilidad de dispositivos con IU.

| | Preguntas | Escala empleada |
|---|--|------------------------|
| 1 | ¿Le gustaría poder realizar la rehabilitación usted mismo en su casa, empleando un dispositivo con el que pueda interactuar? | Nada-Poco-Mucho |
| 2 | ¿Prefiere que su rehabilitación sea por usted solo en lugar del apoyo de un especialista? | Nada-Poco-Mucho |

| | | |
|----|---|-----------------|
| 3 | Si se le explica cómo utilizar un dispositivo para rehabilitación, ¿cree que aun así le sea difícil manejarlo? | Nada-Poco-Mucho |
| 4 | ¿Tiene temor a algún daño eléctrico al manipular un dispositivo con el que pueda interactuar, para su rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 5 | ¿Le provocaría algún temor poder cometer errores en el uso del dispositivo para realizar su rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 6 | ¿Considera que el uso de dispositivos para la rehabilitación puede mejorar su calidad de vida? | Nada-Poco-Mucho |
| 7 | ¿Tendría miedo de romper el dispositivo en la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 8 | ¿Considera difícil aprender a manipular por sí mismo un dispositivo para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 9 | ¿Preferiría que un familiar cercano lo ayudase a manipular el dispositivo para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 10 | ¿Piensa que sería muy complicado memorizar los pasos a seguir para la manipulación de dispositivos para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 11 | ¿Considera que los dispositivos para la rehabilitación con los que pueda interactuar pueden ser complicados para cualquier persona? | Nada-Poco-Mucho |
| 12 | ¿Considera que los pacientes con enfermedades del Sistema Nervioso pudieran mejorar su calidad de vida empleando dispositivos para rehabilitación ellos mismos? | Nada-Poco-Mucho |

Procedimiento.

Los sujetos fueron evaluados mediante las respuestas al cuestionario de aceptabilidad. La aplicación del cuestionario se realizó durante el período de diciembre de 2018 a abril de 2020, en el laboratorio de Neurocognición del INN, con las condiciones de aislamiento y uniformidad necesarias (Matamoros-Tuma & Álvarez-González, 2002).

Todas las aplicaciones se realizaron en horario matutino con una duración aproximada de 25 min. El cuestionario se administró siguiendo un protocolo en dos pasos: primero, comunicación oral de instrucciones (consigna) y seguidamente, la respuesta.

Análisis de datos.

Se realizó un análisis factorial exploratorio por componentes principales, usando como método de rotación el varimax normalizado. El criterio para extracción de factores fue el método de autovalores de scree, por el cual se seleccionaron los tres primeros factores que explicaron el 55 % de la varianza total.

Los resultados de este estudio se exponen en el primer trabajo publicado en Cuba relacionado con la aceptabilidad en diseño de dispositivos con interfaces de usuario (Coromina et al., 2022).

2.2.3 Estudio de preferencia a las cualidades de los estímulos de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Este estudio dio cumplimiento a la tarea de investigación de determinar las categorías ergonómicas que inciden en las preferencias en el empleo de interfaces de usuario en los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo y se desarrolló a partir de la elaboración de un instrumento que evaluó las preferencias individuales con relación a las propiedades de las variables de diseño que constituyen los recursos más frecuentes con los que se componen los estímulos mediante los cuales se recibe la información y los controles con los que se transfiere la decisión tomada por el sujeto en las IU, relativos a la categoría ergonómica facilidad de uso.

Se estudiaron las variables configuración, color, ubicación, textura superficial y la preferencia a los canales sensoriales a través de los cuales se reciben los estímulos, considerados de forma única o combinados entre ellos. El diseño metodológico para la elaboración del cuestionario utilizado en el estudio aparece descrito en el Anexo 1.

Objetivo.

El objetivo de este estudio exploratorio consistió en identificar la preferencia de adultos mayores comprendidos en los Niveles 1 y 2, a las cualidades de los estímulos constituidas por los indicadores de las variables de diseño presentes en las IU, ejemplificado en el uso de un dispositivo para la rehabilitación motora.

La *Población*, *Composición de la muestra* los *Criterios de inclusión y exclusión de la muestra* y los *Aspectos éticos* coinciden con los expuestos en el epígrafe 2.2.2 *Estudio de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo*.

Instrumento.

Se aplicó un cuestionario con escala descriptiva, compuesto por 7 ítems, que respondían a la categoría ergonómica: facilidad de uso, relacionada con las cualidades del producto, la simplicidad de formas de

accionamiento y la lógica de la secuencia de uso. La versión final aplicada del instrumento aparece en el Anexo 6. En la Tabla 2.5 se muestran las preguntas de la categoría explorada y la escala empleada para su evaluación.

Tabla 2.5. Preguntas y escala empleada en el cuestionario de Preferencia a las cualidades de los estímulos de las IU.

| | Preguntas | Escala empleada |
|---|---|---|
| 1 | En caso de que existiera un dispositivo para que usted se realice la rehabilitación en casa, qué tipo de estímulos le gustaría que tuviese. | Visual-Auditivo-Táctil-Visual y Auditivo-Todos combinados |
| 2 | Si en el dispositivo existiera un estímulo visual, ¿de qué color le gustaría que fueran apareciendo las imágenes? | Rojo-Azul-Amarillo-Otro |
| 3 | Si en el dispositivo existiera un estímulo visual, ¿en qué posición le gustaría que fueran apareciendo las imágenes? | Abajo-A un lado- Al centro |
| 4 | ¿De qué forma le gustaría que fueran los estímulos visuales del dispositivo? | Círculo-Cuadrado-Triángulo-Otra |
| 5 | Si existiera en el dispositivo un estímulo auditivo ¿cómo le gustaría que fuese? | Constante-A intervalos |
| 6 | Si existiera en el dispositivo un estímulo auditivo ¿Qué volumen preferiría que tuviese? | Alto-Medio-Bajo |
| 7 | Si existiera en el dispositivo un estímulo táctil, ¿qué textura le gustaría que tuviese? | Lisa-Rugosa |

Procedimiento

El procedimiento empleado coincide con el expuesto en el epígrafe 2.2.2 *Estudio de aceptabilidad de dispositivos con IU en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo*.

Análisis de datos.

El análisis de los datos se realizó utilizando el método Chi cuadrado de Pearson, mediante el cual se determinó si existió diferencia significativa ($p < 0,05$) entre la frecuencia observada y la esperada de las respuestas de los adultos mayores con envejecimiento sano y adultos mayores con reducción de movilidad y déficits cognitivos menores, sobre la preferencia a las características de estímulos presentes en las IGU, en relación a la combinación entre diferentes tipos de canales sensoriales, configuración, color y ubicación de los estímulos visuales, tipo y volumen de los estímulos auditivos y tipo de textura de los estímulos táctiles.

2.2.4 Estudios de procesos cognitivos básicos para el uso de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Se llevaron a cabo estudios cognitivos para evaluar los procesos cognitivos básicos descritos en el epígrafe 1.7, evaluando la memoria operativa visual de íconos abstractos, la memoria operativa espacial y la memoria operativa visual asociativa, analizando en cada uno de los estudios la velocidad de procesamiento de información mediante la evaluación del tiempo de reacción. Este proceso se midió mediante dos formas: evaluando las respuestas correctas entre cotas de tiempo predeterminadas, declaradas en milisegundos y evaluando directamente los tiempos de reacción, medidos en milisegundos. Con estos estudios se da respuesta a la tarea de investigación de identificar las regularidades de los procesos cognitivos básicos que se expresan en el uso de interfaces de usuario por los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

2.2.4.1 Estudios de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores de Nivel 1.

Objetivo.

Este estudio de tipo exploratorio tuvo el objetivo de analizar la influencia de la edad sobre la memoria operativa visual de íconos abstractos y en la memoria operativa visual asociativa inmediata en personas de la tercera edad sin enfermedades que alteren la cognición, lo que constituyó una muestra excepcionalmente homogénea.

Población.

La población del estudio fueron adultos mayores cubanos, con envejecimiento sano, que no presentaran déficit cognitivo detectable por un examen neurológico, según criterios médicos de neurólogos y geriatras.

Composición de la muestra.

Dada la atipicidad de la muestra a estudiar se procedió a realizar un estudio a partir de un muestreo propositivo no probabilístico en el área de salud del Policlínico Plaza de la Revolución, para garantizar que la muestra cumpliera el criterio de envejecimiento sano, sin condiciones que afectaran su cognición y movilidad. La muestra inicial estuvo integrada por 133 sujetos mayores de 60 años que no presentaban alteraciones neurológicas conocidas, 36 mujeres (27,1%) y 97 hombres (72,9%). Todos los participantes fueron evaluados por un equipo de tres neurólogos que los examinaron para detectar posibles alteraciones no diagnosticadas previamente y descartar la presencia de enfermedades concomitantes que modificaran la cognición, así como trastornos visuales refractarios y daltonismo. La muestra final se redujo a 73 sujetos participantes.

La escolaridad de los sujetos se clasificó en tres categorías: secundaria, preuniversitario y universitaria. La frecuencia por cada categoría y la edad promedio se muestran en la tabla 2.6. La edad media fue de 71,24 años y la desviación estándar (DS) = 7,21.

Tabla 2.6. Nivel escolar y edad promedio de la muestra.

| Nivel escolar | Edad - Media | Edad - N | Edad - DS |
|------------------|--------------|----------|-----------|
| Secundaria | 75,12 | 16 | 7,43 |
| Preuniversitario | 69,81 | 37 | 5,82 |
| Universitario | 67,25 | 20 | 7,08 |

En las Tablas 2.7 y 2.8 se aprecia que existió homogeneidad en las variables sexo y nivel de escolaridad entre los integrantes de la muestra.

Tabla 2.7. Comparación de la media del sexo.

| | Sexo F Media (DS) | Sexo M Media (DS) | Valor de t | df | p | F-varianza | p-varianza |
|------|----------------------|----------------------|------------|----|------|------------|------------|
| Edad | 70,07(7,06) | 71,00(7,13) | 0,46 | 71 | 0,64 | 1,01 | 0,89 |

Tabla 2.8. Comparación de la media del nivel de escolaridad.

| | Sexo F Media (DS) | Sexo M Media (DS) | Valor de t | df | p | F-varianza | p-varianza |
|-------------|----------------------|----------------------|------------|----|------|------------|------------|
| Escolaridad | 2,98(0,66) | 3,31(0,79) | 1,67 | 71 | 0,98 | 1,41 | 0,34 |

Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

Los criterios de inclusión para participar en el estudio fueron: edad mayor de 60 años, total autonomía física y mental, voluntariedad a participar en el estudio, escolaridad al menos secundaria. Los criterios de exclusión fueron la detección durante el examen neurológico de cualquier trastorno neurológico y condición médica o uso de sustancias que pudieran comprometer el rendimiento cognitivo.

Aspectos éticos.

Los aspectos éticos aparecen tratados según se explica en el apartado de igual nombre, del epígrafe 2.2.2.

Instrumentos.

Se empleó una batería de pruebas cognitivas computarizadas validadas para su uso en el INN, que exploraron con alta sensibilidad los dominios cognitivos definidos. Para el estudio de la memoria operativa

espacial de íconos abstractos se definió el módulo Memoria de figuras (MF) y para la memoria operativa visual asociativa se utilizó el módulo Pares visuales asociados (PVA), ambos del software VINCI 1.0 (Álvarez et al., 2008), programado en plataforma .net, por colaboración entre el INN y la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana.

Estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos mediante la prueba Memoria de figuras.

La prueba consistió en reconocer una figura abstracta, presentada previamente, dentro de una matriz de nueve figuras muy semejantes. Se presentaron tres matrices de nueve figuras cada una. Los estímulos presentados consistieron en tres figuras abstractas de colores blanco y negro que aparecían de modo simultáneo, alineadas horizontalmente en el centro de la pantalla, sobre un fondo gris. A continuación, fueron presentadas simultáneamente nueve figuras abstractas con iguales dimensiones, distribuidas en la pantalla vertical y horizontalmente en configuración matricial de 3 x 3. Dentro de estas se repitieron las tres figuras-estímulo antes mostradas, acompañadas de seis distractores similares a ellas. La tarea del participante consistió en identificar las tres figuras-estímulos, tocando con el ratón la figura seleccionada en la pantalla de la computadora. La Figura 2.2 muestra una captura de pantalla de la prueba MF.



Figura 2.2. Captura de pantalla de la prueba MF empleada para el estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos. Elaboración propia.

La prueba recogió la cantidad de aciertos, errores y omisiones, de la variable dependiente calidad de respuesta y presentó la siguiente configuración: tiempo de exposición de la muestra 9000 ms, tiempo exposición de todas las figuras 15000 ms, tamaño de las figuras abstractas 125 x 80 pixeles (7 x 4,5 cm),

color blanco del estímulo R 225, G 225, B 225, color negro del estímulo R 0, G 0, B 0 y color gris del fondo R 153, G 153, B 153.

Estudio de la memoria operativa visual asociativa mediante la prueba Pares visuales asociados.

La prueba consistió en recordar la asociación asignada de una figura abstracta en blanco y negro con un color, previamente visualizados. En la pantalla aparecieron seis pares de colores y seis figuras abstractas que se presentaron consecutivamente sobre un fondo de color gris y los sujetos debían recordar esta asociación. Los seis colores se presentaron simultánea y sostenidamente, en dos columnas al centro y a la derecha de la pantalla, mientras las figuras abstractas se sucedieron en orden aleatorio, a la izquierda de la pantalla.

La tarea del participante consistió en identificar las tres figuras-estímulos, tocando con el ratón la figura seleccionada en la pantalla de la computadora. Una vez mostrada la figura el sujeto solo tenía una oportunidad para elegir al color que estaba asociada. La prueba registró la cantidad de aciertos, de la variable dependiente calidad de respuesta y se presentó con la siguiente configuración: tiempo exposición del par 6000 ms, tiempo exposición de la muestra 6000 ms, tiempo de intervalo entre estímulos 10000 ms, tamaño de los estímulos 125 x 80 pixeles (7 x 4,5 cm), color de los estímulos Rojo R 225, G 0, B 0, Azul R 0, G 0, B 225, Azul R0, G225, B 225, Verde R 0, G 153, B 51, Amarillo R 225, G 225, B 0, Magenta R 225, G 0, B 225. La Figura 2.3 muestra una captura de pantalla de la prueba.

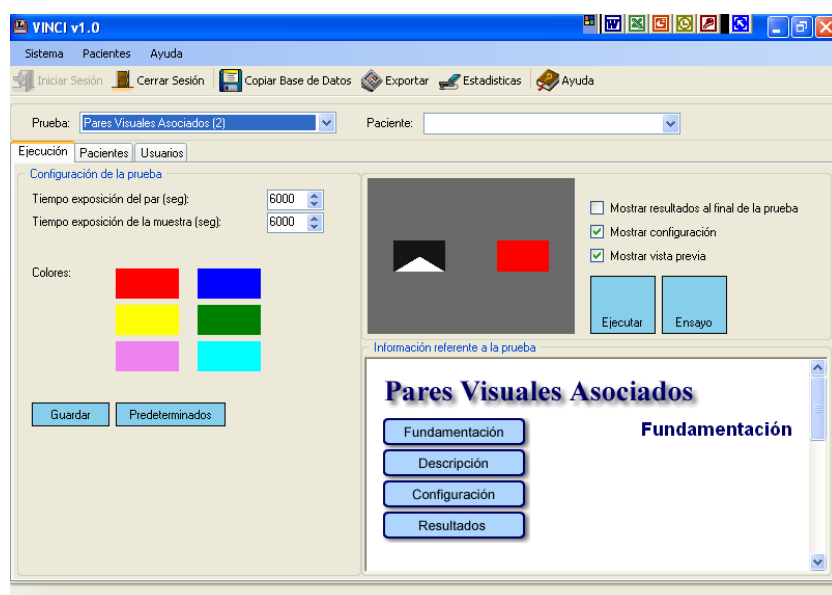


Figura 2.3. Captura de pantalla prueba PVA empleada para el estudio de la memoria operativa asociativa. Elaboración propia.

Procedimiento.

La recogida de datos se realizó en el marco de un año y tres meses de abril de 2018 a julio de 2019. Las evaluaciones se llevaron a cabo en el laboratorio de Neurocognición del INN, con las condiciones de aislamiento y uniformidad necesarias (Matamoros-Tuma & Álvarez-González, 2002). Todas las sesiones de evaluación se realizaron en horario matutino con una duración aproximada de 35 min cada módulo. La distancia entre los sujetos y la pantalla de la computadora fue de 50 cm y la resolución de pantalla fue de 1280 x 1024 pixeles.

Las dos pruebas se administraron siguiendo un protocolo en tres pasos: 1 comunicación oral de instrucciones (consigna); 2 entrenamiento (para garantizar su comprensión) y 3 respuesta.

La consigna de la prueba de MF fue la siguiente: "En la pantalla aparecerán tres figuras que usted debe recordar, seguidamente se le presentarán otras nueve figuras diferentes entre sí, siendo tres de ellas las presentadas anteriormente.

Su tarea consistirá en identificar entre las nueve figuras, las que se correspondan (semejantes) con aquellas primeras tres figuras de la prueba. Este procedimiento se repetirá en otras dos ocasiones, teniendo que responder de similar forma."

La consigna de la prueba PVA fue como sigue: "En la pantalla aparecerá una figura en el lado izquierdo y a su derecha un color, deberá recordar dicha relación. Este mismo procedimiento será reiterado en cinco ocasiones similares, es decir, en el ensayo eran tres figuras asociadas a tres colores, esta vez serán seis figuras asociadas a seis colores. La tarea consistirá en identificar en cada caso – y siguiendo el mismo patrón asociativo que se presentó en el primer momento- a qué color está asociada cada una de las figuras."

Análisis de datos.

Los datos de ambas pruebas se analizaron mediante un modelo lineal general, usando como variable predictora cuantitativa la edad y como predictoras cualitativas el nivel escolar y el sexo, para determinar su influencia sobre las variables dependientes: aciertos, errores y omisiones, en el caso de la prueba de memoria operativa visual de iconos abstractos y cantidad de respuestas correctas en tiempo 0 para la prueba de memoria operativa visual asociada.

Se realizó un ANOVA de una vía con un análisis Post hoc LSD, para determinar la influencia de la variable independiente nivel de escolaridad en la cantidad de aciertos de la memoria operativa visual asociativa y para determinar la relación de los grupos de edades con la disminución de la cantidad de aciertos, entre tres subgrupos: de 61 a 70 años, de 71 a 80 y de 81 y más, utilizando como variable dependiente la cantidad de aciertos en ambas pruebas y como variable predictora la edad.

2.2.4.2 Estudios de la memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2.

Objetivo.

Estos estudios tipo caso control tuvieron como objetivo identificar regularidades en los procesos cognitivos: memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Población.

La población del estudio fueron adultos mayores cubanos con autonomía y validismo para el uso de las IU. Dentro de estos: adultos mayores con un envejecimiento sano (Nivel 1) y adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores (Nivel 2).

Composición de la muestra.

Se definió una muestra propositiva no probabilística, compuesta por 43 sujetos, divididos en dos grupos. Grupo del Nivel 1, integrado por 22 adultos mayores sanos, pareados por sexo y edad en rango de cinco años con los adultos mayores del Nivel 2. Los sujetos seleccionados fueron trabajadores del INN, del ISDi y acompañantes de pacientes del INN que asistían a consulta externa y que formaron parte del estudio. El grupo del Nivel 2 estuvo conformado por 21 pacientes con EP en su etapa inicial, reclutados en el INN a partir de la selección de los neurólogos especialistas de 2do grado y evaluados según la Escala Unificada para la Enfermedad de Parkinson (UPDRS por su nombre en inglés), que aparece en el Anexo 7.

En la Tabla 2.9 se aprecia que no existió diferencia significativa por edad entre ambos grupos del estudio y la frecuencia por sexo (Tabla 2.10) evidencia que tampoco presentaron diferencias significativas.

Tabla 2.9. Comparación de medias de la edad de la muestra.

| | Nivel 1 Media (DS) | Nivel 2 Media (DS) | Valor de t | df | p | n- Nivel 1 | n - Nivel 2 |
|------|-----------------------|-----------------------|------------|----|------|------------|-------------|
| Edad | 60,09(8,61) | 60,09(6,20) | 0,001 | 43 | 0,99 | 22 | 21 |

Tabla 2.10. Distribución de frecuencia de sexo y Nivel.

| Categoría Nivel 1-Nivel 2 | Sexo Nivel 1 | Sexo Nivel 2 | Totales filas |
|---------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Nivel 1 | 9 | 12 | 21 |
| Nivel 2 | 11 | 11 | 22 |
| Todos los grupos | 20 | 23 | 43 |

Chi-cuadrado de Pearson: 0,22, p=0,63

Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

Los criterios de inclusión fueron: adultos mayores con envejecimiento sano. Pacientes con EP en su etapa inicial, según criterios la Escala Unificada de Valoración de la EP (Anexo 7), ser de ambos sexos y aceptar la participación en la investigación mediante la firma del consentimiento informado y la autorización de la institución. Como criterios de exclusión, para adultos mayores sanos se consideró el déficit visual; para los EP en etapa inicial se contemplaron: problemas antecedentes de déficit intelectual o deterioro cognitivo, evolución de la enfermedad por más de 5 años y patologías que alteraran la dinámica de la motricidad: osteoartropatías severas, artrodesis, enfermedades neurológicas con alteración de la marcha.

Aspectos éticos.

Los aspectos éticos aparecen tratados según se explica en el apartado de igual nombre del epígrafe 2.2.2.

Instrumentos.

Los *Instrumentos* y las *Variables registradas* para la evaluación de las memorias operativa visual de íconos abstractos y operativa visual asociativa fueron los mismos descritos en el epígrafe 2.2.4.1 *Estudio de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores Nivel 1.*

Para estudiar la memoria operativa espacial se empleó el módulo Amplitud de memoria visual (AMV) del software SESH 1.0 (Pías et al., 2009) programado en lenguaje Borland Pascal por colaboración entre el INN y el Centro de Inmunoensayo. La prueba AMV está inspirada es una versión del “Visual Memory Span” de la Escala de Memoria de Wechsler Revisada (Elwood, 1991). La Figura 2.4 muestra una captura de pantalla de la prueba.

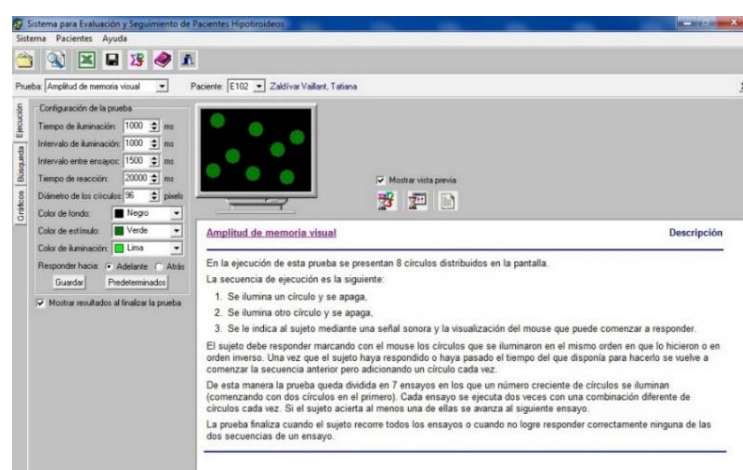


Figura 2.4. Captura de pantalla prueba AMV empleada para el estudio de la memoria operativa espacial. Elaboración propia.

La evaluación consiste en una serie de ocho círculos distribuidos en la pantalla y cuenta con siete secciones de dos ensayos cada una. Los círculos presentados se van iluminando progresivamente, dos círculos en la sección 1, tres círculos en la sección 2 y así sucesivamente hasta llegar a completar ocho círculos en la sección 7.

Las normas de la prueba están hechas para las secuencias hacia delante. La aplicación se interrumpe cuando el sujeto examinado comete errores en los dos ensayos de una misma sección. Se le otorga 1 punto por cada ensayo correcto y 0 punto si falla en ambos intentos. La puntuación máxima es 14 y se obtiene el tiempo promedio de ambas secuencias que demora el sujeto en responder cada ítem.

La prueba AMV evaluó la variable calidad de respuesta mediante el registro de la cantidad de estímulos recordados, los puntos bonificados por cada respuesta correcta y la variable velocidad de respuesta, registrando el tiempo promedio de respuesta, en milisegundos (ms), que demora en cada sección.

La consigna fue: "En la pantalla aparecerán unos círculos verdes que se van a iluminar. Luego se escuchará un sonido, después de este, usted debe marcar con el ratón los círculos que se iluminaron en el mismo orden en que se iluminaron".

Procedimiento.

La recogida de datos de las tres pruebas aplicadas se realizó en el marco de un año y tres meses de enero de 2019 a abril de 2020. El procedimiento para la evaluación de estas fue el mismo descrito en el sub-epígrafe *2.2.4.1 Estudio de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores cubanos de Nivel 1.*

La configuración de la prueba del módulo AMV fue como sigue: tiempo de iluminación de los estímulos 1000 ms, intervalo de iluminación 1000 ms, intervalo entre ensayos 1500 ms, intervalo de inter-estímulo 20000 ms. Diámetro de los círculos 95 píxeles-25 mm, color de fondo negro: R 0, G 0, B 0, color de estímulo Verde: R 0, G 153, B 51, color de Verde iluminado: R 51, G 204, B 51.

La prueba se administró siguiendo un protocolo en tres pasos: 1. comunicación oral de instrucciones (consigna); 2. entrenamiento (para garantizar su comprensión) y 3. respuesta.

Análisis de datos.

Para el análisis de los resultados del estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos, con la prueba MF se calculó un ANOVA factorial, usando como variables predictoras: cantidad de aciertos, cantidad de errores, cantidad de omisiones y como variables independientes la edad y las categorías adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2.

Para el resultado del estudio de la memoria operativa visual asociativa, con la prueba PVA, se hizo un análisis del valor de la *t* de Student, para comparar la media de la calidad de las respuestas de adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 para la variable estudiada: cantidad de respuestas correctas (aciertos).

Para analizar los resultados de la aplicación del módulo AMV se realizó un análisis del valor de la *t* de Student, para comparar la media de la calidad y velocidad de las respuestas de los adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2, para las variables estudiadas: cantidad máxima recordada, puntuación, tiempo promedio de reacción por cada secuencia, puntuación de cada secuencia.

2.2.5 Estudio de la coordinación óculo motriz de precisión en el uso de un prototipo simulador de interfaz de control por adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2.

Dado que para esta investigación los métodos de encuestas y las pruebas neurocognitivas convencionales no proporcionaban exactamente la evaluación precisa del dominio cognitivo coordinación óculo motriz de precisión, se desarrolló un prototipo simulador de IC, basado en el diseño conceptual del resultado de la tesis realizada en opción al grado de Maestría en Ciencias Técnicas "Dispositivo experimental para la medición del tiempo y la calidad de respuesta de usuarios con Enfermedad de Parkinson" (Fernández, 2018), que fue desarrollada dentro la línea de investigación Diseño y Ergonomía del Instituto Superior de Diseño de la Universidad de la Habana. Esta selección estuvo basada en la factibilidad y pertinencia con esta investigación de la propuesta allí resultante, fundamentada por la definición de las variables de diseño en las IU seleccionadas para los estudios y adecuados sus dimensiones e indicadores, según los declarados en los referentes teóricos y metodológicos.

La autora llevó a cabo el proceso de solución técnico-constructiva y fabricación del prototipo, partiendo del algoritmo de funcionamiento y diseño electrónico propuestos en la tesis de referencia, ajustando el detallamiento técnico y la selección de materiales y uniones. El dispositivo consistió en un teclado simulador de interfaz de control, para ser accionado por los sujetos de la muestra, utilizado para la evaluación de la dimensión cognitiva coordinación óculo motriz de precisión en el uso de las variables de diseño: configuración, dimensión, proximidad y contraste de color. Disponía, además, un contador externo que realizó las funciones de interruptor, emisor de señal de inicio, temporizador y cronómetro, operado por la persona que aplicó la evaluación.

