



**INSTITUT
GUTTMANN**

HOSPITAL DE NEUROREHABILITACIÓ
Institut Universitari adscrit a la **UAB**

INSTITUT GUTTMANN

MÁSTER UNIVERSITARIO EN REHABILITACION NEUROPSICOLÓGICA Y
ESTIMULACIÓN COGNITATIVA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Área: Neuropsicología

**USABILIDAD DE “GUTTMANN COGNITEST” EN DISPOSITIVOS TÁCTILES
Y PUNTEROS EN PACIENTES CON DIFERENTES PATOLOGÍAS.**

Autor: Dayana Pico
Tutor: Javier Solana Sanchez - Gabriele Cattaneo
Profesor: Alberto García Molina

Barcelona, 2022

*A mi familia y amigos,
por darme ánimos durante este proceso.*

Gabriele Cattaneo y Javier Solana Sánchez, supervisión y soporte.

*A Guttman Labs,
por facilitarme el conjunto de datos.*



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	<i>Usabilidad de “Guttmann Cognitest” en dispositivos táctiles y punteros en pacientes con diferentes patologías.</i>
Nombre del autor:	<i>Dayana Patricia Pico Sánchez</i>
Nombre del tutor:	<i>Gabriele Cattaneo y Javier Solana Sánchez</i>
Fecha de entrega:	31/2022
Titulación:	Master en Rehabilitación Neuropsicológica y Estimulación Cognitiva
Área del Trabajo Final:	<i>Neuropsicología</i>
Idioma del trabajo:	<i>Español</i>
Palabras clave	<i>Cognitest, Baterías computarizadas</i>

Índice

Abstract	1
English Version	1
1. Introducción	2
1.1 Contexto y justificación del Trabajo	2
1.2 Motivación	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo principal	3
1.3.2 Objetivos secundarios	4
1.4 Hipótesis	4
1.5 Metodología	4
2. Estado del arte	5
2.1 Introducción	5
2.2 Revisión de lecturas	5
2.4 Conclusiones estado del arte	10
3. Experimentos	11
3.1 Introducción	11
3.2 Diseño de la solución	11
3.2.1 Descripción de la muestra	11
3.2.2 Variables que interfieren en el conjunto de datos	11
3.2.3 Instrumentos	12
3.2.4 Valoración cognitiva clásica	12
3.3 Procedimiento	20
4. Resultados	21
4.1 Resultados	21
4.1.1 Análisis Cualitativo	21
4.1.2 Análisis cuantitativo	22
5. Conclusiones Generales	25
6. Mejoras y trabajos futuros	26
8. Bibliografía	27

Lista de figuras

Ilustración 1. Pantalla de inicio de tu	13
Ilustración 2. Pantalla de fin de tutori...	13
Ilustración 3. Ejemplo de tarea uno	15
Ilustración 4. Ejemplo de la tarea dos Modo de recuperación libre	16
Ilustración 5. Ejemplo de la tarea dos modo de recuperación con claves	16
Ilustración 6. Ejemplo de la tarea tres	17
Ilustración 7. Ejemplo de la tarea cuatro pantalla con un solo objeto	18
Ilustración 8. Ejemplo de la tarea 4 pantalla con dos objetos	18
Ilustración 9. Ejemplo de tarea cinco círculos de color rojo	19
Ilustración 10. Ejemplo de tarea cinco círculos de color azul	19
Ilustración 11. Ejemplo de la tarea seis	19
Ilustración 12. Gráfico de resultados por tarea	22
Ilustración 13. Correlación de evaluación con dispositivo táctil	23
Ilustración 14. Correlación de evaluación con dispositivo Ratón	24

Abstract

En este trabajo de investigación se aborda el análisis exhaustivo de dos diferentes métodos de realizar una prueba cognitiva computarizada, en primer lugar para observar si existe una correlación entre los resultados de la evaluación cognitiva clásica y la "Guttman Cognitest", además de la realización de un estudio para comprobar si el método de interacción con los dos dispositivos tanto táctil como teclado y ratón influyen en su rendimiento y facilidad de ejecución, todo esto mediante la observación y datos estadísticos y revisando en otros trabajos de investigación donde exponen los resultados de pruebas cognitivas utilizando diferentes tecnologías.

A día de hoy con los nuevos avances tecnológicos cambian las reglas y también la manera de evaluar cambiando las pruebas clásicas de lápiz y papel a pruebas computarizadas, por eso surge la necesidad de valorar la efectividad de aplicación y para esto es necesario comprobar si el tipo de dispositivo que se utiliza para ejecutar las tareas influye en el rendimiento y los resultados.