Este estudio dio respuesta a las tareas investigativas de determinar las variables de diseño que inciden en las adecuaciones ergonómicas de las interfaces de usuarios para adultos mayores cubanos con autonomía y validismos e identificar regularidades cognitivas de estos en el uso de prototipos simuladores de interfaces de usuario.

Objetivo.

El estudio tipo caso control tuvo el objetivo de evaluar la dimensión cognitiva coordinación óculo motriz de precisión de adultos mayores sanos (Nivel 1) y adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores (Nivel 2), en el uso del dispositivo de simulación de interfaz de control DPS 1.0, al determinar la velocidad de reacción y la calidad de las respuestas al accionar un control.

Población.

La población del estudio fueron adultos mayores cubanos con autonomía y validismo para el uso de las IU. Dentro de estos: adultos mayores con un envejecimiento sano (Nivel 1) y adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores (Nivel 2).

Composición de la muestra.

Para el estudio se definió una muestra propositiva no probabilística, integrada por 29 sujetos, divididos en dos grupos. El grupo del Nivel 1 estuvo integrado por 20 adultos mayores sanos, pareados por sexo y edad en rango de cinco años con el segundo grupo. Los sujetos seleccionados fueron trabajadores del INN y del ISDi y acompañantes de pacientes del INN que asistían a consulta externa.

El grupo del Nivel 2 estuvo conformado por 9 pacientes con EP en su etapa inicial, con vínculo laboral, reclutados en el INN a partir de la selección de los neurólogos especialistas de 2do grado y evaluados según la Escala unificada de valores para la EP (UPDRS por su nombre en inglés), que aparece en el Anexo 7.

En la Tabla 2.11 se aprecia que no existió diferencia significativa por edad entre ambos grupos del estudio y la frecuencia por sexo (Tabla 2.12) muestra que tampoco presentaron diferencias significativas.

Tabla 2.11. Comparación de medias de la edad de la muestra.

| | Nivel 1 Media (DS) | Nivel 2 Media (DS) | Valor de t | df | p | n- Nivel 1 | n - Nivel 2 |
|-------------|-----------------------|-----------------------|------------|----|------|------------|-------------|
| Edad | 60,40(6,02) | 62,77(9,05) | 0,83 | 29 | 0,40 | 20 | 9 |

Tabla 2.12. Distribución de frecuencia de sexo y Nivel.

| Categoría Nivel 1-Nivel 2 | Sexo Nivel 1 | Sexo Nivel 2 | Totales filas |
|---------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Nivel 2 | 5 | 9 | 14 |
| Nivel 1 | 4 | 11 | 15 |
| Todos los grupos | 9 | 20 | 29 |

Chi-cuadrado de Pearson: 0,22, p=0,59

Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

Los criterios de inclusión fueron: del grupo Nivel 1 ser adultos mayores con envejecimiento sano, ambos sexos. Para el grupo Nivel 2, ser pacientes con EP, tener diagnóstico de enfermedad en su etapa inicial, según criterios de la Escala unificada de valores para la EP (Anexo 7), ser de ambos sexos y aceptar la participación en la investigación mediante la firma del consentimiento informado.

En los criterios de exclusión, para adultos mayores sanos se consideró el déficit visual y para EP en etapa inicial se contemplaron: problemas antecedentes de déficit intelectual o deterioro cognitivo, evolución de la enfermedad por más de 5 años y patologías que alteraran la dinámica de la motricidad: osteoartropatías severas, artrodesis, enfermedades neurológicas con alteración de la marcha.

Aspectos éticos.

Los aspectos éticos aparecen tratados según se explicó en el apartado de igual nombre del epígrafe 2.2.2.

Instrumento.

Se utilizó el dispositivo de simulación de IC DPS 1.0 elaborado por la autora para esta investigación a partir de un diseño conceptual precedente. El dispositivo se utilizó para el estudio de la coordinación óculo motriz de precisión, a través de la evaluación de la velocidad y calidad de las respuestas de los adultos mayores con autonomía y validismo a los indicadores de las variables de diseño: color y contraste, configuración, dimensión y proximidad entre controles. La Figura 2.5 muestra una imagen del prototipo simulador terminado.

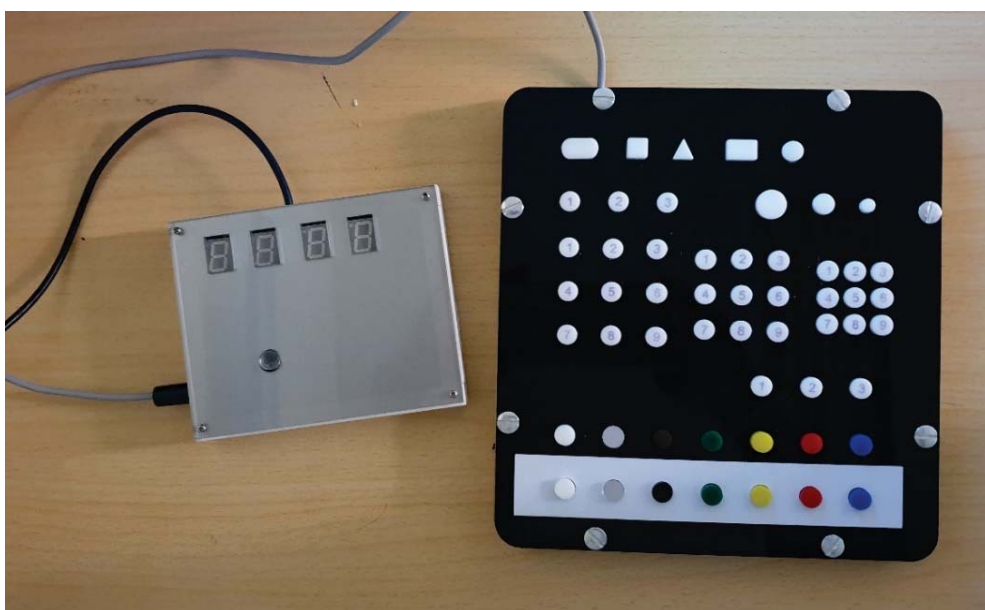


Figura 2.5. Imagen del dispositivo de simulación de IC DPS 1.0. Elaboración propia.

El dispositivo fue fabricado con material rígido en su totalidad, con base plana y forma rectangular de 120 x 150mm. Los controles analógicos seleccionados para introducir la información fueron del tipo pulsador de dos posiciones, con una resistencia de 2.8 N, recomendada en la literatura (Bridger & Bennett, 2011) y una altura uniforme sobre el fondo de 3mm. La Figura 2.6 presenta parte del proceso de fabricación del dispositivo, las tarjetas electrónicas, los pulsadores y la carcasa superior.

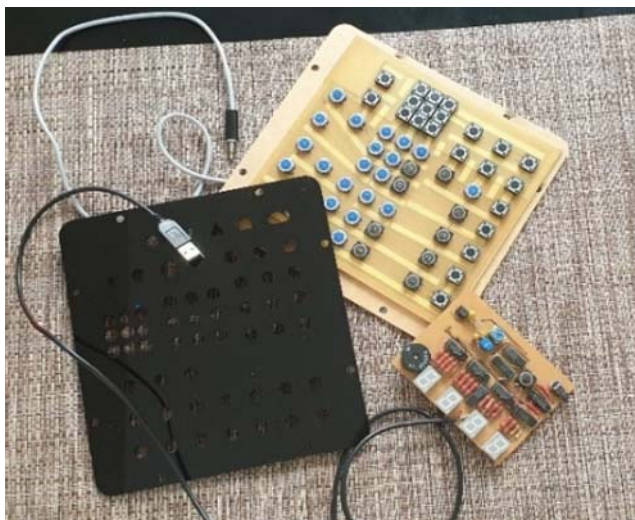


Figura 2.6. Imagen del proceso constructivo del dispositivo de simulación de IC DPS 1.0. Elaboración propia.

Las variables de diseño de controles que se evaluaron fueron las siguientes: Color y Contraste, Dimensiones, Configuración y Proximidad entre los controles. Estas se agruparon en 4 módulos de igual nombre, con 31 tareas en total, que se explican en la consigna.

La configuración de las propiedades del dispositivo fue, para el *Módulo Color y contraste*: color del fondo Negro C:0 M:0 Y:0 K:100, color del fondo Blanco C:0 M:0 Y:0 K:0, color de los controles Blanco C:0 M:0 Y:0 K:0, Negro C:0 M:0 Y:0 K:100, Azul C:100 M:100 Y:0 K:0, Rojo C:0 M:100 Y:100 K:0, Amarillo C:0 M:0 Y:100 K:0, Verde C:100 M:0 Y:100 K:0, Gris C:0 M:0 Y:0 K:40. Configuración de los controles: círculos de 10 mm de diámetro y 11mm de distancia entre ellos.

En el *Módulo Dimensiones*, color de los controles Blanco C:0 M:0 Y:0 K:0, color de fondo Negro C:0 M:0 Y:0 K:100. Configuración de los controles: círculos, dimensiones: 13, 10 y 6 mm de diámetro y 11mm distancia entre ellos. En el *Módulo Configuración*, color de los controles Blanco C:0 M:0 Y:0 K:0, color de fondo Negro C:0 M:0 Y:0 K:100. Configuración de los controles: Elipse, Cuadrado, Triángulo, Rectángulo y Círculo. Dimensión de los controles: 10 mm de altura, distancia entre controles 11mm.

En el *Módulo Proximidad* entre controles, color de los controles Blanco C:0 M:0 Y:0 K:0, color de fondo Negro C:0 M:0 Y:0 K:100. Organizados en tres distribuciones matriciales de 3 x 3. Configuración de los controles Círculo. Dimensión: 10 mm de diámetro. Distancia entre controles 11, 7 y 3mm. La Figura 2.7 muestra la distribución de los controles, según las variables a evaluar.

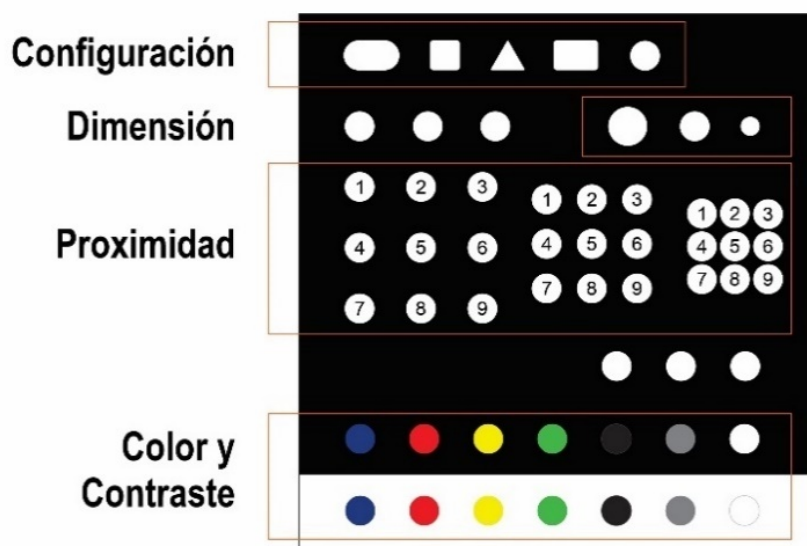


Figura 2.7. Módulos que agrupan las variables de diseño. Elaboración propia.

Procedimiento

Los sujetos fueron evaluados mediante el dispositivo de simulación de IC DPS 1.0 (Figura 2.5). La recogida de datos se realizó en el marco de ocho meses de septiembre de 2019 a abril de 2020, quedando interrumpida por la suspensión de las consultas de estos pacientes debido a la incidencia de la pandemia de COVID-19 en el país.

Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de Neurocognición del INN, con las condiciones de aislamiento y uniformidad necesarias (Matamoros-Tuma & Álvarez-González, 2002). Todas las sesiones de evaluación se realizaron en horario matutino con una duración aproximada de 30 min.

El dispositivo se utilizó siguiendo un protocolo en tres pasos: 1. comunicación oral de instrucciones (consigna y tareas); 2. entrenamiento (para garantizar su comprensión) y 3. respuesta. Los sujetos se sentaron con ambos brazos colocados sobre el apoyabrazos de la butaca y el dispositivo ubicado frente a ellos, sobre la superficie de la mesa. Antes de comenzar cada etapa de la tarea se situó sobre el teclado una tarjeta perforada de cartón que dejó ver solamente los controles a accionar durante el módulo evaluado, para evitar

distracción. Entre cada módulo se dio a los sujetos la oportunidad de descansar por 500 ms aproximadamente. La Figura 2.8 muestra una imagen del proceso de evaluación de los sujetos.



Figura 2.8. Imagen del proceso de evaluación de un sujeto con el dispositivo DPS 1.0. Elaboración propia.

La consigna para esta prueba fue como sigue: "A continuación se le presentará un conjunto de teclas. Se le indicará qué tecla debe presionar y usted lo hará cuando se indique la acción y escuche la señal sonora". Por ejemplo, cuando yo le diga *toque la tecla azul*, usted esperará el sonido y entonces presionará la tecla que le indique."

Tareas: *Módulo Configuración*: (tareas 1-5): 1. Presione la tecla en forma de círculo, 2. Presione la tecla en forma de rectángulo, 3. Presione la tecla en forma de triángulo, 4. Presione la tecla de forma cuadrada y 5. Presione la tecla en forma de elipse.

Módulo Dimensión: (tareas 6-8): 6. Presione la tecla pequeña, 7. Presione la tecla de tamaño mediano, 8. Presione la tecla grande.

Módulo Proximidad: (tareas 9-17): 9. Presione la tecla 7, 10. Presione la tecla 2, 11. Presione la tecla 5. Estas tres tareas se repiten para cada una de las tres distribuciones matriciales con diferentes distancias entre controles

Módulo Color-Contraste: (tareas 18-24): Controles sobre el fondo negro: 18. Presione la tecla blanca sobre fondo negro, 19. Presione la tecla gris sobre fondo negro, 20. Presione la tecla negra sobre fondo negro, 21. Presione la tecla verde sobre fondo negro, 22. Presione la tecla amarilla sobre fondo negro, 23. Presione la tecla roja sobre fondo negro y 24. Presione la tecla azul sobre fondo negro. Controles sobre el fondo blanco: (tareas 25-31): 25. Presione la tecla blanca sobre fondo blanco, 26. Presione la tecla gris sobre fondo blanco, 27. Presione la tecla negra sobre fondo blanco, 28. Presione la tecla verde sobre fondo blanco, 29. Presione la tecla amarilla sobre fondo blanco, 30. Presione la tecla roja sobre fondo blanco y 31. Presione la tecla azul sobre fondo blanco.

Análisis de datos

Al no existir una distribución normal de los datos debido a la cantidad reducida de la muestra, se realizó un análisis de estadística no paramétrica utilizando la prueba U de Mann Whitney, comparando las diferencias entre los tiempos de reacción de los adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2, al uso de controles con diferentes configuraciones, tamaños, proximidades, contraste de colores sobre fondo blanco y sobre fondo negro y diferencia entre los colores, independientemente del color de fondo. Así mismo, se utilizó estadística descriptiva para determinar los tiempos de reacción, la desviación estándar y los intervalos de confianza resultantes del accionar los controles indicados.

2.2.6 Estudio de la atención alterna en el uso de un prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario por adultos mayores cubanos de Nivel 1 y Nivel 2.

Dado que para la investigación las pruebas cognitivas computarizadas no proveían módulos que permitieran analizar la atención alterna, esencial para el uso de IU, la autora desarrolló un software prototipo que evaluó el impacto de las variables de diseño: configuración, dimensión, ubicación espacial, contraste de color y combinación de canales sensoriales, sobre la dimensión cognitiva atención alterna, mediante el registro de la cantidad de errores, aciertos, omisiones y del tiempo de respuesta a los estímulos, por parte de los adultos mayores con autonomía y validismo en condiciones simuladas de uso de IGU.

El diseño del software estuvo fundamentado por la definición de las variables de diseño presentes en las IU seleccionadas para los estudios y las dimensiones e indicadores declarados en los referentes teóricos y metodológicos y se concibió para contar con la flexibilidad funcional de modificar los indicadores de todas las variables de diseño que en él se estudian, así como los tiempos de exposición de los estímulos, lo que amplía su posibilidad de utilización en el desarrollo de estudios futuros, afines con la investigación. Fue

programado por el Dr. en Ciencias de la Computación Milton García-Borroto, profesor del Departamento de Inteligencia Artificial e Infraestructura de Sistemas Informáticos de la Universidad Tecnológica de la Habana. Con el desarrollo de los prototipos necesarios para los estudios se pudo constatar la importancia de su utilización para evaluar los postulados teóricos que se plantearon en la investigación (Castillo-Castro & Cruz-Vargas, 2020). La implementación de este estudio da cumplimiento a las tareas investigativas de determinar las variables de diseño que inciden en las adecuaciones ergonómicas de las interfaces de usuarios para adultos mayores cubanos con autonomía y validismo e identificar regularidades cognitivas de estos adultos mayores en el uso de prototipos simuladores de interfaces de usuario.

Objetivo.

Este estudio tipo caso control tuvo el objetivo de analizar la dimensión cognitiva atención alterna en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, durante situaciones de uso de IGU, al determinar la velocidad de reacción y la calidad de respuestas a las variables de diseño presentes en los estímulos: color, contraste de color, ubicación y combinaciones sensoriales de estímulos visuales con estímulos auditivos.

Población.

La población del estudio fueron adultos mayores cubanos con autonomía y validismo para el uso de las IU. Dentro de estos: adultos mayores con un envejecimiento sano (Nivel 1) y adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores (Nivel 2).

Composición de la muestra.

Para el estudio se definió una muestra propositiva, no probabilística, integrada por 32 sujetos, divididos en dos grupos. El grupo Nivel 1 estuvo integrado por 20 adultos mayores sanos, pareados por sexo y edad en rango de cinco años con el segundo grupo. Los sujetos seleccionados fueron trabajadores del INN, del ISDI y acompañantes de pacientes del INN que asistían a consulta externa. El grupo Nivel 2 estuvo conformado por 12 pacientes con EP en su etapa inicial, reclutados en el INN a partir de la selección de los neurólogos especialistas de 2do grado y evaluados según la Escala unificada de valores para la EP (UPDRS por su nombre en inglés), que aparece en el Anexo 7.

En la Tabla 2.13 se pudo apreciar que no existió diferencia significativa por edad entre ambos grupos del estudio.

Tabla 2.13. Comparación de medias de la edad de la muestra.

| | Nivel 1 Media (DS) | Nivel 2 Media (DS) | Valor de t | df | p | n- Nivel 1 | n – Nivel 2 |
|------|-----------------------|-----------------------|------------|----|------|------------|-------------|
| Edad | 62,35(6,35) | 60,91(9,18) | -0,49 | 32 | 0,62 | 20 | 12 |

En la Tabla 2.14 la distribución de la frecuencia por sexo muestra que ambos grupos tampoco presentaron diferencias significativas.

Tabla 2.14. Distribución de frecuencia de sexo y Nivel.

| Categoría Nivel 1-Nivel 2 | Sexo Nivel 1 | Sexo Nivel 2 | Totales filas |
|---------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Nivel 2 | 6 | 9 | 15 |
| Nivel 1 | 7 | 10 | 17 |
| Todos los grupos | 13 | 19 | 32 |

Chi-cuadrado de Pearson: 0,08, $p=0,77$

Mientras que la comparación de las medias por edad, según se muestra en la Tabla 2.14 (página 53), tampoco presentó diferencias significativas.

Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

Los criterios de inclusión fueron: del grupo Nivel 1, ser adultos mayores con envejecimiento sano, ambos sexos. Para el grupo Nivel 2, ser pacientes con EP, tener diagnóstico de enfermedad en su etapa inicial, según criterios de la Escala unificada de valores para la EP (Anexo 7), ser de ambos sexos y aceptar la participación en la investigación mediante la firma del consentimiento informado.

En los criterios de exclusión, para los adultos mayores sanos se consideró el déficit visual y para los EP en etapa inicial se contemplaron: problemas antecedentes de déficit intelectual o deterioro cognitivo, evolución de la enfermedad por más de 5 años y patologías que alteraran la dinámica de la motricidad: osteoartropatías severas, artrodesis, enfermedades neurológicas con alteración de la marcha.

Aspectos éticos.

Los aspectos éticos aparecen tratados según se explica en el apartado de igual nombre del epígrafe 2.2.2.

Instrumento.

Los sujetos fueron evaluados mediante las versiones 1.0 y 2.0 del software prototipo de simulación de IGU SAA, diseñado por la autora para estudiar la atención alterna en el uso de interfaces, a partir del registro de la velocidad y la calidad de las respuestas a los estímulos. Fue instalado en una PC, con 1920 x 1080 píxeles de resolución de pantalla. La versión SAA 1.0 del software fue programada para que los estímulos aparecieran en un rango de tiempo aleatorio y en la versión SAA 2.0, se mostraban con un rango de tiempo fijo.

Fue una prueba de estímulo - respuesta en la que se midió el tiempo en que era llevada a cabo la respuesta una vez presentado el estímulo. La tarea consistió en círculos que aparecían alternadamente a la derecha o a la izquierda de la pantalla, dividida al centro por un eje vertical, en cuatro exposiciones, dos por cada

lado y nunca ocupando la misma posición, para evitar que los sujetos las esperaran con anticipación. Los círculos se presentaron en cuatro colores: *azul, amarillo, rojo y negro*, en contraste sobre fondo blanco y sobre fondo negro.

Los sujetos debían tocar la tecla espaciadora cada vez que apareciera un círculo. En la primera secuencia sólo se mostraron los estímulos visuales y en una segunda secuencia estos aparecían acompañados por un estímulo auditivo, con igual tiempo de exposición que el estímulo visual. La prueba la integraron cuatro bloques de cuatro ensayos cada uno. En la Figura 2.9 se ejemplifican las secuencias de pantallas de cada color sobre ambos fondos.

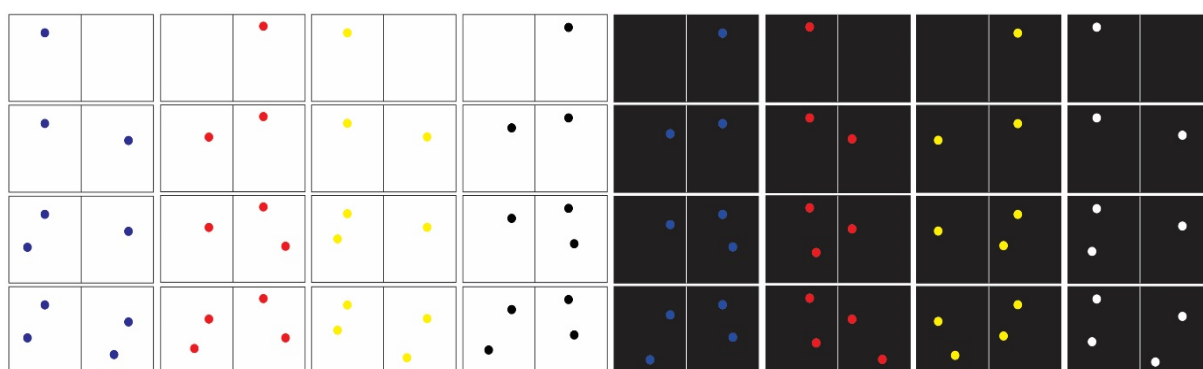


Figura 2.9. Ejemplo de las secuencias de pantallas del software SAA 2.0. Elaboración propia.

En un primer bloque: los círculos en los cuatro colores aparecieron sobre fondo blanco. En el segundo bloque: los círculos en los cuatro colores aparecieron sobre fondo blanco, acompañados por estímulos auditivos. En un tercer bloque: los círculos en los cuatro colores aparecieron sobre fondo negro y en el cuarto bloque: los círculos en los cuatro colores aparecieron sobre fondo negro, acompañados por estímulos auditivos.

Con este instrumento se evaluaron las variables dependientes velocidad de respuestas, a través del registro en milisegundos del tiempo de reacción para accionar la tecla espaciadora de la PC y la calidad de las respuestas mediante la cantidad de aciertos, errores y omisiones en las acciones.

La configuración del instrumento fue la siguiente: tiempo de visualización de los estímulos visuales: 1500 ms, intervalo entre estímulos visuales:1000 ms, tiempo exposición del estímulo auditivo: 1500ms, tiempo entre ensayos: 2000 ms, tiempo entre bloques: 2000 ms, tipología de estímulo auditivo: beep, 50dB, 80Hz, diámetro de los círculos: 65 pixeles (17 mm), color de los estímulos y de los fondos: Azul R:0 G:0 B:255, Amarillo R:255 G:255 B:0, Rojo R:255 G:0 B:0,Blanco R:255 G:255 B:255 y Negro R:0 G0 B:0. Se garantizó que todos los colores seleccionados presentaran iguales propiedades de tono, brillo y saturación.

Procedimiento.

La recogida de datos se realizó en el marco de un año y tres meses de enero de 2019 a abril de 2020. Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de Neurocognición del INN, con las condiciones de aislamiento y uniformidad necesarias (Matamoros-Tuma & Álvarez-González, 2002). Todas las sesiones de evaluación se realizaron en horario matutino con una duración aproximada de 30 min. La distancia entre los sujetos y la pantalla de la computadora fue de 500 mm y la resolución de pantalla fue de 1280 x 1024 pixeles. El software se aplicó siguiendo un protocolo en tres pasos: 1. comunicación oral de instrucciones (consigna); 2. entrenamiento (para garantizar su comprensión) y 3. respuesta. La consigna para esta prueba fue: "A continuación aparecerán en pantalla círculos con diferentes colores. Usted debe tocar la tecla espaciadora de la PC cada vez que aparezca un círculo". La Figura 2.10 muestra un sujeto en el proceso de evaluación.



Figura 2.10. Imagen del proceso de evaluación de un sujeto mediante el software SAA 2.0. Elaboración propia.

Análisis de datos.

Los datos recogidos fueron analizados mediante la t de Student, para determinar las diferencias significativas entre las medias de los tiempos de reacción de ambos grupos de adultos mayores, para accionar la tecla espaciadora al aparecer un estímulo visual en pantalla. También se realizó un análisis del valor de t

comparando la media de los tiempos de reacción entre dos grupos de variables con diferentes valores, manteniendo igual los valores del resto de las variables.

Fue realizado un análisis de varianza ANOVA factorial de efectos principales, utilizando como variables dependientes los tiempos de reacción y como predictores el color de los estímulos y la categoría adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 y, además, un análisis de ANOVA de una vía, Post hoc LSD, para determinar la diferencia entre los valores que asume una misma variable. Se empleó estadística descriptiva para determinar los tiempos de reacción, la desviación estándar y los intervalos de confianza resultado del accionar la tecla espaciadora al aparecer los estímulos visuales solos o acompañados con estímulos auditivos.

Conclusiones del Capítulo II.

1. El procedimiento propuesto para determinar los requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse en el diseño de interfaces orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo constituyó un medio para identificar las regularidades que permitieron establecer los requisitos y su flexibilidad le permitiría adecuarse a estudios similares, extensible a otras condiciones cognitivas deficitarias o de altos requerimientos.
2. La secuencia definida para los estudios permitió en primer lugar, establecer criterios de aceptabilidad y preferencia a las IU de adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, definir la influencia de la edad sobre la memoria operativa (de íconos abstractos y espacial) y la memoria operativa visual asociativa y evaluar ese dominio cognitivo comparando grupos de adultos mayores sanos y adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, cerrando con la determinación de las regularidades cognitivas en la evaluación del uso de prototipos simuladores de IU.
3. El desarrollo de prototipos de IU para la investigación estuvo fundamentado por la importancia de evaluar el desempeño cognitivo y motor de los grupos de sujetos definidos a partir de indicadores cronométricos, en situaciones simuladas de uso de IC y de IGU. Con estos estudios se pudo constatar la utilidad de los prototipos para establecer las regularidades cognitivas de los sujetos de la investigación y lo significativo de valorar con una concepción de inclusividad, las capacidades de poblaciones diferenciadas, corroborando los valores humanistas de la actividad de diseño.

CAPÍTULO III

REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS
DETERMINADOS PARA CONSIDERARSE EN EL DISEÑO
DE INTERFACES DE USUARIO ORIENTADAS
A ADULTOS MAYORES CUBANOS
CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO.

CAPÍTULO III. REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS DETERMINADOS PARA CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE INTERFACES USUARIO ORIENTADAS A ADULTOS MAYORES CUBANOS CON AUTONOMÍA Y VALIDISMO.

En este capítulo se exponen los análisis de los resultados de los estudios desarrollados en los protocolos de evaluación, dando solución a la tarea de investigación de identificar las regularidades cognitivas en adultos mayores cubanos con autonomía y validismos en el uso de prototipos simuladores de interfaces de usuario, que permitió cumplir el objetivo general, como respuesta al problema científico, de determinar los requisitos ergonómicos cognitivos a ser considerados en el diseño de IU orientadas a esta población, clasificadas según la estructura de la pirámide de usuarios propuesta por el diseño inclusivo, marco teórico referencial asumido en la investigación.

3.1 Resultados del estudio de aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

El estudio desarrollado con la aplicación del cuestionario de Aceptabilidad de dispositivos con IU para la muestra seleccionada estuvo conformado por preguntas que abarcaron las categorías ergonómicas: facilidad de asimilación, seguridad y expectativas.

El análisis se realizó por separado a cada grupo y a ambos grupos unidos. No se encontraron diferencias en los resultados de los dos análisis en cuanto a la cantidad de factores extraídos, ni en cuanto a la saturación de los ítems, por lo tanto, se informan los datos del grupo total. El método para determinar la cantidad de factores fue scree, cuyo resultado se muestra en las Figuras 3.1 y 3.2 (página 56).

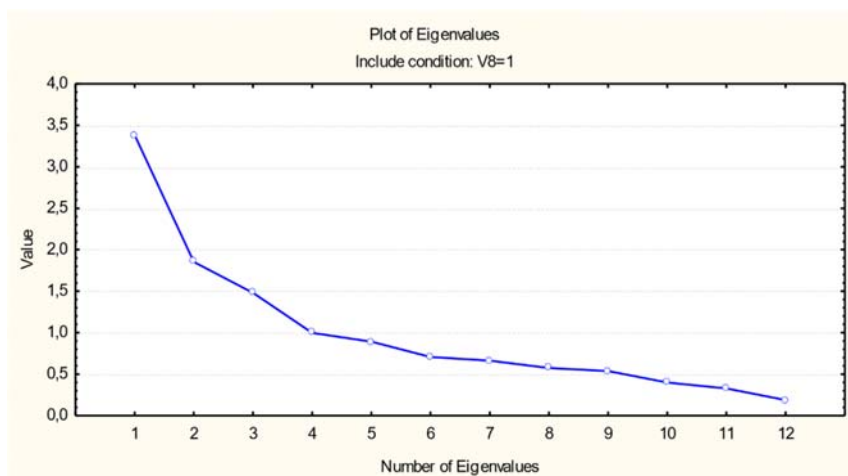


Figura 3.1. Sujetos con trastorno de movilidad. Elaboración propia.

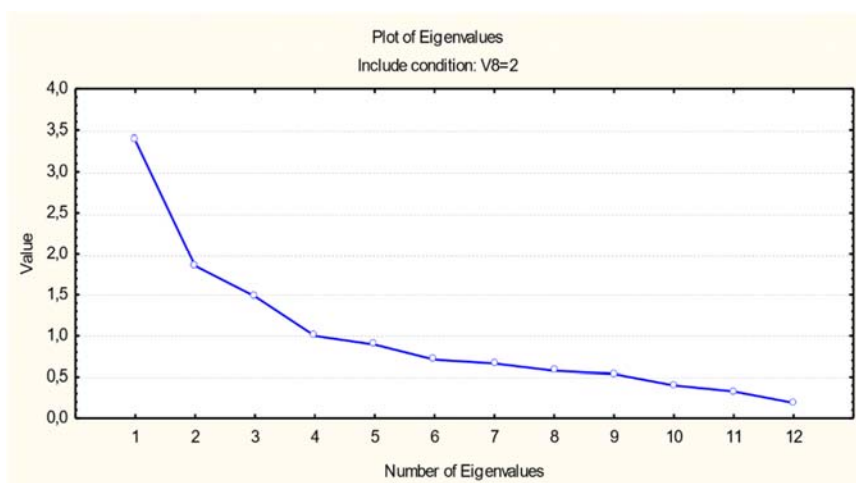


Figura 3.2. Controles sanos. Elaboración propia.

El resultado del análisis factorial queda explicado en la Tabla 3.1. En la misma se muestra el panel de autovalores de los factores: *seguridad*, *expectativas* y *facilidad de asimilación*.

Tabla 3.1. Estructura factorial y saturación de los ítems.

| Autovalores y varianza | | | | |
|---|-------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| | <u>Eigenvalue</u> | % Varianza Total | <u>Eigenvalue</u> acumulativo | % Acumulativo |
| Seguridad | 3,382041 | 28,18368 | 3,382041 | 28,18368 |
| Expectativas | 1,853012 | 15,44177 | 5,235053 | 43,62544 |
| Facilidad de asimilación | 1,479771 | 12,33143 | 6,714824 | 55,95687 |
| Saturación de cada <u>ítem</u> | | | | |
| | | Seguridad | Expectativas | Facilidad de asimilación |
| 5- ¿Le provocaría algún temor poder cometer errores en el uso del dispositivo para realizar su rehabilitación? | | 0,822555 | | |
| 4- ¿Tiene temor a algún daño eléctrico al manipular un dispositivo con el que pueda interactuar, para su rehabilitación? | | 0,786644 | | |
| 7- ¿Tendría miedo de romper el dispositivo en la rehabilitación? | | 0,762596 | | |
| 1- ¿Le gustaría poder realizar la rehabilitación usted mismo en su casa, empleando un dispositivo con el que pueda interactuar? | | | 0,736859 | |

| | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2- ¿Prefiere que su rehabilitación sea por usted solo en lugar del apoyo de un especialista? | 0,783234 | | |
| 6- ¿Considera que el uso de dispositivos para la rehabilitación puede mejorar su calidad de vida? | 0,567094 | | |
| 12- ¿Considera que los pacientes con enfermedades del Sistema Nervioso pudieran mejorar su calidad de vida empleando dispositivos para rehabilitación ellos mismos? | 0,552184 | | |
| 3- Si se le explica cómo utilizar un dispositivo para rehabilitación, ¿cree que aun así le sea difícil manejarlo? | | 0,833585 | |
| 8- ¿Considera difícil aprender a manipular por sí mismo un dispositivo para la rehabilitación? | | 0,679382 | |
| 9- ¿Preferiría que un familiar cercano lo ayudase a manipular el dispositivo para la rehabilitación? | | 0,556314 | |
| 10- ¿Piensa que sería muy complicado memorizar los pasos a seguir para la manipulación de dispositivos para la rehabilitación? | | 0,729606 | |
| 11- ¿Considera que los dispositivos para la rehabilitación con los que pueda interactuar pueden ser complicados para cualquier persona? | | 0,483878 | |
| Expl.Var | 2,517403 | 1,856555 | 2,340866 |
| Prp.Totl | 0,209784 | 0,154713 | 0,195072 |

El primer factor se refirió a la seguridad con la que debe contar cualquier tipo de dispositivo. Este explicó el 28% de la varianza de la prueba, considerándose el más importante y estuvo conformado por los ítems 5, 4 y 7.

El segundo factor se definió por las expectativas de los sujetos hacia las ventajas de las nuevas tecnologías y se encontró que explicaba el 15% de la varianza y los ítems fueron el 1, 2, 6 y 12 y el tercer factor por la facilidad de asimilación, que explicó el 12% de la varianza del cuestionario, cuyos ítems fueron 3,8,9,10 y 11.

3.1.1 Regularidades del estudio:

1. Ambos grupos de adultos mayores con autonomía y validismo refirieron el mismo patrón de respuesta.
2. La *seguridad* de uso percibida por los sujetos en el empleo de los dispositivos con IU fue la categoría ergonómica que determinó la aceptabilidad de estos por parte de los usuarios.

3.2 Resultados del estudio de preferencia a las cualidades de los estímulos de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Los resultados encontrados en el análisis de los resultados de las respuestas al Cuestionario de preferencia a las cualidades de los estímulos de las IU se describen a continuación.

Análisis estadístico para la pregunta 1: En caso de que existiera un dispositivo para que usted realice la rehabilitación en casa ¿Qué tipo de estímulos le gustaría que tuviese? Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Resultados de la pregunta 1.

| Pregunta 1 - Tipo de estímulo | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Táctil | 8 | 2 | 10 |
| Visual y Auditivo | 1 | 12 | 13 |
| Todos combinados | 22 | 33 | 55 |
| Todos los grupos | 31 | 46 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson 14,58, $p=0,0006$

El resultado para la pregunta 1 mostró diferencias significativas ($p<0,05$) entre las frecuencias esperada y la observada de ambos grupos estudiados. Los adultos mayores del Nivel 2 prefirieron estímulos visuales solamente, mientras que los controles (Nivel 1) eligieron estímulos visuales acompañados con estímulos auditivos.

Análisis estadístico para la pregunta 2: Si en el dispositivo existiera un estímulo visual, ¿de qué color le gustaría que fueran apareciendo las imágenes? Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Resultados de la pregunta 2.

| Pregunta 2 - Color del estímulo | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Rojo | 7 | 15 | 22 |
| Azul | 18 | 22 | 40 |
| Amarillo | 2 | 2 | 4 |

| | | | |
|------------------|----|----|----|
| Otro | 3 | 9 | 12 |
| Todos los grupos | 30 | 48 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson 15,31, $p=0,58$

En la pregunta 2 no existió diferencia significativa ($p>0,05$) entre la frecuencia observada y la esperada con relación a las respuestas ambos grupos sobre la preferencia al color de los estímulos visuales. La distribución general de frecuencias al color de los estímulos fue por el Azul.

Análisis estadístico para la pregunta 3: Si en el dispositivo existiera un estímulo visual ¿En qué posición le gustaría que fueran apareciendo las imágenes? Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Resultados pregunta 3.

| Pregunta 3 - Ubicación del estímulo | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Abajo | 1 | 5 | 6 |
| A los lados | 2 | 4 | 6 |
| Al centro | 27 | 39 | 66 |
| Todos los grupos | 30 | 48 | 78 |

Pearson Chi-cuadrado 15,31, $p=0,46$

En la pregunta 3 no existió diferencia significativa ($p>0,05$) con relación a las respuestas de ambos grupos sobre la preferencia a la posición del estímulo visual. La distribución general de frecuencias muestra que la preferencia de los adultos mayores con autonomía y validismos a la ubicación de los estímulos fue en el centro.

Análisis estadístico para la pregunta 4: ¿De qué forma le gustaría que fueran los estímulos visuales del dispositivo? Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Resultados pregunta 4.

| Pregunta 4 - Forma del estímulo | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Círculo | 7 | 20 | 27 |
| Cuadrado | 11 | 17 | 28 |
| Triángulo | 5 | 3 | 8 |
| Otras | 8 | 7 | 15 |
| Todos los grupos | 31 | 47 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson 15,31, $p=0,21$

En la pregunta 4 no existió diferencia significativa ($p>0,05$) con relación a las respuestas de ambos grupos de adultos mayores sobre la preferencia a la forma de los estímulos visuales. La distribución de frecuencias muestra que las preferencias de ambos grupos fueron al cuadrado y al círculo.

Análisis estadístico para la pregunta 5: Si existiera en el dispositivo un estímulo auditivo ¿cómo le gustaría que fuese? Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Resultados pregunta 5.

| Pregunta 5 - Tipo de estímulo auditivo | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Constante | 4 | 7 | 11 |
| A intervalos | 26 | 41 | 67 |
| Todos los grupos | 30 | 48 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson 15,31, $p=0,84$

En la pregunta 5 no existió diferencia significativa ($p>0,05$) en relación con las respuestas de los dos grupos de adultos mayores sobre la preferencia al tipo de estímulo auditivo. La distribución de frecuencias muestra que la preferencia de ambos fue estímulo a intervalos.

Análisis estadístico para la pregunta 6: Si existiera en el dispositivo un estímulo auditivo ¿Qué volumen preferiría que tuviese? Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Resultados pregunta 6.

| Pregunta 6 - Volumen del estímulo auditivo | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Alto | 1 | 1 | 2 |
| Medio | 23 | 37 | 60 |
| Bajo | 6 | 10 | 16 |
| Todos los grupos | 30 | 48 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson 15,31, $p=0,94$

En la pregunta 6, no existió diferencia significativa ($p>0,05$) en relación con las respuestas de ambos grupos de adultos mayores sobre la preferencia al volumen del estímulo auditivo. La distribución de frecuencias muestra que la preferencia de ambos fue al volumen medio.

Análisis estadísticos para la pregunta 7: Si existiera en el dispositivo un estímulo táctil, ¿qué textura le gustaría que tuviese? En la pregunta 7 no existió diferencia significativa ($p>0,05$) entre la frecuencia

observada y la frecuencia esperada con relación a las respuestas de ambos grupos de adultos mayores sobre la preferencia al tipo de textura del estímulo táctil. La distribución de frecuencias muestra que las preferencias de ambos al tipo de textura fueron al acabado liso. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Resultados pregunta 7.

| Pregunta 7 - Tipo estímulo táctil | Grupo Nivel 1 | Grupo Nivel 2 | Totales filas |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Liso | 23 | 26 | 49 |
| Rugoso | 8 | 21 | 29 |
| Todos los grupos | 31 | 47 | 78 |

Chi-cuadrado de Pearson 15,31, $p=0,09$

3.2.1 Regularidades del estudio:

1. Las preferencias individuales del grupo de sujetos del Nivel 2 al tipo de estímulo indica elección por estímulos visuales. Los adultos mayores sanos prefirieron combinar estímulos visuales con auditivos.
2. No existió diferencia significativa en la preferencia entre ambos grupos de adultos mayores en cuanto a: color, posición y forma de los estímulos visuales, tipo y volumen de los estímulos auditivos y tipo de textura del estímulo táctil.
3. Ambos grupos se comportaron de forma homogénea en cuanto a sus inclinaciones al seleccionar iguales resultados de forma, color, posición de los estímulos visuales e iguales características para los estímulos auditivos que consideraron debían estar en el diseño
4. Las preferencias generales de ambos grupos referidas al color del estímulo visual fue el azul, a la posición del estímulo visual el centro y a las formas de los estímulos visuales, el cuadrado y el círculo.
5. Las preferencias de ambos grupos en cuanto al tipo de estímulo auditivo fueron a intervalos y con volumen medio.
6. La textura lisa fue la preferencia de ambos grupos en cuanto al acabado de los estímulos táctiles.

3.3 Resultados de los estudios de procesos cognitivos básicos para el uso de las interfaces de usuario en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

En este epígrafe se muestran los resultados a los estudios de procesos cognitivos básicos evaluados mediante las baterías de pruebas cognitivas computarizadas. Primeramente, el estudio exploratorio con

adultos mayores sanos y, a continuación, los estudios caso control con los adultos mayores de los Niveles 1 y 2.

3.3.1 Resultados del estudio de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria operativa visual asociativa en adultos mayores de Nivel 1.

Se muestran los resultados significativos del modelo lineal general, utilizando como variables independientes la edad, el sexo y la escolaridad. La Tabla 3.9 muestra el efecto de la variable predictora cuantitativa edad sobre las respuestas.

Tabla 3.9. Variables continuas predictoras de las pruebas MF y PVA (modelo lineal general).

| Memoria de figuras (MF) | Variables predictoras | F | p | R |
|--------------------------------|-----------------------|------|--------|-------|
| Aciertos | edad | 4,2 | 0,04 | -0,25 |
| Pares visuales asociados (PVA) | Variables predictoras | F | p | R |
| Correctas | edad | 13,6 | 0,0004 | -0,42 |

Se observa que la edad tiene una correlación significativa e inversa con los aciertos de la memoria operativa visual de íconos abstractos y con la memoria operativa visual asociativa, a mayor edad menos aciertos y menos respuestas correctas.

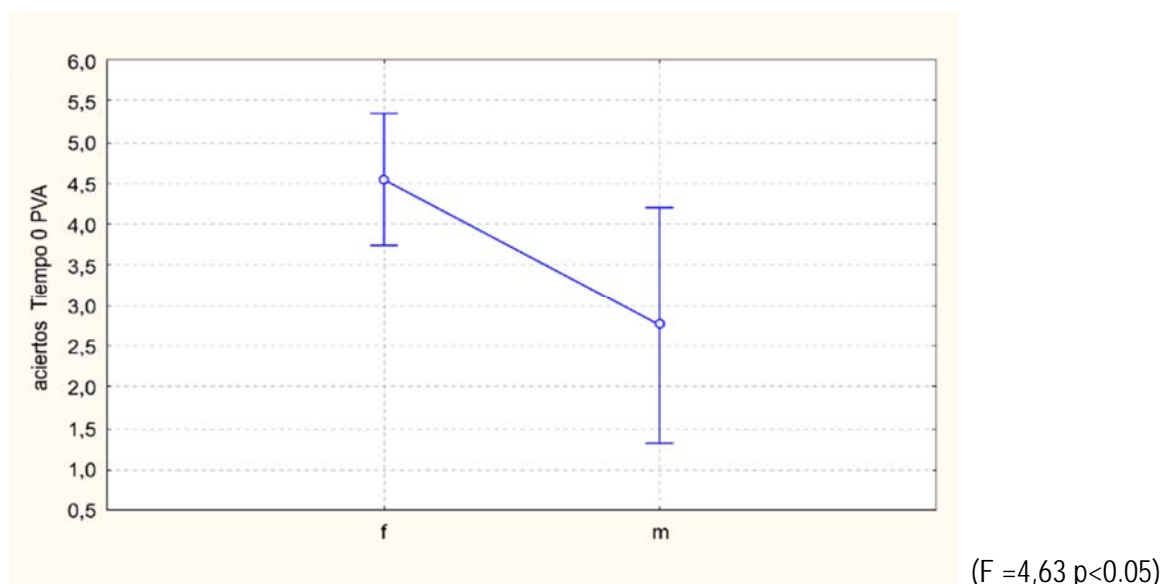


Fig. 3.3. Efecto de la variable predictora sexo en las respuestas de la prueba PVA. Elaboración propia.

El gráfico de la Figura 3.3 muestra el efecto significativo encontrado en el modelo lineal general con la variable cualitativa sexo en la memoria operativa visual asociativa. En el mismo se aprecia que el sexo femenino tiene una cantidad de aciertos superior al masculino.

El gráfico que aparece en la Figura 3.4 muestra la relación entre la variable cualitativa nivel escolar y la cantidad de omisiones en los resultados de la prueba MF, que evaluó la memoria operativa de íconos abstractos, donde el número 2 corresponde al nivel escolar secundaria, el 3 al preuniversitario y el 4 al universitario. En el mismo se observa que, a mayor nivel de escolaridad los sujetos presentan mayor cantidad de omisiones.

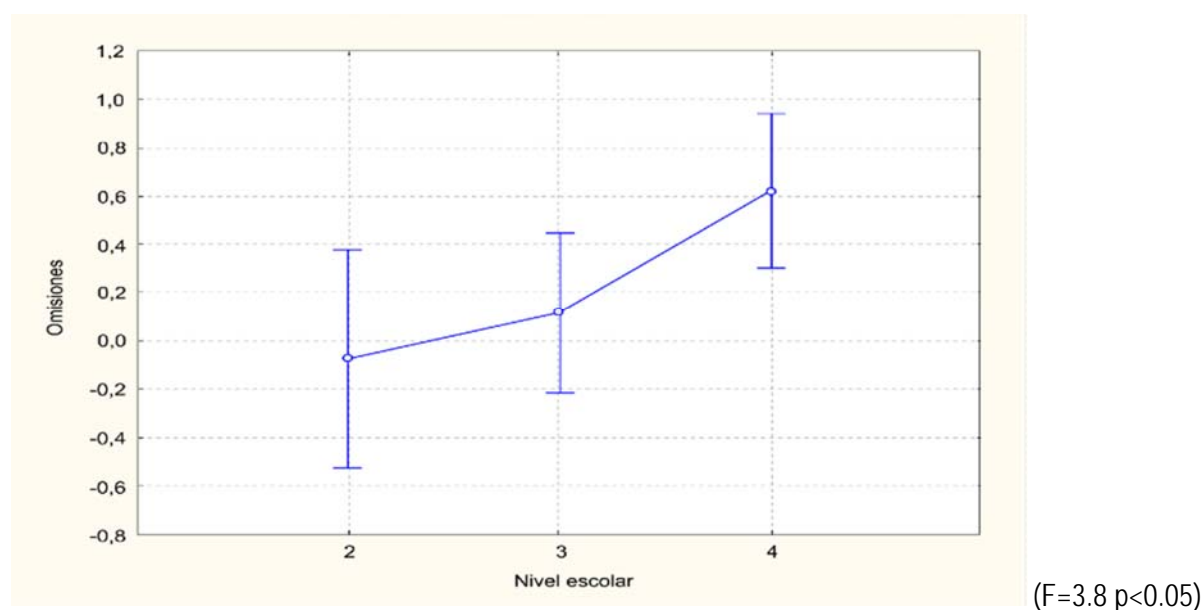


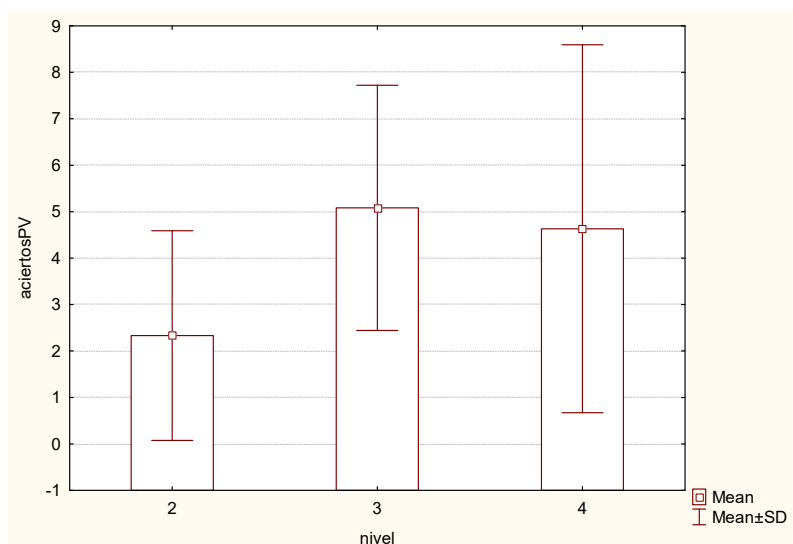
Figura 3.4. Efecto de la variable predictora escolaridad en las respuestas de la prueba MF. Elaboración propia.

Se decidió realizar un ANOVA de una vía usando como variable dependiente la cantidad de aciertos en tiempo 0 y como independiente los tres niveles de escolaridad presentes en la muestra: secundaria (2), preuniversitario (3) y universitario (4), después de comprobar que la prueba de Levene resultó no significativa y que las varianzas de los tres grupos fueron homogéneas. El análisis de la memoria operativa visual asociativa mediante la prueba de PVA en función del nivel de escolaridad mostró un interesante resultado.

Tabla 3.10. Resultado del análisis de varianza entre los niveles de escolaridad de la Prueba PVA.

| Nivel de escolaridad | Aciertos PVA- Media (DS) | Aciertos PVA - N |
|----------------------|--------------------------|------------------|
| 2-Secundaria | 2,33 (2,25) | 15 |
| 3-Preuniversitario | 5,08 (2,63) | 37 |
| 4-Universitario | 4,63 (3,96) | 19 |

Mediante la prueba post hoc LSD se obtuvo que el valor de las respuestas correctas del grupo de escolaridad secundaria fue significativamente inferior al preuniversitario ($p= 0.003$) y al universitario ($p=0.02$). Mientras que no se encontraron diferencias significativas entre los grupos preuniversitario y universitario ($p=0.59$). Los valores de las respuestas correctas se aprecian en la Tabla 3.10, página 65, y en la Figura 3.5.



F= 4.62 p =0.01

Figura 3.5. Efecto de la variable predictora nivel de escolaridad en las respuestas de la prueba PVA. Elaboración propia.

Dado este resultado se decidió excluir los sujetos de escolaridad secundaria para los estudios comparativos posteriores e incluir solamente a personas de escolaridad preuniversitaria y universitaria, ya que no existieron diferencias cognitivas en este proceso de memoria operativa visual asociativa, que es esencial para el manejo de las IU. De esa manera las posibles diferencias encontradas entre esos dos niveles no serían atribuibles a influencias no controladas por la escolaridad.

Se realizó un análisis de varianza para conocer si existió un punto de corte de pérdida de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria visual asociativa inmediata dentro del rango de edad, dividido en tres subgrupos, 61-70, 71-80 y 81-90 años, analizando los datos recogidos mediante las pruebas MF y PVA.

Tabla 3.11. Resultados del análisis de varianza de una vía entre subgrupos de edad. Prueba MF.

| Grupos de edades | Aciertos MF- Media (DS) | Aciertos MF - N |
|------------------|-------------------------|-----------------|
| Grupo 1 61-70 | 7,02 (1,36) | 41 |
| Grupo 2 71-80 | 6,84 (1,81) | 25 |
| Grupo 3 81-90 | 5,42 (1,90) | 7 |

Grupo1 vs grupo 2 $p>0,05$. Grupo 1 vs grupo 3 $p= 0,01$. Grupo 2 vs grupo 3 $p= 0,04$. F = 3,03.

Los resultados para la memoria operativa visual de íconos abstractos mostraron que existió una disminución significativa a partir de los 80 años (Tabla 3.11, página 66).

Tabla 3.12. Resultados análisis de varianza de una vía en subgrupos de edad. Prueba PVA.

| Grupos de edades | Aciertos PVA – Media (DS) | Aciertos PVA - N |
|------------------|---------------------------|------------------|
| Grupo 1 61-70 | 5,15 (3,19) | 40 |
| Grupo 2 71-80 | 4,12 (2,70) | 24 |
| Grupo 3 81-90 | 0,85 (1,21) | 7 |

Grupo1 vs grupo 2 $p > 0,05$. Grupo 1 vs grupo 3 $p = 0,00$. Grupo 2 vs grupo 3 $p = 0,01$. $F = 6.63$.

La Tabla 3.12 expone que existió diferencia significativa del grupo 1 de 61 a 70 años y el grupo 2 de 71 a 80 años, respecto al grupo 3 de 81 a 90. Mostrando que la memoria visual asociativa inmediata se reduce significativamente a partir de los 80 años.

Estos resultados aportan los primeros criterios normativos de memoria operativa visual de íconos abstractos y memoria visual asociativa inmediata en adultos mayores cubanos con envejecimiento sano.

3.3.1.1 Regularidades del estudio:

Con relación a la memoria operativa visual de íconos abstractos:

1. Entre 60 y 90 años disminuye linealmente la cantidad de respuestas correctas en función de la edad.
2. El aumento de la escolaridad conlleva a una mayor cantidad de respuestas omitidas.

Con relación a la memoria operativa visual asociativa inmediata:

1. Entre 60 y 90 años disminuye linealmente la cantidad de respuestas correctas en función de la edad.
2. El sexo femenino tuvo una cantidad de aciertos superior al masculino.
3. La cantidad de respuestas correctas de la escolaridad secundaria fue significativamente menor que las de preuniversitario y universitario. Entre estos dos últimos niveles no existió diferencia en las respuestas.

3.3.2 Resultados de los estudios de la memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.

Se exponen seguidamente los resultados del estudio de los dominios memoria operativa visual de íconos abstractos, memoria operativa visual asociativa y memoria operativa espacial de adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, recogidos mediante las pruebas cognitivas computarizadas Memoria de figuras, Pares visuales asociados y Amplitud de memoria visual.

El resultado del ANOVA factorial (Tabla 3.13), aplicado a los datos recogidos con la prueba MF mostró que existió una diferencia significativa en la cantidad de aciertos entre ambos grupos estudiados.

Tabla 3.13. Análisis de varianza de la prueba MF.

| | SS | Grados de libertad | MS | F | p |
|------------------------------|--------|--------------------|-------|----------|------|
| Intercepción | 11,46 | 1 | 11,46 | 2,82 | 0,10 |
| Edad | 0,18 | 1 | 0,18 | 0,046029 | 0,83 |
| Aciertos MF Nivel 1- Nivel 2 | 17,16 | 1 | 17,16 | 4,22 | 0,04 |
| Error | 162,50 | 40 | 4,06 | | |

El análisis de la comparación de la media de la cantidad de aciertos en la prueba MF entre ambos grupos arrojó que, para los adultos mayores del Nivel 2, fueron significativamente menores ($p < 0,05$) que para el grupo de adultos mayores sanos del Nivel 1 (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Comparación de las medias de la cantidad de aciertos entre adultos mayores de Niveles 1 y 2.

| Variable | Media (DE)-Adultos mayores Nivel 2 n=21 | Media (DE)- Adultos mayores Nivel 1 n=22 | t- | p |
|-------------|--|---|---------|----------|
| MF-Aciertos | 4,19 (1.81) | 5,45 (2.02) | 2,08001 | 0,043816 |

Potencia 0,51, Alfa 0.05, $p=0,04$

Los resultados de la prueba PVA, que evaluó la memoria operativa visual asociativa, se presentan en la Tabla 3.15. La comparación de la media de la calidad de las respuestas de ambos grupos de adultos mayores del Nivel 1 y Nivel 2, demostró que no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) en la variable cantidad de aciertos. La asociación de figuras abstractas y colores supone un grado elevando de dificultad de memoria operativa visual asociativa inmediata para ambos grupos, lo que hizo que ninguno alcanzara un mínimo discriminable, por lo que aparece un efecto suelo.

Tabla 3.15. Comparación de las medias de la calidad de las respuestas de la prueba PVA.

| Variable | Adultos mayores Nivel 2 n=21 | Adultos mayores Nivel 1 n=22 | t | p |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|-------|------|
| PVA- Aciertos | 3,31(2,64) | 5,04(3,91) | -1,72 | 0,09 |

Los resultados del análisis de la comparación de las medias de las variables calidad y velocidad de las respuestas de ambos grupos de adultos mayores a la prueba AMV, expresada por la cantidad máxima recordada, la puntuación total, el tiempo promedio de reacción por cada secuencia y la puntuación de cada

una, para la exploración del dominio cognitivo memoria operativa espacial se muestran en la Tabla 3.16, organizados a partir del tamaño del efecto calculado.

Tabla 3.16. Comparación de las medias de la calidad y velocidad de las respuestas de la prueba AMV.

| Variables | Media (DE) Nivel 2 n=21 | ICo Nivel 2 | Media (DE) Nivel 2 n=22 | ICo Nivel 1 | t | p | d | Tamaño Efecto |
|--|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|-------|-----------|------|------------------|
| AMV- Resultados generales | 4(1,81) | | 5,21(1,20) | | -2,64 | 0,01 | 0,78 | 0,36 |
| AMV Sec 2 - TR (ms) n=18 | 5895,66(404 6,41) | 3883,43- 7907,90 | 3245,93(32 45,93) | 2883,13 - 3557,34 | 3,07 | 0,00 3 | 0,72 | 0,33 |
| AMV Sec 3- TR (ms) n=13 | 6450,03(354 2,94) | 4309,05- 8591,02 | 4629,60(14 77,62) | 3968,04 - 5279,42 | 2,05 | 0,04 | 13 | 0,30 |

Los resultados significativos ($p < 0,05$) encontrados evidenciaron que para los adultos mayores de Nivel 2 fue menor la cantidad de respuestas recordadas al terminar la prueba y fueron significativamente mayores los tiempos de reacción en las respuestas de la sección 2 (3 estímulos) y sección 3 (4 estímulos). Estos sujetos fueron abandonando la prueba cuando aumentaron a tres o más la cantidad de los estímulos a ser recordados, mostrando su dificultad para memorizar conjuntos crecientes de más de dos estímulos.

3.3.2.1 Regularidades del estudio:

1. Los adultos mayores del Nivel 2 tienen menor memoria operativa visual de íconos abstractos que los adultos mayores sanos. Esto es válido hasta los 80 años.
2. Con relación a la memoria operativa visual asociativa, la calidad de las respuestas a la asociación de figuras abstractas y colores se dificulta para los dos grupos de adultos mayores por igual.
3. En relación con la memoria operativa espacial, para los adultos mayores del Nivel 2 es mayor el tiempo de reacción para accionar un control asociado a tareas de memorizar conjuntos mayores de dos estímulos.
4. Relacionado con la memoria operativa espacial, para los adultos mayores del Nivel 2 se reduce la cantidad de las respuestas recordadas cuando el número de estímulos es mayor que dos.

3.4 Resultados del estudio de coordinación óculo motriz de precisión en el uso de un prototipo simulador de interfaz de control por adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.

Se muestran a continuación los resultados de los análisis de los datos resultantes de la evaluación del uso de un dispositivo de simulación de IC por adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, clasificados en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2, para estudiar la coordinación óculo motriz de precisión.

3.4.1 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a la configuración de los controles.

La comparación de los TR de ambos grupos de adultos mayores al uso de controles con diferentes configuraciones: *Elipse*, *Cuadrado*, *Triángulo*, *Rectángulo* y *Círculo* aparecen en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a la configuración de los controles.

| TR a la Configuración de los controles | | Media (DE) | ICo | Mediana | Suma de Rangos | U | Z | Z ajust. | p |
|--|-----------------|---------------------|-----------------------|---------|----------------|-------|------|----------|------|
| Círculo | Nivel 2 n=9 | 1268,77 (625,01) | (312,21- 1425,34) | 1358,00 | 175,50 | 49,50 | 1,90 | 1,90 | 0,05 |
| | Nivel 1 n=20 | 950,20 (266,41) | (825,51- 1074,88) | 966,50 | 259,50 | | | | |
| Rectángulo | Nivel 2 n=9 | 1264,22 (522,99) | (862,21- 1666,23) | 1232,00 | 158,00 | 67,00 | 1,08 | 1,90 | 0,27 |
| | Nivel 1 n=20 | 1051,85 (517,76) | (809,52- 1294,17) | 804,00 | 277,00 | | | | |
| Cuadrado | Nivel 2 n=9 | 1256,44 (293,89) | (1030,53- 1482,35) | 1358,00 | 190,00 | 35,00 | 2,59 | 2,59 | 0,00 |
| | Nivel 1 n=20 | 892,95 (296,63) | (754,11- 1031,78) | 910,00 | 245,00 | | | | |
| Triángulo | Nivel 2 n=9 | 950,77 (323,44) | (702,15- 1199,39) | 880,00 | 172,50 | 52,50 | 1,76 | 1,76 | 0,07 |
| | Nivel 1 n=20 | 707(299 ,83) | (566,67- 847,32) | 735,00 | 262,50 | | | | |
| Elipse | Nivel 2 n=9 | 979,66 (341,09) | (717,48- 1241,85) | 1018,00 | 140,00 | 85,00 | 0,23 | 0,23 | 0,81 |
| | Nivel 1 n=20 | 1004,05 (514,19) | (763,39- 1244,70) | 883,00 | 295,00 | | | | |

Este resultado evidenció que fue significativamente mayor ($p < 0,5$) el tiempo de reacción de los adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores (Nivel 2) respecto los adultos mayores sanos (Nivel 1), al accionar el control en forma de *Cuadrado*.

3.4.2 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a la dimensión de los controles.

El resultado significativo de la comparación de la media de los tiempos de reacción de ambos grupos de adultos mayores al uso de controles con diferentes dimensiones: *6, 10 y 13 mm* de diámetro se presenta en la Tabla 3.18.

Tabla 3.18. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a la dimensión de los controles.

| TR a la Dimensión de los controles | | Media (DE) | ICo | Media na | Suma de Rangos | U | Z | Z ajust. | p |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|----------|----------------|-------|------|----------|------|
| 6 mm diámetro | Nivel 2 n=9 | 1543,77 (423,41) | (1218,31- 1869,24) | 1638,0 | 188,50 | 36,50 | 2,52 | 2,52 | 0,01 |
| | Nivel 1 n=20 | 1059,30 (302,68) | (917,64- 1200,96) | 972,00 | 246,50 | | | | |
| 10 mm diámetro | Nivel 2 n=9 | 1073,88 (409,36) | (759,22- 1388,55) | 1043,0 | 167,00 | 58,00 | 1,50 | 1,50 | 0,13 |
| | Nivel 1 n=20 | 828,50 (311,18) | (682,86- 974,13) | 841,00 | 268,00 | | | | |
| 13 mm diámetro | Nivel 2 n=9 | 1183,44 (322,48) | (935,56- 1431,32) | 745,00 | 142,00 | 83,00 | 0,32 | 0,32 | 0,74 |
| | Nivel 1 n=20 | 920,05 (287,73) | (785,38- 1054,71) | 813,50 | 293,00 | | | | |

Se evidenció que existió un mayor el tiempo de reacción de los adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, Nivel 2, para accionar el control de *6mm* de diámetro.

3.4.3 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a la proximidad entre los controles.

En el estudio del uso de las teclas 2, 5 y 7, enumeradas del 1 al 9 dentro de las tres distribuciones matriciales de 3x3, con diferentes proximidades entre ellas: *11mm, 7mm y 3mm* de distancia, se encontraron tres resultados significativos ($p < 0,5$) que se exponen en la Tabla 3.19, página 72. Los adultos mayores del Nivel

2 necesitaron mayor tiempo de reacción para accionar los controles en las distribuciones con 3 mm y 7 mm de distancia entre ellos.

Tabla 3.19. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a la proximidad de los controles.

| TR a la Proximidad de los controles | | Media (DE) | ICo | Mediana | Suma de Rangos | U | Z | Z ajust. | p |
|-------------------------------------|--------------|------------------|------------------|---------|----------------|------|------|----------|-------|
| Control 2-11 mm | Nivel 2 n=9 | 1026,77 (443,38) | (685,95-1367,59) | 855,00 | 162,00 | 63,0 | 1,27 | 1,27 | 0,20 |
| | Nivel 1 n=20 | 837,15 (327,19) | (684,01-990,28) | 777,50 | 273,00 | | | | |
| Control 5-11 mm | Nivel 2 n=9 | 1040,66 (389,48) | (741,28-1340,04) | 1256,00 | 161,00 | 64,0 | 1,22 | 1,22 | 0,22 |
| | Nivel 1 n=20 | 854,90 (298,72) | (715,09-994,70) | 828,00 | 274,00 | | | | |
| Control 7-11 mm | Nivel 2 n=9 | 1183,44 (322,48) | (935,5-1431,32) | 1175,00 | 175,00 | 50,0 | 1,88 | 1,88 | 0,06 |
| | Nivel 1 n=20 | 920,05 (287,73) | (785,38-1054,71) | 954,50 | 260,00 | | | | |
| Control 2-7 mm | Nivel 2 n=9 | 1130,44 (650,14) | (630,70-1630,18) | 1030,00 | 191,00 | 34,0 | 2,63 | 2,63 | 0,008 |
| | Nivel 1 n=20 | 805,10(210,22) | (706,71-903,48) | 730,50 | 244,00 | | | | |
| Control 7-7 mm | Nivel 2 n=9 | 1127,66 (388,38) | (829,12-1426,20) | 1098,00 | 179,00 | 46,0 | 2,07 | 2,07 | 0,03 |
| | Nivel 1 n=20 | 783,30 (355,05) | (617,13-949,46) | 779,00 | 256,00 | | | | |
| Control 5-3 mm | Nivel 2 n=9 | 1012,22 (362,15) | (733,84-1290,59) | 1280,00 | 192,00 | 33,0 | 2,68 | 2,68 | 0,007 |
| | Nivel 1 n=20 | 792,50 (213,48) | (692,58-892,41) | 877,00 | 243,00 | | | | |

3.4.4 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a los colores de los controles en contraste con el fondo de color Negro.

En la comparación de los tiempos de reacción de ambos grupos de adultos mayores con autonomía y validismo al uso de los controles con los colores: *Blanco, Gris, Negro, Verde, Amarillo, Rojo y Azul*, en contraste sobre un fondo de color *Negro* se encontraron cinco resultados significativos ($p < 0,5$). Los adultos

mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, Nivel 2, precisaron mayor tiempo de reacción para accionar los controles: *Blanco, Gris, Azul, Rojo y Amarillo*, cuando contrastaban sobre el fondo de color *Negro* (Tabla 3.20).

Tabla 3.20. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a los controles en contraste sobre fondo de color Negro.

| TR al Color de controles sobre fondo Negro | | Media (DE) | ICo | Mediana | Suma de Rangos | U | Z | Z ajust | p |
|--|-----------------|---------------------|-----------------------|---------|----------------|------|------|---------|------|
| Blanco | Nivel 2 n=9 | 1548,11 (752,36) | (969,79- 2126,43) | 1438,00 | 181,50 | 43,5 | 2,19 | 2,19 | 0,02 |
| | Nivel 1 n=20 | 1055,05 (786,30) | (687,04- 1423,05) | 909,00 | 253,50 | | | | |
| Gris | Nivel 2 n=9 | 1339,22 (558,92) | (909,59- 1768,84) | 1061,00 | 183,00 | 42,0 | 2,26 | 2,26 | 0,02 |
| | Nivel 1 n=20 | 823,80 (411,18) | (631,35- 1016,24) | 772,00 | 252,00 | | | | |
| Azul | Nivel 2 n=9 | 1260,22 (360,93) | (982,78- 1537,66) | 1067,00 | 195,00 | 30,0 | 2,82 | 2,82 | 0,00 |
| | Nivel 1 n=20 | 849,45(31 7,42) | (700,89- 998,00) | 832,00 | 240,00 | | | | |
| Rojo | Nivel 2 n=9 | 1211,88 (215,05) | (1046,58- 1377,19) | 1159,00 | 205,50 | 19,5 | 3,32 | 3,32 | 0,00 |
| | Nivel 1 n=20 | 774,45 (312,19) | (628,33- 920,56) | 787,00 | 229,50 | | | | |
| Verde | Nivel 2 n=9 | 1004 (584,60) | (554,62- 1453,37) | 1021,00 | 168,00 | 57,0 | 1,55 | 1,55 | 0,11 |
| | Nivel 1 n=20 | 662,35 (258,72) | (541,26- 783,43) | 669,00 | 267,00 | | | | |
| Amarillo | Nivel 2 n=9 | 967,11 (433,15) | (634,16- 1300,06) | 935,00 | 181,00 | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------------|--------------------|----------------------|--------|--------|------|-------|-------|------|
| | Nivel 1 n=20 | 610,85 (310,28) | (465,62- 756,07) | 518,50 | 254,00 | 44,0 | 2,16 | 2,16 | 0,03 |
| Negro | Nivel 2 n=9 | 883,22 (415,74) | (563,65- 1202,78) | 980,00 | 133,00 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 885,30 (335,39) | (728,32- 1042,27) | 848,50 | 302,00 | 88,0 | -0,09 | -0,09 | 0,92 |

3.4.5 Resultados de la comparación de los tiempos de reacción a los colores de los controles en contraste sobre fondo de color Blanco.

Se realizó un análisis comparando las medias de los tiempos de reacción de los dos grupos de adultos mayores evaluados al uso de los controles con los colores: *Blanco, Gris, Negro, Verde, Amarillo, Rojo y Azul*, en contraste sobre un fondo de color *Blanco*. Se encontraron cuatro resultados significativos ($p < 0,5$). Los adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, Nivel 2, precisaron mayor tiempo de reacción para accionar los controles de colores: *Blanco, Gris, Verde y Amarillo*, cuando se contrastan sobre el fondo de color *Blanco* (Tabla 3.21).

Tabla 3.21. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a los controles en contraste sobre fondo de color Blanco.

| TR al color de controles sobre fondo Blanco | | Media (DE) | ICo | Mediana | Suma de Rangos | U | Z | Z ajust. | p |
|---|-----------------|---------------------|----------------------|---------|----------------|-------|------|----------|------|
| Blanco | Nivel 2 n=9 | 1011,88 (288,73) | (789,94- 1233,83) | 1071,00 | 180,00 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 781,85 (265,34) | (657,66- 906,03) | 756,000 | 255,00 | 45,00 | 2,12 | 2,12 | 0,03 |
| Gris | Nivel 2 n=9 | 2026,22 (3005,0) | (283,63- 2336,07) | 1128,00 | 184,00 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 779,20 (334,87) | (622,47- 935,92) | 685,000 | 251,00 | 41,00 | 2,30 | 2,30 | 0,02 |
| Azul | Nivel 2 n=9 | 1005,44 (407,13) | (692,49- 1318,39) | 930,00 | 157,00 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 818(365, 62) | (646,88- 989,11) | 800,000 | 278,00 | 68,00 | 1,03 | 1,03 | 0,29 |
| Rojo | Nivel 2 n=9 | 858,22 (319,60) | (612,55- 1103,88) | 720,00 | 152,00 | 73,00 | 0,80 | 0,80 | 0,42 |

| | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|---------------------|----------------------|---------|--------|-------|------|------|-------|
| | Nivel 1 n=20 | 702,50 (367,36) | (530,56- 874,43) | 769,000 | 283,00 | | | | |
| Verde | Nivel 2 n=9 | 1059,55 (310,32) | (821,02- 1298,09) | 1128,00 | 189,00 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 727,85 (303,62) | (585,74- 869,95) | 710,500 | 246,00 | 36,00 | 2,54 | 2,54 | 0,01 |
| Amarillo | Nivel 2 n=9 | 1066,88 (243,06) | (880,04- 1253,72) | 1130,00 | 184,00 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 798,75 (347,42) | (636,15- 961,35) | 819,000 | 251,00 | 41,00 | 2,30 | 2,30 | 0,02 |
| Negro | Nivel 2 n=9 | 1236,66 (797,50) | (623,65- 1849,68) | 1018,00 | 176,50 | | | | |
| | Nivel 1 n=20 | 766,75 (316,89) | (618,43- 915,06) | 720,00 | 258,50 | 48,50 | 1,95 | 1,95 | 0,051 |

3.4.6 Regularidades del estudio:

1. Con relación a la configuración de los controles, los adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, Nivel 2, tuvieron un mayor tiempo de reacción para accionar el Cuadrado.
2. Al utilizar las tres dimensiones de controles estudiadas, los adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, Nivel 2, tuvieron un mayor tiempo de reacción para accionar el de menor tamaño: 6 mm de diámetro.
3. Con relación a la proximidad entre controles, los adultos mayores del Nivel 2 tuvieron un mayor tiempo de reacción para accionarlos con las distancias: media, 7 mm y menor, 3 mm.
4. Al utilizar los controles sobre el fondo Negro, los adultos mayores del Nivel 2 necesitaron mayor tiempo de reacción para el uso de los colores Blanco, Gris, Amarillo, Rojo y Azul.
5. Al utilizar los controles sobre el fondo Blanco los adultos mayores del Nivel 2 precisaron mayor tiempo de reacción al uso de los colores Blanco, Gris, Verde y Amarillo.

3.5 Resultados del estudio de la atención alterna en el uso de un prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario por adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.

Se muestran a continuación los resultados de los diferentes análisis realizados a los datos resultantes del uso del software de simulación de IGU por adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, clasificados en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2, para evaluar el proceso cognitivo de la atención alterna.

3.5.1 Resultados de la comparación entre exposición de estímulos a tiempo fijo y a tiempo aleatorio.

Los resultados de la comparación de las medias de los tiempos de reacción a las dos versiones del software: SAA 1.0, con exposición de estímulos a tiempo aleatorio (rango de 200 a 1000 ms) y SAA 2.0 con tiempo fijo (1000 ms), aplicados previamente a los adultos mayores sanos y con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores (Tabla A8.1 del Anexo 8), evidenciaron que no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tiempos de reacción para accionar la tecla espaciadora al aparecer un estímulo visual expuesto con esas modalidades de tiempo. A partir de este resultado se definió utilizar la variante de software SAA 2.0, donde los estímulos se exponían con un rango de tiempo fijo.

3.5.2 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción para el total de los estímulos.

En la Tabla 3.22 se muestran los resultados del análisis de comparar las medias de los tiempos de reacción de los dos grupos de adultos mayores, Nivel 1 y Nivel 2, para accionar la tecla espaciadora al aparecer en pantalla un estímulo visual.

Tabla 3.22. Comparación de las medias de los tiempos de reacción para el total de los estímulos.

| Estímulos | Adultos Nivel 2 Media (DE) n=12 | Adultos Nivel 2 – ICo | Adultos Nivel 1 Media (DE) n=20 | Adultos Nivel 1 - ICo | t | p | d |
|--|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------|------|------|
| Estímulo Rojo- fondo Blanco- lateral Izquierdo | 455,83 (71,79) | (410,21- 501,44) | 384,16 (66,53) | (315,21- 401,34) | 2,80 | 0,00 | 1,03 |
| Estímulo Azul- fondo Blanco- lateral Izquierdo | 517,33 (159,74) | (415,83- 618,82) | 420,38 (81,78) | (340,83- 502,72) | 2,19 | 0,03 | 0,76 |

Para los adultos mayores con reducción de movilidad fina y con déficits cognitivos menores, Nivel 2, resultaron significativamente mayores los tiempos de reacción ($p < 0,05$) para accionar la tecla espaciadora al aparecer los estímulos de color *Azul* en contraste sobre fondo *Blanco*, expuestos en el lateral *Izquierdo* de la pantalla y los estímulos *Rojos* sobre el fondo *Blanco*, igualmente en el lateral *Izquierdo* de la pantalla.

3.5.3 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción de iguales estímulos visuales simples y combinados con estímulos auditivos.

La comparación de las medias de los tiempos de reacción resultantes de estímulos visuales simples o expuestos en combinación con estímulos auditivos, con igual orden de secuencia e iguales condiciones de color, contraste y lateralidad en la pantalla (Tabla 3.23), evidenció que, para ambos grupos de adultos

mayores, cuando los estímulos visuales aparecieron combinados con estímulos auditivos se obtuvieron tiempos de reacción significativamente menores para los estímulos de colores: *Azul* y *Amarillo* en contraste con los fondos de color *Negro* y *Blanco* y en ambos laterales de la pantalla, para el estímulo de *color Rojo*, expuesto sobre el fondo *Blanco*, en el lateral *Derecho* de la pantalla y para el color *Blanco* sobre el fondo *Negro*, en el lateral *Izquierdo* de la pantalla.

Tabla 3.23. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a estímulos visuales simples y combinados con estímulos auditivos.

| Grupos de adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 n=32 | | | | | | |
|--|--|---|------|--------|------|-------------------|
| Estímulos | No combinado con estímulo auditivo Media (DE) | Combinado con estímulo auditivo Media (DE) | t | p | d | Tamaño del efecto |
| Azul 1-F Blanco-L Derecho vs. Azul 1-F Blanco-L Derecho-E auditivo. | 566,54(76,23) | 324,58(121,70) | 2,18 | 0,03 | 2,30 | 0,76 |
| Azul 3-F Blanco-L Izquierdo vs. Azul 3-F Blanco-L Izquierdo-E auditivo | 517,33(159,74) | 263,75(126,20) | 4,31 | 0,0002 | 1,76 | 0,66 |
| Amarillo 1-F Negro-L Derecho vs Amarillo 1-F Negro-L Derecho-E auditivo | 566,54(156,84) | 370,83(95,65) | 3,64 | 0,001 | 1,50 | 0,60 |
| Azul 2-F Blanco-L Derecho vs. Azul 2-F Blanco-L Derecho-E auditivo | 553,66(192,43) | 343,50(110,55) | 3,28 | 0,003 | 1,33 | 0,55 |
| Amarillo 2-F Negro-L Izquierdo vs. Amarillo 2-F Negro-L Izquierdo-E auditivo | 481,33(97,87) | 343,66(106,03) | 3,30 | 0,003 | 1,34 | 0,55 |
| Blanco 4-F Negro-L Izquierda vs. Blanco 4-F Negro-L Izquierda-E auditivo | 371,40(79,40) | 284,91(55,40) | 3,00 | 0,007 | 1,26 | 0,53 |
| Azul 1-F Negro-L Izquierdo vs. Azul 1-F Negro-L Izquierdo-E Auditivo | 667,90(335,59) | 372,25(152,52) | 2,76 | 0,01 | 1,13 | 0,49 |
| Azul 1-F Negro-L Derecho vs. Azul 1-F | 440,16(115,04) | 335,08(98,79) | 2,40 | 0,02 | 1,98 | 0,44 |

| | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|------|------|------|------|--|
| Negro-L Derecho -E Auditivo | | | | | | | |
| Amarillo 3-F Negro-L Derecho vs. Amarillo 3- F Negro-L Derecho -E auditivo | 425,33(92,79) | 332,50(99,12) | 0,36 | 0,02 | 0,96 | 0,43 | |
| Amarillo 4-F Blanco-L Izquierdo vs. Amarillo 4-F Negro-L Izquierdo- E auditivo | 384,33(77,25) | 292,83(127,92) | 2,12 | 0,04 | 0,87 | 0,40 | |
| Rojo 4-F Blanco-L Derecho vs. Rojo 4-F Blanco-L Derecho -E auditivo | 358,08(82,79) | 296,83(57,21) | 2,10 | 0,04 | 0,86 | 0,39 | |
| Grupo de adultos mayores Nivel 2 n=12 | | | | | | | |
| Rojo 1-F Blanco-L Izquierdo vs. Rojo 1- Fondo Blanco-L Izquierdo-E auditivo | 362,00(126,31) | 460,45(120,81) | 2,61 | 0,01 | 1,79 | 0,37 | |
| Negro 3-F Blanco-L Derecho-3 vs. Negro 3- F Blanco-L Derecho- E auditivo | 418,81(169,86) | 308,04(106,38) | 2,54 | 0,01 | 1,78 | 0,36 | |

El análisis también demostró que solo para el grupo de adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores, fueron igualmente menores los tiempos de reacción cuando aparecían combinados los estímulos visuales con estímulos auditivos, para el color *Rojo*, expuesto sobre fondo de color *Blanco*, en el lateral *Izquierdo* de la pantalla y para el color *Negro*, sobre fondo *Blanco*, en el lateral *Derecho*.

3.5.4 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción a la ubicación con la que se muestran los estímulos visuales en la pantalla.

El análisis del valor de t entre variables, comparando las medias de los tiempos de reacción de ambos grupos de adultos, resultantes de estímulos visuales cuando se muestran sobre el lateral Izquierdo o sobre el lateral Derecho de la pantalla, con iguales condiciones de color y contraste e igual combinación o no con estímulo auditivo, arrojó que ambos grupos de adultos mayores obtuvieron tiempos de reacción significativamente menores para los estímulos de color *Azul*, sobre fondo *Blanco* y fondo *Negro* y *Azul*, combinado con estímulo auditivo sobre fondo *Blanco*, expuestos en el lateral *Derecho* de la pantalla. Sobre

el lateral *Izquierdo* de la pantalla, solo consiguió menor tiempo de reacción el estímulo *Amarillo*, sobre fondo de color *Negro* (Tabla 3.24).

Tabla 3.24. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a estímulos visuales en lateral izquierdo y lateral derecho de la pantalla.

| Grupo adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 n=32 | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Estímulos | Lateral Izquierdo Media (DE) | Lateral Derecho Media (DE) | t | p | d | Tamaño del efecto |
| Amarillo 1-F Negro-L Derecho vs. Amarillo 3-F Negro-L Izquierdo | 384,33(77,25) | 566,54(156,84) | 3,58 | 0,01 | 1,47 | 0,59 |
| Azul 1-F Blanco- L Izquierdo vs. Azul 2-F Blanco-L Derecho | 592,45(179,99) | 429,50(144,48) | 2,29 | 0,03 | 2,99 | 0,44 |
| Azul 1-F Negro-L Izquierdo vs. Azul 4-F Negro-L Derecho | 667,90(335,59) | 440,16(115,04) | 2,12 | 0,03 | 0,90 | 0,41 |
| Azul 3-F Blanco- L Izquierdo-E Auditivo vs. Azul 2-F Blanco-L Derecho-E Auditivo | 432,25(92,92) | 343,50(110,55) | 2,12 | 0,04 | 0,86 | 0,39 |
| Grupo de adultos mayores Nivel 2 n=12 | | | | | | |
| Rojo 1-F Blanco-L Izquierdo vs. Rojo 2-F Blanco-L Derecho | 455,83(71,791) | 358,08(82,79) | 3,0 | 0,005 | 1,12 | 0,53 |
| Rojo 1-F Blanco-L Izquierdo-E auditivo vs. Rojo 4-F Blanco-L Derecho-E auditivo | 395,41(140,24) | 296,83(57,21) | 2,25 | 0,03 | 0,92 | 0,41 |
| Blanco 1-F Negro-L Izquierdo-E auditivo vs. Blanco 2-F Negro-L Derecho-E auditivo | 345,58(82,22) | 284,91(55,40) | 2,11 | 0,04 | 0,86 | 0,39 |

Por otra parte, sólo para el grupo de adultos mayores de Nivel 2, también resultaron significativamente menores los tiempos de reacción, al aparecer en el *lateral Derecho* de la pantalla, a los estímulos de color *Rojo* sobre fondo *Blanco*, combinados y no combinados con estímulo auditivo y al estímulo *Blanco*, sobre fondo *Negro*, combinado con estímulo sonoro.

3.5.5 Resultados de la comparación entre tiempos de reacción de iguales estímulos visuales al contraste sobre el fondo de color Negro y el fondo de color Blanco.

Se realizó una comparación de los datos de ambos grupos de adultos mayores, resultantes de las medias de los tiempos de reacción entre variables, de los estímulos visuales cuando aparecían sobre un fondo de color Blanco o sobre un fondo de color Negro y que presentaban igual orden de secuencia, iguales condiciones de color, lateralidad en pantalla y combinación o no con estímulo auditivo. Esta mostró que para los adultos mayores agrupados en los Niveles 1 y 2, resultaron significativamente menores los tiempos de reacción a los estímulos visuales de color *Azul* y *Amarillo*, cuando se aparecían sobre el fondo de color *Negro*, en ambos laterales de la pantalla y en ambos casos no acompañados por estímulos auditivos. En la Tabla 3.25 se presentan organizados por el tamaño del efecto calculado.

Tabla 3.25. Comparación de las medias de los tiempos de reacción a estímulos visuales sobre fondo Blanco o fondo Negro.

| Grupo de adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 n=32 | | | | | | |
|---|---|--|------|-------|------|-------------------|
| Estímulos | Estímulo sobre fondo Blanco Media (DE) | Estímulo sobre fondo Negro Media (DE) | t | p | d | Tamaño del efecto |
| Azul 2-F Blanco-L Derecho vs. Azul 2-F Negro-L Derecho | 592,45(144,48) | 440,16(115,04) | 2,80 | 0,01 | 1,16 | 0,50 |
| Amarillo 1-F Blanco-L Derecho vs. Amarillo 1-F Negro-L Derecho | 566,54(156,84) | 407,58(109,60) | 2,83 | 0,009 | 1,17 | 0,50 |
| Amarillo 3-F Blanco-L Derecho vs. Amarillo 3-F Negro-L Derecho | 425,33(92,79) | 330,63(92,87) | 2,44 | 0,02 | 1,02 | 0,45 |
| Azul 3-F Blanco-L Izquierdo vs. Azul 3-F Negro-L Izquierdo | 517,33(159,74) | 386,09(99,85) | 2,33 | 0,02 | 0,98 | 0,44 |
| Amarillo 2-F Blanco-L Izquierdo vs. Amarillo 2-F Negro-L Izquierdo | 481,33(97,87) | 380,41(180,31) | 2,36 | 0,02 | 0,69 | 0,32 |

3.5.6 Resultados de la comparación entre los tiempos de reacción a los estímulos visuales en contraste sobre el fondo de color Blanco.

Se realizó un análisis de varianza, que aparece en la Tabla 3.26, página 81, definiendo como variable dependiente los tiempos de reacción y como factores predictores el color de los estímulos cuando se mostraron en contraste sobre fondo de color Blanco, aislados del resto de las variables.

Tabla 3.26. Resultados del análisis de varianza para los estímulos visuales en contraste sobre fondo de color Blanco.

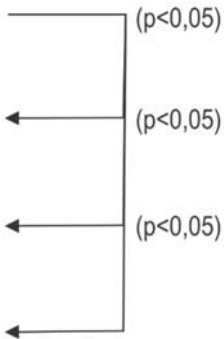
| | SS | Grados de libertad | MS | F | p |
|---------------------------------|-----------|--------------------|-----------|---------|------|
| Intercepción | 105965948 | 1 | 105965948 | 6209,17 | 0,00 |
| Colores sobre Fondo Blanco | 190658 | 3 | 63553 | 3,72 | 0,01 |
| Categoría Nivel 1-Nivel 2 | 29123 | 1 | 29123 | 1,70 | 0,19 |
| Tiempo reacción Nivel 1-Nivel 2 | 7747 | 3 | 2582 | 0,151 | 0,92 |
| Error | 13601622 | 797 | 17066 | | |

Este resultado evidenció que existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tiempos de reacción a los cuatro colores de los estímulos en contraste sobre el color de fondo, mientras la diferencia de tiempos de reacción entre adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2 no resultó significativa ($p > 0,05$).

En la Tabla 3.27 se exponen los resultados del análisis de varianza post hoc LSD para determinar la diferencia entre los cuatro valores que asume la variable contraste de los colores sobre el fondo Blanco. Estos resultados demostraron que la diferencia de los tiempos de reacción a los colores con ese contraste estuvo dada por el estímulo de color *Azul* ($p < 0,05$) que necesitó, para ambos grupos de adultos mayores, un tiempo de reacción mayor que el resto de los colores.

Tabla 3.27. Resultados del análisis de varianza post hoc LSD.

| Color de los estímulos sobre fondo Blanco | Adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 n=32 | Media (DE) |
|---|---|----------------|
| 1 Azul | | 397,57(107,94) |
| 2 Amarillo | | 378,62(119,71) |
| 3 Rojo | | 359,18(101,84) |
| 4 Negro | | 364,62(143,76) |



Se incluyó una estadística descriptiva (Tabla 3.28), que mostró los intervalos de confianza en los que se encontraron distribuidos los valores de los tiempos de reacción a los cuatro colores sobre el fondo Blanco.

Tabla 3.28. Intervalos de confianza de tiempos de reacción de ambos grupos al color de los estímulos sobre fondo Blanco.

| Color de los estímulos sobre fondo Blanco | | Adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2 n=32 |
|---|----------|--|
| | | ICo |
| 1 | Azul | (360,20-478,94) |
| 2 | Amarillo | (351,65-405,59) |
| 3 | Rojo | (342,28-376,07) |
| 4 | Negro | (345,01-384,24) |

3.5.7 Resultados de la comparación entre los tiempos de reacción a los estímulos visuales en contraste sobre el fondo de color Negro.

En la Tabla 3.29 se presenta el resultado del análisis de varianza, definiendo como variable dependiente los tiempos de reacción y como factores predictores el color de los estímulos, cuando se expusieron en contraste sobre el fondo de color Negro. Existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tiempos de reacción de los adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2. No existieron diferencias significativas entre los tiempos de reacción a los colores de los estímulos en contraste sobre el fondo de color Negro ($p > 0,05$).

Tabla 3.29. Resultados del análisis de varianza para los estímulos visuales en contraste sobre fondo de color Negro.

| | SS | Grados de libertad | MS | F | p |
|--|----------|--------------------|----------|---------|------|
| Intercepción | 98335430 | 1 | 98335430 | 5775,15 | 0,00 |
| Colores sobre Fondo Negro | 60586 | 3 | 20195 | 1,18 | 0,31 |
| Categoría Adultos mayores Nivel 1-Nivel 2 | 216517 | 1 | 216517 | 12,71 | 0,00 |
| Color Fondo Blanco Categoría Adultos mayores Nivel 1-Nivel 2 | 37052 | 3 | 12351 | 0,72 | 0,53 |
| Error | 12991851 | 763 | 17027 | | |

El análisis de varianza de la media de los tiempos de reacción entre ambos grupos de adultos mayores (Tabla 3.30) evidenció que los adultos mayores de Nivel 2 tuvieron mayores tiempos de reacción al color de los estímulos en contraste sobre fondo Negro.

Tabla 3.30. Comparación de las medias de los tiempos de reacción adultos mayores Nivel 1 y Nivel 2.

| Categoría adultos mayores Nivel 1- Nivel 2 | TR a colores sobre fondo Negro TR - Media | TR a colores sobre fondo Negro TR - (DE) |
|---|--|---|
| Adultos mayores Nivel 2 | 386,92 | 6,18 |
| Adultos mayores Nivel 1 | 352,23 | 7,50 |

F 3.64, p = 0, 01

Se realizó, además, una estadística descriptiva para cada uno de los grupos estudiados. Estos resultados se exponen en la Tabla 3.31.

Tabla 3.31. Estadística descriptiva de los tiempos de reacción de ambos grupos al color de los estímulos sobre fondo Negro.

| Color de los estímulos sobre fondo Negro | Grupo adultos mayores Nivel 2 n=12 | | Grupo adultos mayores Nivel 1 n=20 | |
|--|---------------------------------------|------------------|------------------------------------|-----------------|
| | Media (DE) | ICo | Media (DE) | ICo |
| 1 Azul | 395,41(143,60) | (368,02- 422,81) | 353,26(117,76) | (325,58-380,93) |
| 2 Amarillo | 380,85(147,54) | (349,40-412,29) | 372,05(117,69) | (341,64-402,45) |
| 3 Rojo | 392,52(141,93) | (368,89-416,15) | 354,04(105,8) | (332,47-375,61) |
| 4 Blanco | 378,89(147,8) | (352,61-405,17) | 329,59(81,29) | (311,95-347,23) |

Este análisis permitió conocer el resultado de los tiempos de reacción, la desviación estándar y los intervalos de confianza para accionar la tecla espaciadora al aparecer un estímulo de color en la pantalla, sobre un fondo de color Negro.

3.5.8 Regularidades del estudio:

1. Los tiempos de respuesta de ambos grupos de adultos mayores para accionar un control en el teclado, ante un estímulo visual que se expone en la pantalla con un rango de tiempo aleatorio o con un rango de tiempo fijo, fueron iguales.

2. Para el grupo del Nivel 2 fue mayor el tiempo de reacción para para accionar un control en el teclado ante los estímulos de colores *Azul y Rojo*, en contraste sobre el fondo *Blanco*, en el lateral *Izquierdo* de la pantalla.
3. Cuando los estímulos visuales estuvieron *acompañados con estímulos auditivos* se obtuvieron menores tiempo de reacción, para ambos grupos de adultos mayores.
4. Los estímulos expuestos sobre el *lateral Derecho* de la pantalla precisaron menor tiempo de reacción, para ambos grupos de adultos mayores.
5. Comparando iguales colores de los estímulos en contraste sobre fondo *Blanco* o fondo *Negro*, resultaron con menor tiempo de reacción los estímulos *Azul y Amarillo* sobre el fondo *Negro*.
6. Al comparar el tiempo de reacción al color de los estímulos en contraste sobre el fondo *Blanco*, el estímulo de color *Azul* demandó mayor tiempo de reacción que el resto de los colores, para ambos grupos.
7. Al comparar el tiempo de reacción al color de los estímulos en contraste sobre el fondo *Negro*, no hubo diferencias significativas en los tiempos de reacción a los colores, por ambos grupos de adultos mayores.

3.6 Requisitos ergonómicos cognitivos a considerarse en el diseño de interfaces gráficas de usuario e interfaces de controles orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

Los requisitos que se determinaron fueron resultado de la construcción teórico - práctica que recogió el procedimiento propuesto para esta investigación. La definición de los dominios implicados permitió establecer los protocolos para evaluar, mediante las variables velocidad de reacción y calidad de las respuestas, el desempeño de los procesos cognitivos básicos de los dos grupos de adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2, en el uso de IC e IGU, conformadas a partir de los valores asignados a las variables de diseño declaradas.

De todos los estudios realizados, aquellos que permitieron identificar regularidades que posteriormente resultaron utilizadas como datos objetivos para la determinación de los requisitos ergonómicos fueron: *Estudio de aceptabilidad de dispositivos con IU en adultos mayores cubanos con autonomía y validismo*, *Estudio de la memoria operativa visual de íconos abstractos*, *memoria visual asociativa y memoria operativa espacial en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2*, *Estudio de la coordinación óculo motriz de precisión en el uso de prototipo simulador de interfaz de control en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2* y *Estudio de la*

atención alterna en el uso de prototipo simulador de interfaz gráfica de usuario en adultos mayores de Nivel 1 y Nivel 2.

El análisis de los datos recogidos en estos estudios permitió identificar regularidades en los resultados, expuestas en las conclusiones de cada uno. A partir de los datos precisos que establecieron esas regularidades fueron determinados los requisitos ergonómicos declarados en la tesis, referidos a la aceptabilidad, la asociación y cantidad de estímulos, las configuraciones, dimensiones, distancias, contrastes de color y ubicación en pantalla de controles y estímulos, que generaron menores tiempos de respuesta. Estos, además, fueron complementados con la especificación de las ventanas de tiempo recomendadas para lograr acciones efectivas en el uso de ambos tipos de IU, determinadas a partir de los intervalos de confianza que establecieron los rangos entre los que se encontraron las medias de los TR de cada grupo.

La clasificación de los adultos mayores con autonomía y validismo, definidos como Niveles 1 y 2 a partir de la clasificación de la pirámide de usuario asumida en la investigación, fundamentó la organización de los requisitos ergonómicos cognitivos, que se enuncian diferenciados para cada tipología de interfaz: IC e IGU. El criterio seguido para clasificar un requisito como inclusivo o exclusivo fue como sigue:

1. Los *requisitos inclusivos*: se definieron a partir de los resultados donde la velocidad de respuesta (tiempos de reacción) y la calidad de respuesta (cantidad de respuestas correctas) no tuvieron diferencias significativas entre los dos grupos de sujetos estudiados.
2. Los *requisitos exclusivos*: se definieron a partir de los resultados donde la velocidad de respuesta (tiempos de reacción) y la calidad de respuesta (cantidad de respuestas correctas) tuvieron diferencias significativas entre ambos grupos de adultos mayores estudiados.

Los *requisitos inclusivos*, orientados a los Niveles 1 y 2 de la pirámide de usuario, se determinaron con el objetivo de ofrecer recomendaciones ergonómicas cognitivas para diseñar IU que posibilitaran que ambos grupos puedan utilizarlas en igualdad de condiciones. Los *requisitos exclusivos* estarían orientados específicamente a satisfacer las limitaciones propias de los adultos mayores con reducción de movilidad y déficits cognitivos menores, que ocupan el Nivel 2 de la pirámide.

Dado que la orientación de la investigación estuvo dirigida a la inclusión, en los requisitos determinados para ambos grupos se incluyó la transformación de los requisitos exclusivos, identificados inicialmente para adultos mayores Nivel 2, en requisitos inclusivos, a partir de ampliar el rango de tiempo para la ejecución de las acciones de respuesta, de acuerdo con las regularidades identificadas para este grupo. La relación de

los requisitos inclusivos y exclusivos con la clasificación de adultos mayores con autonomía y validismo, según niveles de la pirámide de usuario se define en la Figura 3.6, página 86.



Figura 3.6. Relación de requisitos inclusivos y exclusivos con la clasificación de adultos mayores con autonomía y validismo según Niveles. Elaboración propia.

Los requisitos ergonómicos cognitivos determinados se organizaron para cada una de las dos IU estudiadas (IC e IGU), clasificados en inclusivos y exclusivos. Se presentan en una tabla donde, en la primera columna aparecen los dominios cognitivos evaluados y dentro de estos, en una segunda columna, las combinaciones de las variables analizadas en cada uno de ellos para identificar las regularidades cognitivas, a partir de la velocidad y la calidad de las respuestas de ambos grupos de sujetos estudiados y en una tercera columna, la propuesta de requisitos ergonómicos cognitivos, que exponen los datos de tiempos para la acción, cantidad de estímulos y cualidades de las variables de diseño: color, contraste de color, dimensión, configuración, proximidad, ubicación y combinación sensorial.

3.6.1 Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de interfaces de control orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

En la Tabla 3.32, página 86, se exponen los requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos que pueden ser considerados para el diseño de las interfaces de control presentes en los dispositivos y que permitirían a los adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores (Nivel 2) utilizar dichas IU en igualdad de condiciones que los adultos mayores sanos (Nivel 1).

Tabla 3.32. Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de IC orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

| REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS INCLUSIVOS PARA EL DISEÑO DE IC | | |
|---|--|--|
| DOMINIO COGNITIVO | VARIABLES | REQUISITOS ERGONÓMICOS INCLUSIVOS |
| Aceptabilidad | Categoría ergonómica: Seguridad | 1_ El diseño de dispositivos con IU debe garantizar la seguridad del usuario y el equipo y comunicarlo eficientemente. |
| Coordinación óculo motriz de precisión | Configuración Tiempo de reacción | 2_ En el uso de controles pulsadores de dos posiciones se recomiendan configuraciones de círculo, triángulo, elipse y rectángulo. |
| | | 3_ El rango de tiempo recomendado para el uso de controles pulsadores de dos posiciones de configuración cuadrada es de 0.8 a 1.5 segundos. |
| | Dimensión Tiempo de reacción | 4_ En el uso de controles pulsadores de dos posiciones se recomiendan de 10 a 13 mm de diámetro. |
| | | 5_ El rango de tiempo recomendado para el uso de controles pulsadores de dos posiciones de 6 mm de diámetro es de 1 a 2 segundos. |
| | Proximidad Tiempo de reacción | 6_ En el uso de controles pulsadores de dos posiciones se recomienda una distancia entre ellos de 11mm. |
| | | 7_ El rango de tiempo recomendado para el uso de controles pulsadores de dos posiciones de con una proximidad de 3 a 7mm es de 0.6 a 1.4 segundos. |
| | Contraste de color Tiempo de reacción | 8_ En contraste sobre Fondo Negro (0,0,0,100) el rango de tiempo recomendado para el uso de controles de colores: Verde (100,0,100,0) y Negro (0,0,0,100) es de 0.5 a 1.4 segundos. |
| | | 9_ En contraste sobre Fondo Negro (0,0,0,100) el rango de tiempo recomendado para el uso de controles de colores: Gris (0,0,0,40), Azul (100,100,0,0), Rojo (0,100,100,0) y Amarillo (0,0,100,0) es de 0.5 a 2 segundos. |

10_En contraste sobre Fondo Blanco (0,0,0,0) el rango de tiempo recomendado para el uso de controles de colores: Rojo (0,100,100,0), Negro (0,0,0,100) y Azul (100,100,0,0) es de 0,6 a 2 segundos.

11_En contraste sobre Fondo Blanco (0,0,0,0) el rango de tiempo recomendado para el uso de controles de colores: Blanco (0,0,0,0), Gris (0,0,0,40), Verde (100,0,100,0) y Amarillo (0,0,100,0), es de 0,6 a 2 segundos.

3.6.2 Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de interfaces de controles orientadas a adultos mayores del Nivel 2.

Las regularidades encontradas permitieron determinar un grupo de requisitos ergonómicos cognitivos, exclusivos para los adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores (Nivel 2), que recogieron el valor de los indicadores de las variables de diseño que limitarían la eficiencia de este grupo en el uso de dispositivos que presenten IC. Estos requisitos aparecen listados en la Tabla 3.33.

Tabla 3.33. Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de IC orientadas a adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores (Nivel 2).

REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS EXCLUSIVOS PARA EL DISEÑO DE IC

| DOMINIO COGNITIVO | VARIABLES | REQUISITOS ERGONÓMICOS EXCLUSIVOS |
|--|--------------------|--|
| Coordinación óculo motriz de precisión | Configuración | 1_ Se recomienda limitar el uso de controles en forma de cuadrados. |
| | Dimensión | 2_ Se recomienda limitar el uso de controles circulares de 6mm de diámetro. |
| | Proximidad | 3_ Se recomienda limitar el uso de distancia entre controles menores de 11mm. |
| | Contraste de color | 4_ Se recomienda limitar el uso de controles de colores Blanco (0,0,0,0), Gris (0,0,0,40), Amarillo (0,0,100,0), Rojo (0,100,100,0) y Azul (100,100,0,0) en contraste sobre fondo Negro (0,0,0,100). |

5_ Se recomienda limitar el uso de controles de colores Blanco (0,0,0,0), Gris (0,0,0,40), Verde (100,0,100,0) y Amarillo (0,0,100,0) en contraste sobre fondo Blanco (0,0,0,0).

3.6.3 Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de interfaces gráficas de usuario orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

En la Tabla 3.34 se exponen los requisitos ergonómicos inclusivos para ser considerados en el diseño de interfaces gráficas de usuarios presentes en los dispositivos que estarían orientadas al uso por ambos grupos de adultos mayores con autonomía y validismo estudiados y que permitirían igualar las posibilidades de sus acciones.

Tabla 3.34. Requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para el diseño de IGU orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.

| REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS INCLUSIVOS PARA EL DISEÑO DE IGU | | |
|--|--------------------------------|--|
| DOMINIO COGNITIVO | VARIABLES | REQUISITOS ERGONÓMICOS INCLUSIVOS |
| Aceptabilidad | Categoría ergonómica seguridad | 1_El diseño de dispositivos con IU debe garantizar la seguridad del usuario y equipo y comunicarlo eficientemente. |
| Memoria visual asociativa | Asociación estímulos | 2_Se recomienda limitar memorizar asociaciones de figuras abstractas y colores para realizar acciones de uso de las IU. |
| Memoria operativa espacial | Cantidad de estímulos | 3_La cantidad de estímulos recomendados a ser recordados previos a realizar una acción en el uso de la IGU es igual a dos. 4_La ventana de tiempo recomendada para realizar la acción que implique la memorización previa de más de dos estímulos es de 4 a 8 segundos. |
| Atención alterna | Contraste Ubicación | Expuestos en el lateral Derecho de la pantalla se reducen los tiempos de reacción, para las siguientes combinaciones: 5_Estímulo visual de color Azul (0,0,255), en contraste con fondo Blanco (255,255,255) y fondo Negro (0,0,0). |

6_Estímulo visual de color Azul (0,0,255), acompañado por estímulo auditivo, en contraste con fondo Blanco (255,255,255).

7_Estímulo visual de color Rojo simple (225, 255,0) y acompañado por estímulo auditivo en contraste con fondo Blanco (255,255,255).

8_Estímulo visual de color Blanco (255,255,255), en contraste con fondo Negro (0,0,0).

Expuestos en el lateral izquierdo de la pantalla se reducen los tiempos de reacción, para la siguiente combinación:

9_Estímulo visual de color Amarillo (0,0,255) en contraste con fondo Blanco (255,255,255).

Combinación sensorial
Contraste
Ubicación

El uso de combinación de estímulo visual con estímulo auditivo reduce los tiempos de reacción, para las siguientes composiciones de contraste colores contraste y ubicación:

10_Estímulo visual de color Azul (0,0,255), en contraste con fondo Blanco (255,255,255), fondo Negro (0,0,0), presentado sobre laterales Izquierdo y Derecho de la pantalla.

11_Estímulo visual de color Amarillo (225, 255,0), en contraste con fondo Blanco (255,255,255), fondo Negro (0,0,0), presentado sobre laterales Izquierdo y Derecho de la pantalla.

12_Estímulo visual de color Rojo (225, 0,0), en contraste con fondo Blanco (255,255,255), presentado sobre laterales Izquierdo y Derecho de la pantalla.

13_Estímulo visual de color Blanco (225, 255,255), en contraste con fondo Negro (0,0,0), presentado sobre lateral Derecho de la pantalla.

14_Estímulo visual de color Negro (0,0,0), en contraste con fondo Blanco (225,255,255), presentado sobre lateral Derecho de la pantalla.

| | |
|---------------------------------------|--|
| Tiempo reacción Contraste de color | Rangos de tiempo que se recomiendan para la respuesta a estímulos de colores en contraste sobre Fondo Blanco (255,255,255): |
| | 15_ Para estímulos de colores Rojo (255,0,0) y Azul (0,0,255) es de 0,4 a 0,6 segundos. |
| | 16_ Para el uso de estímulos de colores Amarillo (255,255,0) y Negro (0,0,0) es de 0,3 a 0,5 segundos. |
| | Rangos de tiempo que se recomiendan para la respuesta a estímulos de colores en contraste sobre Fondo Negro (0,0,0): |
| | 17_ Para estímulos de colores Rojo (255,0,0) y Azul (0,0,255), Amarillo (255,255,0) y Blanco (255,255,255) es de 0,3 a 0,4 segundos. |

3.6.4 Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de interfaces gráficas de usuario orientadas a adultos mayores del Nivel 2.

En la Tabla 3.35 se exponen los requisitos exclusivos determinados para los adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores, con el valor de los indicadores de las variables de diseño que limitarían la usabilidad al utilizar las interfaces gráficas de usuario para este grupo.

Tabla 3.35. Requisitos ergonómicos cognitivos exclusivos para el diseño de IGU orientadas a adultos mayores con reducción de movilidad fina y déficits cognitivos menores.

| REQUISITOS ERGONÓMICOS COGNITIVOS EXCLUSIVOS PARA EL DISEÑO DE IGU | | |
|--|------------------------|---|
| DOMINIO COGNITIVO | VARIABLES | REQUISITOS ERGONÓMICOS EXCLUSIVOS |
| Atención alterna | Contraste Ubicación | 1_Limitar el uso de estímulos visual de color Rojo (255,0,0) y Azul (0,0,255), en contraste sobre fondo de color Blanco (255,255,255), cuando se exponen sobre el Lateral Izquierdo de la pantalla. |

3.7 Conclusiones del Capítulo III.

El análisis de los resultados a los estudios realizados puso de manifiesto que:

1. La aceptabilidad a dispositivos con IU para ser utilizadas en la rehabilitación es igual en adultos mayores sanos y adultos mayores con reducción de movilidad y déficits cognitivos menores y la

categoría ergonómica determinante en el uso de los dispositivos es la seguridad. Las preferencias a las cualidades de las variables de diseño declaradas por los usuarios en el cuestionario no tuvieron correspondencia con la eficiencia encontrada en los estudios posteriores.

2. En adultos mayores sanos el sexo femenino obtuvo mejores resultados que el masculino para la memoria operativa visual asociativa y entre las escolaridades preuniversitaria y universitarias los resultados fueron similares.
3. Existió un declinar de la memoria operativa visual de íconos abstractos, la memoria operativa espacial y la memoria operativa visual asociativa que se acentúa para el grupo adultos mayores con reducción de movilidad y déficits cognitivos menores.
4. Existió una influencia de la interacción de diferentes modalidades sensoriales, en este caso estímulos visuales y auditivos, evidenciando que no es suficiente el análisis aislado de modalidades sensoriales ya que las interacciones pueden producir un efecto distinto.
5. La evaluación de los procesos cognitivos básicos en el uso de los simuladores de IC y de IGU por ambos grupos de adultos mayores con autonomía y validismo, permitió una validación divergente de ambos prototipos desarrollados para la investigación.
6. Las regularidades cognitivas identificadas permitieron establecer los indicadores de las variables de diseño que generaron mayores tiempos de reacción para el grupo de adultos mayores con reducción de movilidad y déficits cognitivos menores, así como las combinaciones de los indicadores que permitieron tiempos menores e igualar las posibilidades de uso de ambos grupos de adultos mayores estudiados.
7. La comparación de los resultados entre ambos grupos de adultos mayores permitió encontrar las igualdades y diferencias para determinar los requisitos ergonómicos inclusivos a partir de los datos cronométricos del grupo de adultos mayores con reducción de movilidad y déficits cognitivos menores y así permitir igualar sus posibilidades de uso de las IU, con lo que se da respuesta a la orientación inclusiva de la investigación, a partir del paradigma asumido.
8. Los requisitos ergonómicos cognitivos para el diseño de IU orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, determinados a partir de las regularidades identificadas en cada uno de los estudios realizados, cumplen con las propiedades que establecen que sean considerados como válidos: unicidad, verificabilidad, concreción, coherencia, claridad, viabilidad, independencia y no redundancia.

CONCLUSIONES
GENERALES
Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES GENERALES

Como resultado de la investigación se arribó a las siguientes conclusiones:

1. En la presente investigación se determinaron los primeros requisitos ergonómicos cognitivos a ser considerados en el diseño de interfaces de control e interfaces gráficas de usuario, constituyendo un medio que facilitará las acciones de adecuación ergonómica para favorecer la experiencia de uso de los adultos mayores cubanos con autonomía y validismo.
2. Los requisitos ergonómicos cognitivos determinados están fundamentados en los paradigmas del diseño inclusivo, que clasifica la población de usuarios potenciales en función sus capacidades, considerando la inclusión por el diseño del amplio espectro de adultos mayores con autonomía y validismo, a pesar de sus déficits o limitaciones moderadas, lo que permitirá ampliar el alcance de las soluciones de diseño estandarizadas.
3. La sistematización de los referentes teórico-metodológicos relacionados con las categorías de ergonomía, aceptabilidad, preferencias, procesos cognitivos básicos para el accionar de las interfaces, variables de diseño y el paradigma del diseño inclusivo permitió definir dominios, métodos e instrumentos para desarrollar un procedimiento conducente a la determinación de los requisitos ergonómicos de diseño para IU orientadas a adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, como respuesta a la necesidad de adecuar ergonómicamente el diseño de interfaces a esta población, según se plantea en el problema científico de la investigación.
4. Los estudios de la aceptabilidad al uso de dispositivos con IU y de preferencias a las cualidades de las variables de diseño de las interfaces, permitieron establecer las categorías ergonómicas que inciden en ambos procesos y evidenciaron que los juicios utilizados usualmente como criterio de diseño, tienen un carácter limitado y no siempre coinciden con la respuesta más eficiente a ese estímulo.
5. El estudio de los procesos cognitivos básicos necesarios el uso de las interfaces de usuarios permitió identificar la influencia de la edad, la escolaridad y el sexo sobre estos procesos e identificar las diferencias y similitudes en la velocidad y calidad de las respuestas de ambos grupos de adultos mayores estudiados.
6. Los prototipos específicos desarrollados para la investigación permitieron estudiar los postulados teóricos planteados y evaluar las capacidades y limitaciones de los adultos mayores con autonomía y validismo en el uso de las variables de diseño presentes en las IC y las IGU e identificar las

regularidades cognitivas que fundamentaron, con criterios cronométricos, la determinación de los requisitos ergonómicos cognitivos a ser considerados en el diseño de IU orientadas a esta población.

7. El procedimiento para la recogida y análisis de datos que permitió la determinación de los requisitos ergonómicos para el diseño de IU orientadas a adultos mayores con autonomía y validismo constituyen una novedad científica que contribuyó a aportar criterios objetivos, que pueden ser interpretados inequívocamente y sistematizados en el diseño de IU orientadas a este estrato de la población, favoreciendo su inclusión social.

RECOMENDACIONES

Continuar los estudios asignando otros indicadores a las variables de diseño y otros dominios cognitivos al procedimiento propuesto para la determinación de requisitos ergonómicos cognitivos inclusivos para adultos mayores cubanos con autonomía y validismo, conducente a nuevos resultados.

Proponer a los decisores incluir los resultados de la investigación en la actividad proyectual de diseño de dispositivos con IU, para favorecer la validación de su pertinencia y contribuir a la inclusión en nuevos ciclos de investigación e innovación tecnológica, encauzados a adultos mayores cubanos, así como promover la salida social y económica.

Incorporar los resultados de la investigación a la formación de los diseñadores para fomentar la mejora continua del currículo de las carreras de Diseño Industrial y de Comunicación Visual y garantizar por esta vía su introducción en la actividad profesional de diseño.

Valorar la extensión del procedimiento empleado al estudio de otras poblaciones de interés para la industria cubana, contribuyendo a fundamentar la práctica proyectual de la actividad de diseño y a mejorar la experiencia de los usuarios con capacidades y limitaciones específicas.

REFERENCIAS
BOBLOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. D. M., & Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista científica*, (30), 155-166. Recuperado en 22 julio 2019 de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532017000300155
- Adelman, L., Cohen, M. S., Bresnick, T. A., Chinnis Jr, J. O., & Laskey, K. B. (1993). Real-time expert system interfaces, cognitive processes, and task performance: An empirical assessment. *Human factors: The journal of the factors and ergonomics society*, 35(2), 243-261. <https://doi.org/10.1177/001872089303500204>
- Albizu-Campos Espiñeira, J. C. (2020). Cuba: envejecimiento demográfico y desarrollo humano. *Economía y Desarrollo*, 164(2). Recuperado en 25 de julio de 2021, de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842020000200013&lng=es&tng=es.
- Alfredson, J., Holmberg, J., Andersson, R., & Wikforss, M. (2011, July). Applied cognitive ergonomics design principles for fighter aircraft. In *International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics* (pp. 473-483). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21741-8_50
- Álvarez, M. Á., Cruz, T., Balmaseda, R., Gracia-Morilla, C., García-Morales, L., Fernández-Cahill, M., & Manzanero, A. L. (2021). Memory of visual paired associates in healthy aging. A transcultural study. *Revista iberoamericana de psicología y salud*, 12(2), 113-120. <https://doi.org/10.23923/j.rips.2021.02.049>
- Álvarez, M., Gómez-Jarabo, G., & Quevedo, L. (2008). Differential pattern of memory deficits in healthy aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(Suppl 2), 13. Recuperado en 7 de octubre de 2020, de: https://www.researchgate.net/publication/250615292_Alvarez_M_Gomez-Jarabo_G_Quevedo_L_Differential_pattern_of_memory_deficits_in_healthy_aging_Journal_of_the_International_Neuropsychological_Society_2008_14_p_13_Suppl_2
- Anderson, J. R., & Bower, G. H. (1974). A propositional theory of recognition memory. *Memory & Cognition*, 2(3), 406-412. <https://doi.org/10.3758/BF03196896>

- Arnautovska, U., Fleig, L., O'callaghan, F., & Hamilton, K. (2019). Older adults' physical activity: The integration of autonomous motivation and theory of planned behaviour constructs. *Australian Psychologist, 54*(1), 46-54. <https://doi.org/10.1111/ap.12346>
- Ayhan, H. Ö. (2011). Non-probability Sampling Survey Methods. *International encyclopedia of statistical science, 14*, 979-982. Recuperado 10 de agosto de 2022 de: https://www.researchgate.net/profile/Oeztas-Ayhan/publication/340935263_Non-Probability_Sampling_Survey_Methods/links/5ea5da7645851553fab21823/Non-Probability-Sampling-Survey-Methods.pdf
- Babilon, S., & Khanh, T. Q. (2018). Color appearance rating of familiar real objects under immersive viewing conditions. *Color Research & Application, 43*(4), 551-568. <https://doi.org/10.1002/col.22209>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology, 63*, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baharum, A., Amirul, S. M., Yusop, N. M. M., Halamy, S., Fabeil, N. F., & Ramli, R. Z. (2017, November). Development of questionnaire to measure user acceptance towards user interface design. In *International Visual Informatics Conference* (pp. 531-543). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70010-6_49
- Baltes, S., & Ralph, P. (2022). Sampling in software engineering research: A critical review and guidelines. *Empirical Software Engineering, 27*(4), 1-31. <https://doi.org/10.1007/s10664-021-10072-8>
- Belkacem, A. N., Jamil, N., Palmer, J. A., Ouhbi, S., & Chen, C. (2020). Brain computer interfaces for improving the quality of life of older adults and elderly patients. *Frontiers in Neuroscience, 14*, 692. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00692>
- Benktzon, M. (1993). Designing for our future selves: the Swedish experience. *Applied ergonomics, 24*(1), 19-27. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90155-3](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90155-3).
- Blasco, C. B., & Ribes, J. V. (2016). Neurofisiología y envejecimiento. Concepto y bases fisiopatológicas del deterioro cognitivo. *Revista Española de Geriatría y Gerontología, 51*, 3-6. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(16\)30136-6](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(16)30136-6)
- Bleecker, M. L., Bolla-Wilson, K., Agnew, J., & Meyers, D. A. (1987). Simple visual reaction time: sex and age differences. *Developmental Neuropsychology, 3*(2), 165-172. <https://doi.org/10.1080/87565648709540372>
- Bonsiepe, G. (2012). The uneasy relationship between design and design research. In *Design research now* (pp. 25-40). Birkhäuser Basel. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8472-2_2

- Bridger, R. S., & Bennett, A. I. (2011). Age and BMI interact to determine work ability in seafarers. *Occupational Medicine*, 61(3), 157-162. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqr003>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., ... & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652-661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Castillo-Castro, N. R., & Cruz-Vargas, B. G. (2020). Influencia en la elaboración de prototipos para el desarrollo de proyectos. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 231-252. <https://doi.org/10.23857/pocaip>
- CEPAL, N. (2020). Perspectivas de la población mundial 2019: metodología de las Naciones Unidas para las estimaciones y proyecciones de población. Recuperado en 12 agosto de 2021, en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45989>
- Chen, C. K., Tsai, T. H., Lin, Y. C., Lin, C. C., Hsu, S. C., Chung, C. Y., ... & Wong, A. M. (2018). Acceptance of different design exergames in elders. *PloS one*, 13(7), e0200185. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200185>
- Coromina Hernández, J. C., Pérez Pérez, M., García Morales, L., Soto Lavastida, A., & Álvarez González, M. Á. (2022). Aceptabilidad del uso de dispositivos con interfaces de usuarios en la rehabilitación motora neurológica. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 41. Recuperado en 8 de agosto de 2022, de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002022000100016&lng=es&tng=es
- Curcio, K., Navarro, T., Malucelli, A., & Reinehr, S. (2018). Requirements engineering: A systematic mapping study in agile software development. *Journal of Systems and Software*, 139, 32-50. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.01.036>
- Curreri, C., Trevisan, C., Carrer, P., Facchini, S., Giantin, V., Maggi, S., ... & Sergi, G. (2018). Difficulties with fine motor skills and cognitive impairment in an elderly population: the progetto veneto anziani. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(2), 350-356. <https://doi.org/10.1111/jgs.15209>
- De Barros, A. C., Leitão, R., & Ribeiro, J. (2014). Design and evaluation of a mobile user interface for older adults: navigation, interaction and visual design recommendations. *Procedia Computer Science*, 27, 369-378. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.041>
- Dong, H. (2007, July). Shifting paradigms in universal design. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 66-74). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73279-2_8

- Eneberg, M., & Holm, L. S. (2015). From goods to service logic: Service business model requirements in industrial design firms. *The Design Journal*, 18(1), 9-30.
<https://doi.org/10.2752/175630615X14135446523189>
- Elwood, R. W. (1991). The Wechsler Memory Scale—Revised: psychometric characteristics and clinical application. *Neuropsychology review*, 2(2), 179-201. <https://doi.org/10.1007/BF01109053>
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, 5(1), 1-4.
<https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Eytam, E., Lowengart, O., & Tractinsky, N. (2021). Effects of visual simplicity in product design and individual differences in preference of interactive products. *Review of Managerial Science*, 15(5), 1347-1389.
<https://doi.org/10.1007/s11846-020-00391-3>
- Faghih, B., Azadehfar, D., Reza, M., & Katebi, P. (2014). User interface design for e-learning software. *arXiv preprint arXiv:1401.6365*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1401.6365>
- Fernández, A. (2018). Dispositivo experimental para la medición del tiempo y la calidad de respuesta de usuarios con Enfermedad de Parkinson (*Tesis de Maestría, Instituto Superior de Diseño Universidad de la Habana*). Recuperado en 12 de mayo de 2019 de:
<http://ftp.isdi.co.cu/Biblioteca/BIBLIOTECA%20UNIVERSITARIA%20DEL%20ISDI/COLECCION%20DIGITAL%20DE%20TESIS%20DE%20MAESTRIAS/TM-1553/TM-1553.pdf>
- Fiebelkorn, I. C., & Kastner, S. (2019). A rhythmic theory of attention. *Trends in cognitive sciences*, 23(2), 87-101. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.11.009>
- Flinchum, R. (2000). Dreyfuss, design, and human factors. *Ergonomics in Design*, 8(1), 18-24.
<https://doi.org/10.1177/106480460000800104>
- Geraldo, A. P. (2014). Manejo ergonómico para pantallas de visualización de datos en trabajos de oficina. *Revista de tecnología*, 13(3), 7-18.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041509>
- Gilmore, G. C., Allan, T. M., & Royer, F. L. (1986). Iconic memory and aging. *Journal of Gerontology*, 41(2), 183-190. <https://doi.org/10.1093/geronj/41.2.183>
- Golub, M. D., Chase, S. M., Batista, A. P., & Byron, M. Y. (2016). Brain-computer interfaces for dissecting cognitive processes underlying sensorimotor control. *Current opinion in neurobiology*, 37, 53-58.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2015.12.005>

- Greene, N. R., & Naveh-Benjamin, M. (2020). A specificity principle of memory: Evidence from aging and associative memory. *Psychological Science*, 31(3), 316-331. <https://doi.org/10.1177/0956797620901760>
- Grua, E. M., Malavolta, I., & Lago, P. (2019, May). Self-adaptation in mobile apps: a systematic literature study. In *2019 IEEE/ACM 14th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS)* (pp. 51-62). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SEAMS.2019.00016>
- Guerrero Valenzuela, M., Hernandis Ortuño, B., & Agudo Vicente, B. (2014). Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(3), 398-411. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000300010>
- Guerrero Valenzuela, M., Hernandis Ortuño, B., & Agudo Vicente, B. (2018). Aproximación a la representación de la forma y apariencia del producto: estudio sobre los atributos de diseño. *Innovar*, 28(67), 25-39. <https://doi.org/10.15446/innovar.v28n67.68611>
- Harris, D. (2017). *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics: Volume 4: Job Design, Product Design and Human-computer Interaction*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315094465>
- Harte, R., Quinlan, L. R., Glynn, L., Rodríguez-Molinero, A., Baker, P. M., Scharf, T., & ÓLaighin, G. (2017). Human-centered design study: enhancing the usability of a mobile phone app in an integrated falls risk detection system for use by older adult users. *JMIR mHealth and uHealth*, 5(5), e7046. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7046>
- Heersmink, R. (2013). Embodied tools, cognitive tools and brain-computer interfaces. *Neuroethics*, 6(1), 207-219. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9136-2>
- Hussain, J., Ul Hassan, A., Muhammad Bilal, H. S., Ali, R., Afzal, M., Hussain, S., ... & Lee, S. (2018). Model-based adaptive user interface based on context and user experience evaluation. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 12(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12193-018-0258-2>
- IEC. (2001). IEC TR 61997:2001 Guidelines for the user interface in multimedia equipment for general purpose use. *International Electrotechnical Commission*. <https://webstore.iec.ch/publication/6269> Consultado 19 de febrero de 2019
- IEA (International Ergonomic Association) (20 de enero de 2019). <http://www.iea.cc>
- ISO. (1992). ISO 9241-2:1992 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 2: Guidance on task requirements. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*. Recuperado en 16 de abril de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/16874.html>.

- ISO. (2001). Iec 9126-1: Software engineering-product quality-part 1: Quality model. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 21*. Recuperado en 15 de abril de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/22749.html>.
- ISO. (2002). ISO 14915-1:2002 Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*. Recuperado en 18 de abril de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/25578.html>.
- ISO. (2004). 9000-2000—Quality Management Systems—Fundamentals and Vocabulary. *International Organization for Standardization (ISO), Switzerland*.
- ISO. (2008). 9241-171-Ergonomics of human-system interaction—Guidance on software accessibility. *ISO, Ed*. Recuperado en 13 de abril de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/39080.html>.
- ISO. (2011). ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*. Recuperado en 23 de marzo de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/35733.html>.
- ISO. (2013). ISO 11064-4:2013 Ergonomic design of control centres — Part 4: Layout and dimensions of workstations. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*. Recuperado en 20 de marzo de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/54419.html>
- ISO. (2016). ISO/IEC 25022:2016 Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*. Recuperado en 12 de marzo de 2018 de: <https://www.iso.org/standard/35746.html>
- ISO. (2018). 9241-11 (2018) Ergonomics of human-system interaction—part 11: usability: definitions and concepts. *International Organization for Standardization*. Recuperado en 15 abril 2018 de: [https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso,9241\(11\)](https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso,9241(11)).
- Jamadar, S., Assaf, M., Jagannathan, K., Anderson, K., & Pearson, G. D. (2013). Figural memory performance and functional magnetic resonance imaging activity across the adult lifespan. *Neurobiology of aging, 34*(1), 110-127. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2012.07.013>
- Jankovic, J., & Tolosa, E. (Eds.). (2007). *Parkinson's disease and movement disorders*. Lippincott Williams & Wilkins. Recuperado en 10 abril de 2018 de: <https://books.google.es/books>

- Jankovic, J., Hallett, M., Okun, M. S., Comella, C. L., & Fahn, S. (2021). *Principles and practice of movement disorders E-book*. Elsevier Health Sciences. Recuperado en 5 febrero 2018 de: <https://books.google.es/books>
- Jenkins, M., Grubert, A., & Eimer, M. (2018). The speed of voluntary and priority-driven shifts of visual attention. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 44(1), 27. <https://doi.org/10.1037/xhp0000438>
- Jiang, H., Kwong, C. K., Kremer, G. O., & Park, W. Y. (2019). Dynamic modelling of customer preferences for product design using DENFIS and opinion mining. *Advanced Engineering Informatics*, 42, 100969. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.100969>
- Jordan, P. W. (2020). *An introduction to usability*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003062769>
- Kalakoski, V., Henelius, A., Oikarinen, E., Ukkonen, A., & Puolamäki, K. (2019). Cognitive ergonomics for data analysis. Experimental study of cognitive limitations in a data-based judgement task. *Behaviour & Information Technology*, 38(10), 1038-1047. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2019.1657181>
- Kamaruddin, N., & Sulaiman, S. (2018). Understanding interface design principles and elements guidelines: A content analysis of established scholars. In *Proceedings of the Art and Design International Conference (AnDIC 2016)* (pp. 89-100). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0487-3_11
- Kantorowitz, E. (2017, September). Semantic User Interface Controls. In *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017* (pp. 61-62). <https://doi.org/10.1145/3121283.3121419>
- Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2008). Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials & Design*, 29(6), 1081-1089. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2007.06.002>
- Karwowski, W., Taiar, R., Rodrick, D., Sherehiy, B., & Fox, R. R. (2021). HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS STANDARDS. *HANDBOOK OF HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS*, 1305-1350. Recuperado en 23 de enero 2022 de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119636113.ch50>
- Kirisci, P. T., & Thoben, K. D. (2018). A method for designing physical user interfaces for intelligent production environments. *Advances in Human-Computer Interaction, 2018*. <https://doi.org/10.1155/2018/6487070>
- Komarov, S., Reinecke, K., & Gajos, K. Z. (2013, April). Crowdsourcing performance evaluations of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 207-216). <https://doi.org/10.1145/2470654.2470684>

- Koo, B. M., & Vizer, L. M. (2019). Mobile technology for cognitive assessment of older adults: a scoping review. *Innovation in aging*, 3(1), igy038. <https://doi.org/10.1093/geronil/igy038>
- Krampe, R. T. (2002). Aging, expertise and fine motor movement. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(7), 769-776. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(02\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(02)00064-7)
- Kuerbis, A., Mulliken, A., Muench, F., Moore, A. A., & Gardner, D. (2017). Older adults and mobile technology: Factors that enhance and inhibit utilization in the context of behavioral health. *Mental Health and Addiction Research*, (2) 2, 1-11. <https://doi.org/10.15761/MHAR.1000136>
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Analyzing acoustic phenomena with a smartphone microphone. *The Physics Teacher*, 51(2), 118-119. <https://doi.org/10.1119/1.4775539>
- Kuo, L., Chang, T., & Lai, C. C. (2022). Multimedia webpage visual design and color emotion test. *Multimedia Tools and Applications*, 81(2), 2621-2636. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11684-4>
- Lin, C. J., & Ho, S. H. (2020). The development of a mobile user interface ability evaluation system for the elderly. *Applied Ergonomics*, 89, 103215. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103215>
- Lu, M. H., Lin, W., & Yueh, H. P. (2017). Development and evaluation of a cognitive training game for older people: a design-based approach. *Frontiers in psychology*, 8, 1837. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01837>
- Macedo, I. M. (2017). Predicting the acceptance and use of information and communication technology by older adults: An empirical examination of the revised UTAUT2. *Computers in Human Behavior*, 75, 935-948. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.06.013>
- Manzanero, A., & Álvarez, M. A. (2015). *La memoria humana: Aportaciones desde la neurociencia cognitiva*. España: Ediciones Pirámide. Recuperado en 28 de mayo de 2019, de: https://www.researchgate.net/publication/281822871_La_memoria_humana_Aportaciones_desde_la_neurociencia_cognitiva
- Marsh, J. E., Campbell, T. A., Vachon, F., Taylor, P. J., & Hughes, R. W. (2020). How the deployment of visual attention modulates auditory distraction. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82(1), 350-362. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01800-w>
- Matamoros-Tuma, M., & Alvarez-González, M. (2002). Standardised environmental conditions for neurocognitive laboratories. *Revista de Neurología*, 35(9), 895-899. [https://doi.org/ PMID: 12436390](https://doi.org/PMID:12436390)
- Mayer, S., Gad, P., Wolf, K., Woźniak, P. W., & Henze, N. (2017, September). Understanding the ergonomic constraints in designing for touch surfaces. In *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pp. 1-9).

<https://doi.org/10.1145/3098279.3098537>

- Mehta, R. K. (2016). Integrating physical and cognitive ergonomics. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 4(2-3), 83-87. <https://doi.org/10.1080/21577323.2016.1207475>
- Mendizábal, M. R. L. (2018). Envejecimiento activo: un cambio de paradigma sobre el envejecimiento y la vejez. *Aula abierta*, 47(1), 45-54. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.1.2018.45-54>
- Meyer, R. (2019). From artefacts to interfaces: Gui Bonsiepe and the redefinition of industrial design. *Interface Critique*, (2), 235-242. <https://doi.org/10.11588/ic.2019.2.66996>
- Miguel, I., & da Luz, H. A. (2017, June). Internet use for active aging: A systematic literature review. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975697>
- Miraz, M. H., Ali, M., & Excell, P. S. (2021). Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design. *Computer Science Review*, 40, 100363. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100363>
- Montagnese, M., Vignando, M., & Mehta, M. A. (2022). Cognitive and visual processing performance in Parkinson's disease patients with vs without visual hallucinations: A meta-analysis. *Cortex*, 146, 161-172. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.11.001>
- Moran, T. P. (1981). The command language grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems. *International journal of man-machine studies*, 15(1), 3-50. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(81\)80022-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(81)80022-3)
- Morrow, M. J., & Sharpe, J. A. (1993). Smooth pursuit initiation in young and elderly subjects. *Vision research*, 33(2), 203-210. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(93\)90158-S](https://doi.org/10.1016/0042-6989(93)90158-S)
- Nisenbaum, P., & Umbaugh, R. E. (2020). More Productive User Interfaces. In *Enterprise Operations Management* (pp. 305-315). Auerbach Publications. <https://doi.org/10.1201/9781003069386-35>
- Northrop, L. M. (2002). SEI's software product line tenets. *IEEE software*, 19(4), 32-40. <https://doi.org/10.1109/MS.2002.1020285>
- Nunes, F., Silva, P. A., Cevada, J., Correia Barros, A., & Teixeira, L. (2016). User interface design guidelines for smartphone applications for people with Parkinson's disease. *Universal Access in the Information Society*, 15(4), 659-679. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0440-1>
- Obinna, F. P., Sunday, A. A., & Babatunde, O. (2021). Ergonomic assessment and health implications of classroom furniture designs in secondary schools: a case study. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 22(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2020.1753259>

- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2015). Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. Ginebra. Recuperado en 7 de abril de 2019 de: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186466/1/9789240694873_spa.pdf
- PCC (Partido Comunista de Cuba) (2016). Plan Nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030: Propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos. Aprobado por el VII Congreso del PCC. Recuperado en 17 de julio de 2019 de: <https://www.presidencia.gob.cu/es/gobierno/plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social-hasta-el-2030/>
- Pérez, M., & Peña, S. (2014, p 29). Diseño: Una definición integradora. *A3manos*, 23-37. Recuperado en 12 de abril de 2021, de: <http://a3manos.isdi.co.cu/docs/articulos/1-1-2.pdf>
- Pérez, M., & Peña, S. (2015). Diseño. El objeto de la profesión. *A3manos*, 2, 6-26. Recuperado en 6 de marzo de 2021, de: <http://a3manos.isdi.co.cu/buscar/numero.php?IDRevista=2>
- Pérez-Pérez, M., García-Morales, L., Coromina-Hernández, J. C., Álvarez-González, M. Á., Balmaseda-Serrano, R., & Manzanero, A. L. (2020). Memoria visual en la tercera edad. Regularidades para el diseño de interfaces. *Ingeniería Industrial*, 41(3). Recuperado en 8 de febrero de 2021, de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S181559362020000300006&script=sci_arttext&lng=en
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35, 73-89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Pías, N., Fernández Yero, J. L., Álvarez, R. R., & Álvarez, M. A. (2009). Evaluación del desarrollo neurocognitivo implementado mediante un sistema computarizado de pruebas psicométricas. *Bioingeniería y Física Médica Cubana*, 10(3), 23-27. Recuperado en 11 de mayo de 2019, de: <https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Angel-Alvarez/publication/322096468>
- Pitale, A., & Bhumgara, A. (2019, November). Human Computer Interaction Strategies—Designing the User Interface. In *2019 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)* (pp. 752-758). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT46314.2019.8987819>
- Posner, M. I. (2005). Timing the brain: Mental chronometry as a tool in neuroscience. *PLoS biology*, 3(2), e51. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030051>
- Punchoojit, L., & Hongwarittorn, N. (2017). Usability studies on mobile user interface design patterns: a systematic literature review. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6787504>

- Ramos-Montegudo, A. M., & Yordi-García, M. J. (2018). Envejecimiento demográfico en Cuba y los desafíos que presenta para el Estado. *Medwave*, 18(04). <https://doi.org/10.5867/medwave.2018.04.7231>
- Reguera Naranjo, J. L., Cervera Estrada, L., Rodríguez Ferra, R., Pereira Jiménez, I., & Pérez Rivero, J. L. (2001). Autonomía y validismo en la tercera edad. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 17(3), 222-226. Recuperado en 22 de diciembre de 2021, de:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252001000300003
- Renaud, K., & Van Biljon, J. (2008, October). Predicting technology acceptance and adoption by the elderly: a qualitative study. In *Proceedings of the 2008 annual research conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT research in developing countries: riding the wave of technology* (pp. 210-219). <https://doi.org/10.1145/1456659.1456684>
- Roberson, D., & Hanley, J. R. (2007). Color vision: Color categories vary with language after all. *Current Biology*, 17(15), R605-R607. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.05.057>
- Roheger, M., Folkerts, A. K., Krohm, F., Skoetz, N., & Kalbe, E. (2020). Prognostic factors for change in memory test performance after memory training in healthy older adults: a systematic review and outline of statistical challenges. *Diagnostic and prognostic research*, 4(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s41512-020-0071-8>
- Schreuder, H. T., Gregoire, T. G., & Weyer, J. P. (2001). For what applications can probability and non-probability sampling be used?. *Environmental Monitoring and Assessment*, 66(3), 281-291.
<https://doi.org/10.1023/A:1006316418865>
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M. S., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. (2016). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Pearson. Recuperado en 12 de marzo de 2020, de: https://nsuworks.nova.edu/gscis_facbooks/18/
- Somoza, E. Z., Hurtado, O. F., & Álvarez, V. F. (2022). Sobre las asociaciones entre la disfunción masticatoria y el estado nutricional en adultos mayores. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 31(2), 15.
Recuperado en 7 de mayo de 2022 de: <http://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/1242>
- Tosi, F. (2020). Design for ergonomics. In *Design for Ergonomics* (pp. 31-45). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-33562-5_2
- Van der Veer, G. C. (2008). Cognitive Ergonomics in Interface Design-Discussion of a Moving Science. *J. Univers. Comput. Sci.*, 14(16), 2614-2629. Recuperado en 15 de mayo de 2021 de:

<https://research.vu.nl/en/publications/cognitive-ergonomics-in-interface-design-discussion-of-a-moving-s-2>

- Vaportzis, E., Giatsi Clausen, M., & Gow, A. J. (2017). Older adults perceptions of technology and barriers to interacting with tablet computers: a focus group study. *Frontiers in psychology, 8*, 1687. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01687>
- Villavicencio, M. E. F., Díaz, M. R., Pérez, G. J. G., Bañuelos, J. R. R., & Barbosae, M. A. V. (2020). Declive cognitivo de atención y memoria en adultos mayores sanos. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology, 14*(1). <https://doi.org/10.7414/CNPS/14.1.208>
- Wahyuni, R. D. (2021). Positive Aesthetic Assessment of a Product Design Based on the Approach Neotonic Design. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences, 4*(4). <https://doi.org/10.33258/birci.v4i4.3363>
- Wechsler, D. (1999). Wechsler abbreviated scale of intelligence. *Second Edition (WASI-II)* [Database record]. APA PsycTests. <https://doi.org/10.1037/t15171-000>
- Wildenbos, G. A., Peute, L., & Jaspers, M. (2018). Aging barriers influencing mobile health usability for older adults: A literature based framework (MOLD-US). *International journal of medical informatics, 114*, 66-75. <https://doi.org/0.1016/j.ijmedinf.2018.03.012>
- Wilson, E. B. (1927). Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *Journal of the American Statistical Association, 22*(158), 209-212. <https://doi.org.10.1080/01621459.1927.10502953>
- Wu, X. (2022). Emotional Design in Mobile App Interface Design. In *2021 International Conference on Big Data Analytics for Cyber-Physical System in Smart City* (pp. 13-22). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7469-3_2
- Zahabi, M., Kaber, D. B., & Swangnetr, M. (2015). Usability and safety in electronic medical records interface design: a review of recent literature and guideline formulation. *Human factors, 57*(5), 805-834. <https://doi.org/10.1177/0018720815576827>
- Zhang, H., Qin, S., Li, R., Zou, Y., & Ding, G. (2020). Environment interaction model-driven smart products through-life design framework. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 33*(4), 360-376. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1686176>
- Zhang, L. L. (2014). Product configuration: a review of the state-of-the-art and future research. *International Journal of Production Research, 52*(21), 6381-6398. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.942012>

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. DISEÑO METODOLÓGICO DE LOS CUESTIONARIOS DE ACEPTABILIDAD DE DISPOSITIVOS CON INTERFACES DE USUARIO Y DE PREFERENCIA A LAS CUALIDADES DE LOS ESTÍMULOS.

ANEXO 2. CUESTIONARIO PARA DETERMINAR COEFICIENTE DE COMPETENCIA DE LOS EXPERTOS Y MATRIZ DE RESULTADOS DE LOS EXPERTOS SELECCIONADOS.

ANEXO 3. CUESTIONARIO PARA EL CRITERIO DE LOS EXPERTOS.

ANEXO 4. SOLICITUD DE AUTORIZO A LA INSTITUCIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO.

ANEXO 5. CUESTIONARIO DE ACEPTABILIDAD DE DISPOSITIVOS CON INTERFACES DE USUARIO.

ANEXO 6. CUESTIONARIO DE PREFERENCIAS A LAS CUALIDADES DE LOS ESTÍMULOS DE LAS INTERFACES DE USUARIO.

ANEXO 7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN DE LA MUESTRA DE PACIENTES CON EP EN ETAPA INICIAL.

ANEXO 8. MEDIA DE LOS TIEMPOS DE REACCIÓN ESTÍMULOS VISUALES CON UN RANGO DE TIEMPO ALEATORIO O CON UN RANGO DE TIEMPO FIJO EN EL USO DE SOFTWARES SAA 0.1 Y SAA 0.2.

ANEXO 1

DISEÑO METODOLÓGICO DE LOS CUESTIONARIOS DE ACEPTABILIDAD DE DISPOSITIVOS CON INTERFACES DE USUARIO Y DE PREFERENCIA A LAS CUALIDADES DE LOS ESTÍMULOS.

Objetivo

Este es un estudio exploratorio de tipo caso control que tuvo como objetivo identificar qué categorías ergonómicas determinan la aceptabilidad a los dispositivos con IU y la preferencia a las cualidades de los estímulos de las IU en adultos mayores con envejecimiento sano y adultos mayores con enfermedades neurológicas con manifestaciones físico-motoras, ejemplificado para la investigación en el uso de dispositivos para la rehabilitación motora.

Composición de la muestra

Para este estudio se definió una muestra propositiva, no probabilística, integrada por 78 sujetos. Un primer grupo, que se identificará como Nivel 1, estuvo integrado por 47 adultos mayores sanos, pareados por sexo y edad en rango de cinco años con el segundo grupo. Los sujetos seleccionados fueron: trabajadores del INN, del ISDi y acompañantes de pacientes que asistían a consulta externa.

Un segundo grupo, identificado como Nivel 2, estuvo conformado por 31 sujetos, 12 sujetos con EP en etapa inicial y 19 adultos con otras manifestaciones de trastornos de movimiento que se listan en la Tabla 1, seleccionados entre los pacientes del INN, a partir de criterios de los neurólogos especialistas de 2do Grado por tener en común con los enfermos de Parkinson el grado de autonomía y validismo y la necesidad latente de rehabilitación de movimientos. Sus características se detallan en la Tabla A1.1.

Tabla A1.1. Distribución de la muestra según enfermedades y edad.

| Diagnóstico | | N | Edad Media | - | Edad - D.E. | Edad Mínima | - | Edad Máxima | - |
|--------------------------------|----|----|------------|---|-------------|-------------|---|-------------|---|
| Enfermedad Parkinson | de | 12 | 59,42 | | 11,13 | 61,00 | | 78,00 | |
| Enfermedad Huntington | de | 5 | 54,40 | | 14,05 | 51,00 | | 66,00 | |
| Esclerosis múltiple | | 2 | 37,00 | | 18,38 | 24,00 | | 50,00 | |
| Esclerosis amiotrófica lateral | | 2 | 49,50 | | 4,95 | 46,00 | | 53,00 | |

| | | | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| Distrofia muscular | 1 | 51,00 | - | - | - |
| Distonía | 7 | 61,42 | 14,69 | 32,00 | 77,00 |
| Accidente cerebrovascular | 2 | 74,50 | 21,92 | 59,00 | 90,00 |

Para la construcción de este cuestionario se decidió hacer el cálculo de la validez mediante de apariencia de contenido y de constructo y la fiabilidad a través de la consistencia interna.

Definición y operacionalización de variables.

Se definieron 32 ítems elaborados por la autora del estudio y colaboradores para construir el cuestionario. Los mismos exploraron las siguientes variables, definidas como los criterios de aceptabilidad de las interfaces de usuarios, a partir de las categorías ergonómicas descritas en acápite 1.6.1. *Aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en adultos mayores con validismo.*

-Facilidad de uso: Características del producto que propician la cantidad mínima indispensable de acciones de uso, la simplicidad de formas y mecanismos de accionamiento, organización lógica de la secuencia de uso y el mínimo requerimiento de energía humana para su funcionamiento (ítems: 10: En caso de que existiera un dispositivo para que usted se realice la rehabilitación en casa, qué tipo de estímulos le gustaría que tuviese?, 15: ¿Si existiera un estímulo visual de qué color le gustaría que fuesen apareciendo las imágenes del dispositivo?, 16: ¿En qué posición le gustaría que aparezcan?, 17: ¿De qué forma le gustaría que fuesen los estímulos?, 18: ¿Si existiera un estímulo auditivo cómo le gustaría que fuese? , 19: En el caso de que fuera auditivo, ¿cómo le gustaría que fuese? y 20: Si fuera táctil, ¿cómo le gustaría que fuese?)

-Facilidad de asimilación: Aprender rápidamente el uso, función y significado que el producto incorpora (ítems: 1: ¿Le gustan las computadoras?, 2: ¿Alguna vez ha usado una computadora?, 3: ¿Tiene acceso a alguna computadora?, 4: ¿Le gustaría que el tratamiento de rehabilitación continúe siendo con apoyo de un profesional especializado?, 5: ¿Le gustaría poder realizar la rehabilitación usted mismo en su casa, empleando un dispositivo?, 8: ¿Le gustaría que existiera un dispositivo que hiciera posible que usted se rehabilitara solo en casa sin tener que ir a un centro especializado?, 9: ¿Prefiere que su rehabilitación sea con ayuda de un especialista en lugar de usted solo?, 14: Si se le explica cómo utilizar un dispositivo para la rehabilitación ¿Cree que aun así le sea difícil manejarlo?, 21: Piensa que, de recibir la correcta explicación, ¿le resultaría fácil emplear un dispositivo para la rehabilitación?, 26: ¿Considera difícil aprender a manipular

por sí solo algún dispositivo para la rehabilitación?, 28: ¿Piensa que sería muy complicado memorizar los pasos a seguir para la manipulación de dispositivos para la rehabilitación? y 29: ¿Considera que los dispositivos para la rehabilitación pueden ser complicados para cualquier persona?)

-*Seguridad*: Características que garantizan la seguridad e higiene de los usuarios (ítems: 6: ¿Le gustan las películas de ciencia ficción?, 7: ¿Considera que podría un dispositivo influir en su comportamiento?, 22: ¿Le provoca algún temor el poder cometer errores en el uso del dispositivo para realizarse su rehabilitación?, 23: ¿Tiene usted temor a que le pueda coger la corriente al manipular un dispositivo para la rehabilitación? y 25: ¿Tendría miedo de romper el dispositivo para la rehabilitación?)

-*Expectativas*: Es lo que espera lograr o alcanzar con el producto (ítems 11: ¿Cree que el uso de un dispositivo para rehabilitar enfermedades puede ser algo que garantice su bienestar personal?, 12: ¿Considera que el uso de un dispositivo para rehabilitación puede ser algo que le provoque malestar físico?, 13: ¿Considera que un dispositivo para rehabilitación puede ser algo que afecte su autoestima?, 24: ¿Considera que uso de dispositivos para la rehabilitación pueden mejorar su calidad de vida?, 30: ¿Considera que los pacientes con enfermedades del Sistema Nervioso pudieran mejorar su calidad de vida solo empleando dispositivos para la rehabilitación?, 31: ¿Considera que la adquisición de dispositivos para la rehabilitación de enfermedades sea algo útil para el sistema de salud? y 32: De poseer un dispositivo para la rehabilitación, ¿preferiría seguir rehabilitándose como lo hace hasta ahora?).

Determinación de las cualidades métricas del instrumento

-*Fiabilidad*: Grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados. El método empleado fue la consistencia interna por coeficiente de Alfa de Cronbach.

-*Validez*: Grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Los tipos de validez empleadas se describen en la siguiente Tabla A1.2.

Tabla A1.2. Tipos de validez empleadas

| Variable | Definición | Escala | Descripción de la escala |
|-----------------------|---|---------------|--------------------------|
| Validez de apariencia | Determina el grado en que los ítems parecen medir lo que se proponen. | Compleitud | Completo Incompleto |
| | | Aceptabilidad | Comprensión Sencillez |

| | | | |
|----------------------|--|---|--|
| | | Aplicabilidad | Breve (≤ 10 min) Medio (11-29 min) Dilatado (más 30 min) |
| Validez de contenido | Determina todos los aspectos de confección del instrumento. | Claridad Coherencia Relevancia Suficiencia | Mucho (2 puntos) Poco (1 punto) Nada (0 punto) |
| Validez constructo | de Grado en que una medición se relaciona consistentemente con otra. | Análisis factorial | Análisis de componentes principales |

Procedimiento

Fase 1: Para la construcción del cuestionario se realizó una revisión exhaustiva de la literatura con el fin de conocer a profundidad el tema en cuestión y de esa manera construir una serie de preguntas capaces de evaluar o explorar cada una de las categorías o dimensiones necesarias a ser estudiadas.

Fase 2: Se realizó la selección de expertos que determinaría la validez de contenido del cuestionario. Esta selección se hizo a partir de un listado inicial de profesionales seleccionados del ISDi, el INN, la ONDi y la UH con experiencia en áreas afines. A este grupo se le realizó una valoración sobre el nivel de experiencia presentada, evaluando sus niveles de conocimientos sobre la materia a través de la Encuesta para determinar coeficiente de competencia de los expertos (Anexo 2). La primera pregunta, valorada en una escala creciente de 1 a 10, recogió los datos que permitieron calcular el Coeficiente de Conocimiento (K_c) a través de la fórmula:

$$K_c = n(0,1)$$

La segunda pregunta permitió valorar los aspectos que influyen sobre el nivel de fundamentación del tema a estudiar, para calcular el coeficiente de argumentación (K_a), mediante la fórmula:

$$K_a = \sum n_i = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6)$$

Calculados los valores del Coeficiente de Conocimiento (K_c) y del Coeficiente de Argumentación (K_a) se determinó el valor del Coeficiente de Competencia (K) que indicó qué experto debía ser tomado en consideración para participar en la investigación. Este coeficiente se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$K = 0,5(K_c + K_a)$$

Se seleccionaron 7 expertos, cuyos Coeficientes de Competencia tuvieron valores entre 0,75 y 0,90. La matriz de resultados de los expertos seleccionados se puede observar en EL Anexo 2, la tabla A2.1.

Fase 3: Se sometió el cuestionario al criterio de los expertos seleccionados. Este análisis se hizo con el objetivo de evaluar en qué medida los ítems eran suficientes y representativos del constructo, la claridad y coherencia de las preguntas, así como su relevancia e importancia. Para esto se utilizaron los criterios estándares de validez de contenido, en este caso la técnica utilizada fue V de Aiken en su versión modificada por Penfield y Giacobbi:

$$V = \frac{\bar{X} - l}{k}$$

Siendo: \bar{X} la media de las calificaciones de los jueces, l la mínima calificación de la escala, y k el rango de la escala utilizada.

Para el cálculo de los intervalos de confianza, se recurrió al método *score* de Wilson (Wilson, 1927) el cual no presentó restricciones en cuanto a normalidad de distribución de la variable, fue asimétrico y altamente exacto.

El límite inferior del intervalo quedó definido por la fórmula:

$$L = \frac{2nkV + z^2 - z\sqrt{4nkV(1 - V) + z^2}}{2(nk - z^2)}$$

y el superior:

$$U = \frac{2nkV + z^2 + z\sqrt{4nkV(1 - V) + z^2}}{2(nk - z^2)}$$

Siendo Z el valor de la distribución normal de probabilidad, V la de Aiken calculada en la fórmula (1) y n el número de jueces.

Fase 4: Para el cálculo de la consistencia interna se utilizaron los ítems que respondían a las categorías facilidad de asimilación, seguridad y expectativas; y se excluyeron los referidos a la categoría facilidad de uso, por no tener el mismo tipo de escala y que al responder a las características del dispositivo, su inclusión

fundamentaría el diseño de las variables de los dispositivos de evaluación, partiendo de las propias necesidades y preferencias de los individuos y de esta forma influir directamente en su aceptabilidad.

Fase 5: Una vez obtenida la versión final del instrumento se midió la validez de apariencia con 10 pacientes que se encontraban ingresados en el INN.

Fase 6: Finalmente como parte de análisis estadístico para precisar la aceptabilidad y a su vez para determinar la validez de constructo, se realizó un análisis factorial exploratorio por componentes principales, usando como método de rotación el varimax normalizado; con la finalidad de conocer de cuantos factores constaba el cuestionario para de esta manera ver hacia donde iban dirigidas las principales inquietudes e interrogantes de los pacientes. El criterio para extracción de factores fue el método de autovalores de scree.

Procedimientos estadísticos

Los procedimientos estadísticos fueron: análisis factorial, coeficiente alfa de Cronbach, y cálculo de percentiles.

Aspectos éticos.

El protocolo de la investigación se presentó en el Consejo Científico y Comité de Ética de la Investigación del centro para su análisis y aprobación. Para la ejecución de la investigación se solicitaron las autorizaciones correspondientes en el INN (Anexo 4). Durante el proceso de aplicación se les explicó a los participantes los objetivos y características del estudio y se les solicitó su consentimiento para participar en el mismo (Anexo 4), así como la posibilidad de abandonar el estudio en el momento que estimaran conveniente. Para garantizar el anonimato, no se solicitó información personal que pueda identificar a los participantes. La aplicación se realizó de forma individual y bajo la responsabilidad de la autora del estudio, así como el cumplimiento de los principios éticos que rigen la conducta de todo profesional.

Resultados

El cuestionario inicial quedó conformado por 32 ítems y se muestra en la tabla A1.3 que aparece en la siguiente página. Se estableció como punto de partida que se estaría trabajando un cuestionario con cuatro categorías o dimensiones que respondían a: *facilidad de uso, facilidad de asimilación, seguridad y expectativas*, definidos como los criterios de aceptabilidad de las interfaces de usuarios.

Tabla A1.3. Versión beta del cuestionario

| Cuestionario inicial | Escala empleada |
|---|--|
| 1. ¿Le gustan las computadoras? | Nada-Poco-Mucho |
| 2. ¿Alguna vez ha usado una computadora? | Nada-Poco-Mucho |
| 3. ¿Tiene acceso a alguna computadora? | Nada-Poco-Mucho |
| 4. ¿Le gustaría que el tratamiento de rehabilitación continúe siendo con apoyo de un profesional especializado? | Nada-Poco-Mucho |
| 5. ¿Le gustaría poder realizar la rehabilitación usted mismo en su casa, empleando un dispositivo? | Nada-Poco-Mucho |
| 6. ¿Le gustan las películas de ciencia ficción? | Nada-Poco-Mucho |
| 7. ¿Considera que podría un dispositivo influir en su comportamiento? | Nada-Poco-Mucho |
| 8. ¿Le gustaría que existiera un dispositivo que hiciera posible que usted se rehabilitara solo en casa sin tener que ir a un centro especializado? | Nada-Poco-Mucho |
| 9. ¿Prefiere que su rehabilitación sea con ayuda de un especialista en lugar de usted solo? | Nada-Poco-Mucho |
| 10. En caso de que existiera un dispositivo para que usted se realice la rehabilitación en casa, qué tipo de estímulos le gustaría que tuviese: | Visual-Auditivo-Táctil- Visual auditivo- Combinado (visual, auditivo y táctil) |
| 11. ¿Cree que el uso de un dispositivo para rehabilitar enfermedades puede ser algo que garantice su bienestar personal? | Nada-Poco-Mucho |

| | |
|---|---|
| 12. ¿Considera que el uso de un dispositivo para rehabilitación puede ser algo que le provoque malestar físico? | Nada-Poco-Mucho |
| 13. ¿Considera que un dispositivo para rehabilitación puede ser algo que afecte su autoestima? | Nada-Poco-Mucho |
| 14. Si se le explica cómo utilizar un dispositivo para la rehabilitación ¿Cree que aun así le sea difícil manejarlo? | Nada-Poco-Mucho |
| 15. ¿Si existiera un estímulo visual de qué color le gustaría que fuesen apareciendo las imágenes del dispositivo? | Rojo-Azul-Amarillo-Otro |
| 16. ¿En qué posición le gustaría que aparezcan? | Abajo (en el suelo)-A un lado- Al frente |
| 17. ¿De qué forma le gustaría que fuesen estímulos? | Círculo-Cuadrado-Triángulo- Otras |
| 18. ¿Si existiera un estímulo auditivo cómo le gustaría que fuese? | Fijo o constante- A intervalos |
| 19. En el caso de que fuera auditivo, ¿cómo le gustaría que fuese? | Alto-Medio-Bajo |
| 20. Si fuera táctil, ¿cómo le gustaría que fuese? | Liso-Rugoso |
| 21. Piensa que, de recibir la correcta explicación, ¿le resultaría fácil emplear un dispositivo para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 22. ¿Le provoca algún temor el poder cometer errores en el uso del dispositivo para realizarse su rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 23. ¿Tiene usted temor a que le pueda coger la corriente al manipular un dispositivo para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 24. ¿Considera que uso de dispositivos para la rehabilitación pueden mejorar su calidad de vida? | Nada-Poco-Mucho |

| | |
|--|-----------------|
| 25. ¿Tendría miedo de romper el dispositivo para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 26. ¿Considera difícil aprender a manipular por sí solo algún dispositivo para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 27. ¿Preferiría que un familiar cercano lo ayudase a manipular el dispositivo para su rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 28. ¿Piensa que sería muy complicado memorizar los pasos a seguir para la manipulación de dispositivos para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 29. ¿Considera que los dispositivos para la rehabilitación pueden ser complicados para cualquier persona? | Nada-Poco-Mucho |
| 30. ¿Considera que los pacientes con enfermedades del Sistema Nervioso pudieran mejorar su calidad de vida solo empleando dispositivos para la rehabilitación? | Nada-Poco-Mucho |
| 31. ¿Considera que la adquisición de dispositivos para la rehabilitación de enfermedades sea algo útil para el sistema de salud? | Nada-Poco-Mucho |
| 32. De poseer un dispositivo para la rehabilitación, ¿preferiría seguir rehabilitándose como lo hace hasta ahora? | Nada-Poco-Mucho |

Para determinar la validez de contenido se les presentó a los expertos, junto al cuestionario inicial, una planilla (Anexo 3) donde se declararon los objetivos del estudio y se muestran las dimensiones de las que parte el diseño del cuestionario y su conceptualización. Incluye la escala de 0 a 2 en relación con las categorías evaluadas: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia, además se les pidió su valoración cualitativa del cuestionario.

Este análisis se hizo con el objetivo de evaluar en qué medida los ítems eran suficientes y representativos del constructo, la claridad y coherencia de las preguntas, así como su relevancia y suficiencia. Para esto se utilizaron los criterios estándares de validez de contenido, en este caso la técnica utilizada fue V de Aiken. Se descartaron dos preguntas (ítems 6 y 7) que ambas puntuaron 0,7, resultando por debajo del valor mínimo establecido para este tipo de validez, por lo cual se decidió excluirlas del cuestionario.

Una vez obtenida la versión oficial del instrumento se midió la validez de apariencia con 10 pacientes que se encontraban ingresados en el Instituto de Neurología y se encontró que las preguntas del cuestionario eran comprensibles y de igual manera el mismo no se consideraba extenso pues su aplicación era de aproximadamente 5 minutos, por lo que se decidió dejar el cuestionario como había quedado conformado.

El cuestionario resultante se le aplicó a la muestra del estudio. Con respecto a la edad, la media de los pacientes era de 64 años; 61,54% mujeres y 38,46% hombres en total; y la escolaridad que predominaba fue preuniversitario.

Se calculó la consistencia interna por coeficiente de Alfa de Cronbach con los ítems que correspondían a las dimensiones facilidad de asimilación, seguridad y expectativas. El análisis inicial se muestra en la Tabla A1.4.

Tabla A1.4. Alfa de Cronbach inicial

| (BD ICC caso-control) Alfa de Cronbach: .41 | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Mean if - deleted | Var. if - deleted | StDv. if - deleted | Itm-Totl - Correl. | Alpha if - deleted |
| 1-gusto-computadora | 24.25974 | 15.41305 | 3.925946 | 0.018801 | 0.419190 |
| 2-uso-computadora | 24.46753 | 15.62557 | 3.952919 | -0.056573 | 0.445626 |
| 3-acceso- computadora | 24.49351 | 15.36684 | 3.920056 | -0.017022 | 0.434916 |
| 4-gusto-tto- profesional | 23.96104 | 15.90757 | 3.988430 | -0.028978 | 0.418577 |
| 5-gusto-tto-casa | 24.18182 | 15.18772 | 3.897143 | 0.059077 | 0.410611 |
| 7-gusto-tto-solo | 24.14286 | 14.09648 | 3.754527 | 0.294147 | 0.358465 |
| 8-gusto-tto-ayuda- profesional | 24.23377 | 16.02327 | 4.002908 | -0.092199 | 0.441182 |
| 10-uso-dispositivo- bienestar-psicológico | 24.06494 | 15.41137 | 3.925731 | 0.072358 | 0.406165 |
| 11-uso-dispositivo- malestar- físico | 25.51948 | 15.62624 | 3.953004 | 0.019610 | 0.414828 |

| | | | | | |
|---|----------|----------|----------|-----------|----------|
| 12-uso-dispositivo- autoestima | 25.62338 | 16.20880 | 4.026016 | -0.125029 | 0.430812 |
| 13-uso-difícil- dispositivo | 25.38961 | 14.52353 | 3.810975 | 0.243172 | 0.373084 |
| 20-uso-fácil- dispositivo | 24.22078 | 16.14606 | 4.018216 | -0.113742 | 0.443955 |
| 21-temor-uso- dispositivo | 25.22078 | 13.08113 | 3.616784 | 0.434138 | 0.314996 |
| 22-temor-corriente- dispositivo | 25.11688 | 13.34997 | 3.653762 | 0.284326 | 0.347697 |
| 23-uso-dispositivo- calidad- vida | 24.00000 | 15.09091 | 3.884702 | 0.194018 | 0.388165 |
| 24-temor-romper- dispositivo | 25.22078 | 13.67853 | 3.698450 | 0.328409 | 0.345004 |
| 25-aprender-uso- dispositivo-solo | 25.31169 | 13.48727 | 3.672501 | 0.390714 | 0.331739 |
| 26-preferencia-familiar-uso- dispositivo | 24.75325 | 13.77028 | 3.710833 | 0.265136 | 0.357744 |
| 27-memorizar-uso- dispositivo | 25.29870 | 14.36532 | 3.790161 | 0.247812 | 0.369788 |
| 28-uso-dispositivo- cualquier-persona | 24.98701 | 15.05178 | 3.879662 | 0.174971 | 0.389479 |
| 29-uso-solo- dispositivo- calidad vida | 24.49351 | 14.87333 | 3.856596 | 0.107393 | 0.399950 |
| 30-dispositivo-útil- sistema- salud | 23.87013 | 15.87924 | 3.984876 | 0.021742 | 0.410911 |
| 31-gusto-tto-centro- rehabilitación | 25.16883 | 16.84163 | 4.103855 | -0.234585 | 0.477783 |

A partir de este análisis fueron eliminados los ítems que reducían al Alfa de Cronbach. La Tabla A1.5 muestra cómo quedó conformado el instrumento, con un Alfa de Cronbach de 0,72, aumentando la consistencia interna de la prueba.

Tabla A1.5. Alfa de Cronbach final

| | Mean if - deleted | Var. if - deleted | StDv. if - deleted | Itm-Totl - Correl. | Alphaif - deleted |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| (BD ICC caso-control.sta) Alfa de Cronbach: ,72 | | | | | |
| 5-gusto-tto-casa | 10,06493 | 15,28150 | 3,909156 | 0,120890 | 0,732427 |
| 7-gusto-tto-solo | 10,02597 | 14,36296 | 3,789850 | 0,323277 | 0,706001 |
| 13-uso-difícil- dispositivo | 11,27273 | 14,58796 | 3,819418 | 0,322415 | 0,706176 |
| 21-temor-uso- dispositivo | 11,10390 | 12,89830 | 3,591420 | 0,550961 | 0,671933 |
| 22-temor-corriente- dispositivo | 11,00000 | 13,35065 | 3,653854 | 0,349927 | 0,705281 |
| 23-uso-dispositivo- calidad- vida | 9,88312 | 16,15517 | 4,019350 | 0,009835 | 0,734298 |
| 24-temor-romper- dispositivo | 11,10390 | 13,39180 | 3,659481 | 0,465838 | 0,685574 |
| 25-aprender-uso- dispositivo- solo | 11,19481 | 12,72828 | 3,567672 | 0,640643 | 0,660297 |
| 26-preferencia-familiar-uso- dispositivo | 10,63636 | 12,95868 | 3,599816 | 0,489229 | 0,680714 |
| 27-memorizar-uso- dispositivo | 11,18182 | 13,75915 | 3,709333 | 0,471363 | 0,686984 |
| 28-uso-dispositivo- cualquier- persona | 10,87013 | 15,43768 | 3,929081 | 0,182672 | 0,720402 |
| 29-uso-solo-dispositivo- calidad vida | 10,37662 | 14,57244 | 3,817387 | 0,242172 | 0,717546 |

Para la estimación de la validez de constructo se realizó un análisis factorial exploratorio mediante el método de componentes principales con rotación varimax normalizada. El método para determinar la cantidad de factores fue scree, cuyo resultado se muestra en las figuras A1.1 y A1.2.

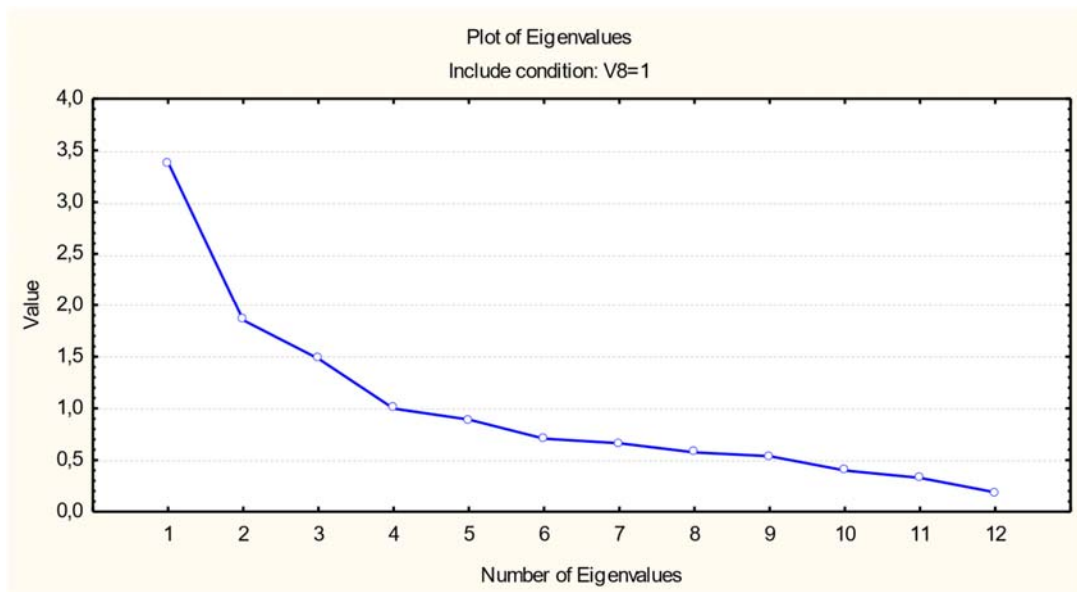


Figura A1. 1. Sujeto con trastorno de movilidad

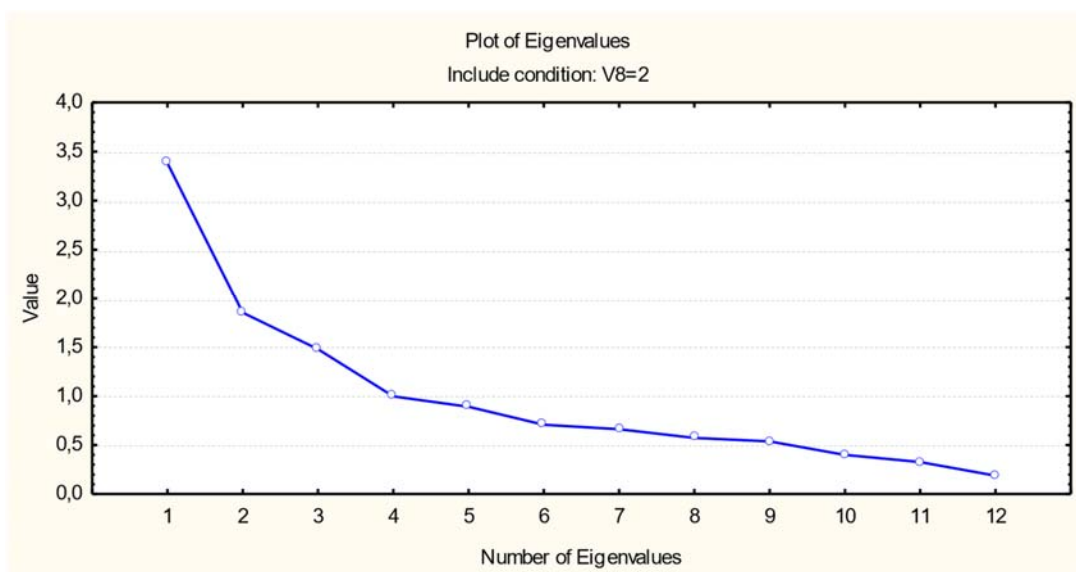


Figura A1.2. Sujetos con envejecimiento sano

La escala quedó conformada por tres factores que explicaron el 55% de la varianza. El resultado principal de este estudio se muestra en la Tabla A1.6. En la misma se muestran los autovalores de los factores: seguridad, expectativas y facilidad de asimilación.

Tabla A1.6. Estructura factorial y saturación de los ítems

| Autovalores y varianza | | | | |
|--|-----------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Autovalor | % Total - varianza | Cumulative - Eigenvalue | Cumulative - % |
| 1 | 3,382041 | 28,18368 | 3,382041 | 28,18368 |
| 2 | 1,853012 | 15,44177 | 5,235053 | 43,62544 |
| 3 | 1,479771 | 12,33143 | 6,714824 | 55,95687 |
| Saturación de cada ítem | | | | |
| | | Seguridad | Expectativas | Facilidad de asimilación |
| 21-temor-uso-dispositivo | | 0,822555 | | |
| 22-temor-corriente-dispositivo | | 0,786644 | | |
| 24-temor-romper-dispositivo | | 0,762596 | | |
| 5-gusto-tto-casa | | | 0,736859 | |
| 7-gusto-tto-solo | | | 0,783234 | |
| 23-uso-dispositivo-calidad-vida | | | 0,567094 | |
| 29-uso-solo-dispositivo-calidad-vida | | | 0,552184 | |
| 13-uso-dificil-dispositivo | | | | 0,833585 |
| 25-aprender-uso-dispositivo-solo | | | | 0,679382 |
| 26-preferencia-familiar-uso- dispositivo | | | | 0,556314 |
| 27-memorizar-uso-dispositivo | | | | 0,729606 |
| 28-uso-dispositivo-cualquier- persona | | | | 0,483878 |
| Expl.Var | | 2,517403 | 1,856555 | 2,340866 |
| Prp.Totl | | 0,209784 | 0,154713 | 0,195072 |

Después de realizado el análisis exploratorio y ubicado los ítems en cada dimensión, el instrumento quedó conformado por 4 dimensiones y 19 ítems. Los cuestionaros se separan para su aplicación, a partir del

dominio a medir y del tipo de escala empleada para medir los ítems. El cuestionario de Aceptabilidad, versión final en el Anexo 2, con una escala de Likert, cubre las categorías ergonómicas seguridad, con los ítems: 11, 12, y 14, expectativas, ítems: 1, 2, 13 y 19 y facilidad de asimilación, ítems 4, 15, 16, 17, 18. El cuestionario para evaluar las Preferencias a las características de los estímulos de los controles, versión final en el Anexo 3, relacionado con la categoría facilidad de uso ítems contó con los ítems 3, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. La numeración de readecua en el nuevo orden para cada cuestionario.

ANEXO 2

ENCUESTA PARA DETERMINAR COEFICIENTE DE COMPETENCIA DE LOS EXPERTOS Y MATRIZ DE RESULTADOS DE LOS EXPERTOS SELECCIONADOS

Encuesta para determinar coeficiente de competencia de los expertos

Como parte de la tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias, se llevará a cabo la ejecución del método de expertos para determinar la validez de contenido del cuestionario diseñado para determinar la aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario y preferencias a las cualidades de los estímulos presentes en dichas interfaces.

Por medio de la presente se solicita, dada su experiencia en el área temática, su colaboración como experto para la determinación de su coeficiente de competencia en el Tema de Investigación, con el objetivo de proceder posteriormente a la validación de contenido de dicho cuestionario.

Se agradecería su cooperación respondiendo las siguientes preguntas:

Nombre:

Cargo:

Formación académica:

Grado científico:

Años de experiencia: _____

1-En la siguiente tabla marque con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que posee sobre el tema a estudiar.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | | | | | | | | |

2- En la siguiente tabla marque con una X como evaluaría sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema de estudio, atendiendo a cada una de las fuentes que se presentan a continuación.

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Grado de influencia de las fuentes en sus criterios | | |
|--|---|-------|------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Análisis teóricos realizados por usted | | | |
| Su experiencia obtenida | | | |
| Trabajos de autores nacionales consultados | | | |
| Trabajos de autores extranjeros consultados | | | |
| Su conocimiento del estado del problema en el extranjero | | | |
| Su intuición | | | |

Muchas gracias por su colaboración.

En la Tabla A2.1 se presenta la matriz de resultados de los expertos seleccionados.

Tabla A2.1 Matriz de resultados de los expertos seleccionados

| Expertos | <i>Coefficiente de Conocimiento</i> (K_c) | <i>Coefficiente de Argumentación</i> (K_a) | <i>Coefficiente de Competencia</i> (K) |
|-----------|--|---|---|
| Experto 1 | 0,50 | 1 | 0,75 |
| Experto 2 | 0,70 | 0,80 | 0,75 |
| Experto 3 | 0,80 | 1 | 0,90 |
| Experto 4 | 0,70 | 0,90 | 0,80 |

| | | | |
|-----------|------|------|------|
| Experto 5 | 0,80 | 0,90 | 0,85 |
| Experto 6 | 0,70 | 0,90 | 0,80 |
| Experto 7 | 0,90 | 0,70 | 0,85 |

ANEXO 3

CUESTIONARIO PARA EL CRITERIO DE LOS EXPERTOS

Nombre y Apellidos: _____

Especialidad: _____

Centro de Trabajo: _____ Años de experiencia: _____

Publicaciones (si tiene): _____

Este es un cuestionario para aplicar a pacientes con Enfermedades neurodegenerativas para conocer sus actitudes de rechazo o aceptación a dispositivos con interfaces de usuario que pueden ser empleados en la rehabilitación motora.

Por favor, valore cada una de las preguntas para saber su opinión respecto a su calidad en cuanto a coherencia, claridad, relevancia y suficiencia; de acuerdo con lo que se quiere conocer.

Dimensiones del cuestionario

D1. Facilidad de uso: Características del producto, la simplicidad, organización y funcionamiento.

D2. Facilidad de asimilación: Aprender rápidamente el uso, función y significado que el objeto incorpora.

D3. Seguridad: Características que garantizan la seguridad e higiene de los usuarios.

D4. Expectativas: Es lo que se espera lograr o alcanzar con el producto.

Leyenda: Mucho (2) Poco (1) Nada (0)

| Ítems por dimensiones | Claridad | Coherencia | Relevancia | Suficiencia | Observaciones |
|-----------------------|----------|------------|------------|-------------|---------------|
| D1 Ítem:10 | | | | | |
| Ítem:15 | | | | | |
| Ítem:16 | | | | | |
| Ítem:17 | | | | | |
| Ítem:18 | | | | | |
| Ítem:19 | | | | | |
| Ítem:20 | | | | | |
| Ítem:27 | | | | | |
| Ítem:32 | | | | | |

| | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|
| D2 Ítem:1 | | | | | |
| Ítem:2 | | | | | |
| Ítem:3 | | | | | |
| Ítem:4 | | | | | |
| Ítem:5 | | | | | |
| Ítem:8 | | | | | |
| Ítem:9 | | | | | |
| Ítem:14 | | | | | |
| Ítem:21 | | | | | |
| Ítem:28 | | | | | |
| Ítem:29 | | | | | |
| D3 Ítem:6 | | | | | |
| Ítem:7 | | | | | |
| Ítem:22 | | | | | |
| Ítem:23 | | | | | |
| Ítem:24 | | | | | |
| Ítem:25 | | | | | |
| D4 Ítem:11 | | | | | |
| Ítem:12 | | | | | |
| Ítem:13 | | | | | |
| Ítem:24 | | | | | |
| Ítem:30 | | | | | |
| Ítem:31 | | | | | |

ANEXO 4

SOLICITUD DE AUTORIZO A LA INSTITUCIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO

Solicitud de autorizo a la institución

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía

Años: 2018-2022.

A la dirección de la institución:

Por medio de la presente, solicitamos el autorizo de la institución para llevar a cabo la realización de una investigación relacionada con la problemática del uso de dispositivos con interfaces de usuarios en pacientes con enfermedad de Parkinson en etapa inicial y otras afecciones neurológicas motoras. Para ello se hace necesario la realización de una serie de técnicas a los pacientes sujetos de estudio.

Los datos que se obtengan serán totalmente anónimos y reservados, los mismos serán valorados con la institución si así lo desea.

Le agradecemos de antemano su positiva colaboración y ayuda al respecto.

Si otro asunto,

Firma

Dirección del Centro

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO

Por medio de la presente le informamos que como parte de la realización del proyecto de investigación para optar por el título de Doctor en Ciencias Técnicas realizamos un estudio para evaluar el uso de dispositivos con interfaces de usuarios en pacientes con enfermedad de Parkinson y otras afecciones neurológicas motoras por lo que solicitamos de usted su consentimiento para realizar dicho estudio.

Los datos que se obtengan de este estudio serán totalmente anónimos y reservados, no se solicitará información personal que pueda identificar a los participantes y usted tiene la posibilidad de abandonar el estudio cuando estime conveniente. La aplicación se realizará de forma individual, y será responsabilidad de la autora del estudio.

Sin otro asunto

Firma

Nombre del paciente

ANEXO 5

CUESTIONARIO DE ACEPTABILIDAD DE DISPOSITIVOS CON INTERFACES DE USUARIO

Fecha de aplicación: ___/___/___

Nombre y apellidos: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Ocupación: _____

Escolaridad: _____ Diagnóstico: _____

En la rehabilitación pudieran emplearse dispositivos con interfaces, que le permitan controlarlos usted mismo sin supervisión permanente de un especialista. A continuación, le mostramos un ejemplo:



Por favor, responda las siguientes preguntas, marcando con una cruz (X) en solo una de las opciones:

1. ¿Le gustaría poder realizar la rehabilitación usted mismo en su casa, empleando un dispositivo con el que pueda interactuar?
Nada _____ Poco _____ Mucho _____
2. ¿Prefiere que su rehabilitación sea por usted solo en lugar de usted solo en lugar del apoyo de un especialista?
Nada _____ Poco _____ Mucho _____
3. Si se le explica cómo utilizar un dispositivo para rehabilitación, ¿cree que aun así le sea difícil manejarlo?
Nada _____ Poco _____ Mucho _____
4. ¿Tiene temor que a algún daño eléctrico al manipular un dispositivo con el que pueda interactuar, para su rehabilitación?
Nada _____ Poco _____ Mucho _____
5. ¿Le provocaría algún temor poder cometer errores en el uso del dispositivo para realizar su rehabilitación?
Nada _____ Poco _____ Mucho _____
6. ¿Considera que el uso de dispositivos para la rehabilitación puede mejorar su calidad de vida?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

7. ¿Tendría miedo de romper el dispositivo en la rehabilitación?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

8. ¿Considera difícil aprender a manipular por sí mismo un dispositivo para la rehabilitación?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

9. ¿Preferiría que un familiar cercano lo ayudase a manipular el dispositivo para la rehabilitación?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

10. ¿Piensa que sería muy complicado memorizar los pasos a seguir para la manipulación de dispositivos para la rehabilitación?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

11. ¿Considera que los dispositivos para la rehabilitación con los que pueda interactuar pueden ser complicados para cualquier persona?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

12. ¿Considera que los pacientes con enfermedades del Sistema Nervioso pudieran mejorar su calidad de vida empleando dispositivos para rehabilitación ellos mismos?

Nada_____ Poco_____ Mucho _____

ANEXO 6

CUESTIONARIO DE PREFERENCIAS A LAS CUALIDADES DE LOS ESTÍMULOS DE LAS INTERFACES DE USUARIO

Fecha de aplicación: ___/___/___

Nombre y apellidos: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Ocupación: _____

Escolaridad: _____ Diagnóstico: _____

En la rehabilitación pudieran emplearse dispositivos con interfaces, que le permitan controlarlos usted mismo sin supervisión permanente de un especialista. A continuación, le mostramos un ejemplo:



Por favor, responda las siguientes preguntas, marcando con una cruz (X) en solo una de las opciones:

13. En caso de que existiera un dispositivo para que usted se realice la rehabilitación en casa, qué tipo de estímulos le gustaría que tuviese:

Visual ___ Auditivo ___ Táctil ___ Visual y Auditivo ___

Todos combinados ___

14. Si en el dispositivo existiera un estímulo visual, ¿de qué color le gustaría que fueran apareciendo las imágenes?

Rojo ___ Azul ___ Amarillo ___ Otro ___

15. Si en el dispositivo existiera un estímulo visual, ¿en qué posición le gustaría que fueran apareciendo las imágenes?

Abajo ___ A un lado ___ Al centro ___

16. ¿De qué forma le gustaría que fueran los estímulos visuales del dispositivo?

Círculo ___ Cuadrado ___ Triángulo ___ Otra ___

17. Si existiera en el dispositivo un estímulo auditivo ¿cómo le gustaría que fuese?

Constante____ A intervalos____

18. Si existiera en el dispositivo un estímulo auditivo ¿Qué volumen preferiría que tuviese?

Alto____ Medio____ Bajo____

19. Si existiera en el dispositivo un estímulo táctil, ¿qué textura le gustaría que tuviese?

Lisa____ Rugosa____

ANEXO 7

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN DE LA MUESTRA DE PACIENTES CON EP EN ETAPA INICIAL

A los pacientes con diagnóstico de Enfermedad de Parkinson se les aplicó la Escala Unificada de Valores de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS por su nombre en inglés) para su caracterización y selección. La escala está subdividida en cuatro partes y tiene un rango de puntuación desde 0-199 puntos y evalúa homogéneamente la sintomatología del paciente.

Parte I. Actividad mental, conducta y humor. Puntuación 0-16

Parte II. Actividades cotidianas. Puntuación 0-52

Parte III. Exploración motora. Puntuación 0-108

Parte IV. Complicaciones del tratamiento. Puntuación 0-23

Se calculó, además: la media del score de temblor: media de los puntos en el acápite temblor (parte II) +puntos de los acápites de temblor (parte III), la media del score para EP con inestabilidad: puntuación de acápites caídas+ freezing+ marcha 1+marcha 2+estabilidad postural/5 y en dependencia de este cálculo se clasificará al paciente como:

- EP con predominio de temblor: media del score temblor/media del score para EP con inestabilidad ≥ 1.50 .
- EP con predominio de la inestabilidad: media del score temblor/media del score para EP con inestabilidad ≤ 1.00 .

ANEXO 8

MEDIA DE LOS TIEMPOS DE REACCIÓN ESTÍMULOS VISUALES CON UN RANGO DE TIEMPO ALEATORIO O CON UN RANGO DE TIEMPO FIJO EN EL USO DE SOFTWARES SAA 0.1 Y SAA 0.2

Tabla A8.1. Media de los Tiempos de reacción estímulos visuales con un rango de tiempo aleatorio o con un rango de tiempo fijo.

| Estímulos | SAA 0.1 n=22 | SAA 0.2 n=9 | t | p |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|-------|------|
| Azul/Fondo Blanco-3 (ms) | 463,59(119,96) | 447,00(150,35) | 0,31 | 0,75 |
| Azul/Fondo Blanco-4 (ms) | 398,13(76,75) | 409,87(85,02) | -0,36 | 0,71 |
| Amarillo/Fondo Blanco-1 (ms) | 461,00(140,50) | 587,25(166,62) | -2,03 | 0,51 |
| Amarillo/Fondo Blanco-2 (ms) | 425,13(125,03) | 501,50(115,53) | -1,50 | 0,14 |
| Amarillo/Fondo Blanco-3 (ms) | 413,68(88,41) | 501,50(62,67) | 0,68 | 0,49 |
| Amarillo/Fondo Blanco-4 (ms) | 383,31(67,84) | 376,62(84,99) | 0,22 | 0,82 |
| Rojo/Fondo Blanco-1 (ms) | 401,86(76,63) | 443,00(71,38) | -1,32 | 0,19 |
| Rojo/Fondo Blanco-2 (ms) | 396,90(106,99) | 370,50(88,89) | 0,62 | 0,53 |
| Rojo/Fondo Blanco-3 (ms) | 387,22(100,91) | 335,37(32,39) | 1,41 | 0,16 |
| Rojo/Fondo Blanco-4 (ms) | 377,50(100,91) | 335,37(32,39) | 0,89 | 0,37 |
| Negro/Fondo Blanco-1 (ms) | 408,00(149,49) | 417,75(88,17) | -0,17 | 0,86 |
| Negro/Fondo Blanco-2 (ms) | 411,14(129,12) | 352,00(104,48) | 1,14 | 0,25 |
| Negro/Fondo Blanco-3 (ms) | 451,09(181,27) | 335,50(111,07) | 1,68 | 0,10 |
| Azul/Fondo Blanco/Sonido-1 (ms) | 491,81(98,05) | 415,50(103,73) | 1,85 | 0,07 |
| Azul/Fondo Blanco/Sonido-2 (ms) | 322,22(126,99) | 379,87(114,59) | -1,12 | 0,26 |
| Azul/Fondo Blanco/Sonido-4 (ms) | 312,13(127,75) | 301,87(83,44) | 0,21 | 0,83 |
| Amarillo/Fondo Blanco/Sonido-1 (ms) | 363,13(151,74) | 377,25(37,10) | -0,25 | 0,79 |
| Amarillo/Fondo Blanco/Sonido-2 (ms) | 347,00(131,98) | 312,00(96,69) | 0,68 | 0,50 |
| Amarillo/Fondo Blanco/Sonido-3 (ms) | 345,90(159,02) | 311,37(64,58) | 0,59 | 0,55 |

| | | | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|-------|------|
| Amarillo/Fondo Blanco/Sonido-4 (ms) | 357,86(160,32) | 248,12(94,59) | 1,81 | 0,08 |
| Rojo/Fondo Blanco/Sonido-1 (ms) | 341,63(141,17) | 380,62(95,36) | -0,71 | 0,47 |
| Rojo /Fondo Blanco/Sonido-2 (ms) | 298,00(134,01) | 344,75(90,58) | -0,90 | 0,37 |
| Rojo /Fondo Blanco/Sonido-3 (ms) | 341,45(158,92) | 325,87(87,87) | 0,26 | 0,79 |
| Rojo /Fondo Blanco/Sonido-4 (ms) | 327,45(151,27) | 304,00(67,66) | 0,41 | 0,67 |
| Negro/Fondo Blanco/Sonido-1 (ms) | 313,42(141,03) | 376,50(125,79) | -1,10 | 0,27 |
| Negro/Fondo Blanco/Sonido-2 (ms) | 320,95(137,86) | 327,00(112,97) | -0,11 | 0,91 |
| Negro/Fondo Blanco/Sonido-3 (ms) | 308,36(122,25) | 299,00(107,50) | 0,18 | 0,84 |
| Azul/Fondo Negro-2 (ms) | 472,72(147,83) | 451,75(131,48) | 0,35 | 0,72 |
| Azul/Fondo Negro-3 (ms) | 404,86(84,63) | 353,00(148,36) | 1,20 | 0,23 |
| Amarillo/Fondo Negro-1 (ms) | 425,54(84,63) | 386,37(129,37) | 0,80 | 0,42 |
| Amarillo/Fondo Negro-2 (ms) | 389,27(68,63) | 374,12(136,43) | 0,40 | 0,68 |
| Rojo/Fondo Negro-1 (ms) | 456,04(122,99) | 407,75(173,99) | 0,85 | 0,40 |
| Rojo/Fondo Negro-2 (ms) | 428,54(148,16) | 370,87(131,50) | 0,96 | 0,34 |
| Rojo/Fondo Negro-3 (ms) | 423,13(105,36) | 368,71(131,50) | 1,19 | 0,24 |
| Rojo/Fondo Negro-4 (ms) | 388,63(112,87) | 341,37(84,63) | 1,07 | 0,29 |
| Blanco/Fondo Negro-1 (ms) | 439,27(162,10) | 398,00(70,58) | 0,69 | 0,49 |
| Blanco/Fondo Negro-2 (ms) | 405,77(151,39) | 330,75(00,41) | 1,29 | 0,20 |
| Blanco/Fondo Negro-3 (ms) | 399,90(117,67) | 341,75(106,30) | 1,22 | 0,23 |
| Azul/Fondo Negro/Sonido-1 (ms) | 337,36(145,72) | 387,00(177,36) | 0,93 | 0,35 |
| Azul/Fondo Negro/Sonido-2 (ms) | 337,36(145,72) | 357,25(101,95) | -0,35 | 0,72 |
| Azul/Fondo Negro/Sonido-3 (ms) | 322,18(134,71) | 332,75(88,92) | -0,20 | 0,83 |
| Azul/Fondo Negro/Sonido-4 (ms) | 332,77(128,41) | 293,00(92,99) | 0,79 | 0,43 |
| Amarillo/Fondo Negro/Sonido-1 (ms) | 397,09(182,46) | 435,00(154,81) | -0,51 | 0,60 |
| Amarillo/Fondo Negro/Sonido-2 (ms) | 348,90(163,79) | 342,87(96,52) | 0,09 | 0,92 |

| | | | | |
|--|----------------|---------------|------|------|
| Amarillo/Fondo Negro/Sonido-3 (<i>ms</i>) | 403,40(317,87) | 295,87(72,08) | 0,93 | 0,35 |
|--|----------------|---------------|------|------|