English Version

In this research work, the exhaustive analysis of two different methods of performing a computerized cognitive test is addressed, firstly to observe if there is a conversion between the results of the classic cognitive evaluation and the "Guttman Cognitest", in addition to performing a study to check if the method of interaction with the two tactile devices such as keyboard and mouse influences their performance and ease of execution, all this through observation and statistical data and reviewing other research works where they expose the results of cognitive tests using different technologies.

Today, with the new technological advances, the rules change and also the way of evaluating, changing the classic tests of pencil and paper to computerized tests, for this reason the need arises to assess the effectiveness of application and for this it is necessary to check if the type of device that is used to execute the tasks that influence the performance and the results.

1. Introducción

1.1 Contexto y justificación del Trabajo

Desde la década de 1980 se produjo un cambio mediante los avances de la digitalización, en todos los sectores incluida el área de neuropsicología, donde se han ido substituyendo pruebas que se realizan con lápiz y papel por las pruebas computarizadas que pueden medir las latencias de respuesta con precisión de milisegundos y registrar e informar sobre muchos aspectos del desempeño simultáneamente. Los ordenadores pueden calcular puntajes sin perder ningún detalle y la capacidad de almacenar y comparar automáticamente el desempeño de una persona entre las sesiones de prueba, así como automatizar las instrucciones, las preguntas de práctica y la administración de las pruebas en grandes grupos de personas, algo que no es tan fácil de lograr para un administrador de pruebas humano.

Los diseñadores de pruebas se han apresurado a adoptar innovaciones tecnológicas como el mouse y las pantallas táctiles y las utilizan en su interfaz de prueba, muchos de ellos ofrecen baterías alternativas para la detección breve o para evaluar funciones cognitivas específicas como es en el caso de la prueba de "Guttman Cognitest", una aplicación móvil que incluye 7 pruebas diseñadas para evaluar las principales funciones cognitivas de tres dominios principales: memoria, funciones ejecutivas y habilidades visuoespaciales.

A medida que va avanzando el tiempo y con la evolución de la tecnología se ha cambiado de ratón y teclado a táctil buscando acoplar a los sujetos de evaluación a la nueva era digital.

En este trabajo se valorará la aplicabilidad de la prueba "Guttman Cognitest" con dos métodos tanto táctil como teclado y ratón con el objetivo de entender la adaptabilidad del usuario e identificar que método es más conveniente, fácil y cómodo.

En primer lugar, se detallará sobre las pruebas cognitivas tanto las computarizadas como las clásicas de lápiz y papel, para poder dar con un marco de referencia con el cual analizar diferentes aspectos de la interactividad. Después se pasará a analizar las diferencias en el contexto de uso de cada paciente con diferentes patologías, tanto de manera cuantitativa con los datos obtenidos, como cualitativa según la observación al momento de aplicar la prueba.

1.2 Motivación

Como estudiante del Máster en Rehabilitación Neuropsicológica puedo poner en práctica las competencias y conocimientos adquiridos sobre la evaluación neuropsicológica que permite establecer el perfil de afectación cognitiva y de esta manera dar un tratamiento de rehabilitación neuropsicológica que consiste en un proceso activo que ayuda al paciente a optimizar la recuperación de las funciones superiores como: la memoria, atención, funciones ejecutivas, percepción, cálculo, a comprender mejor las alteraciones que presenta y desarrollar estrategias que permitan compensar estos trastornos. En este caso con mi participación en el método de investigación evaluando algunos pacientes mediante una prueba computarizada, explorando según los resultados que tipo de dispositivo es más adecuado y así las futuras valoraciones computarizadas sean más eficaces para diseñar un programa de rehabilitación que permita cumplir los objetivos establecidos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo principal

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo principal comprobar cuál de los dos métodos de ejecución, dispositivos táctiles o punteros, es el más conveniente para pacientes con diferentes tipos de patologías.

- A continuación, se desglosan las preguntas que ayudarán a conseguir el objetivo principal de este proyecto:
- ¿Cómo influye el uso de dispositivos táctiles o punteros en los resultados de cada tarea?
- ¿Qué deducciones se pueden extraer de los datos en primera instancia?
- ¿Cuáles son las variables más significativas para la obtención de mejores resultados?
- ¿Qué datos cualitativos se puede observar al momento de aplicar la prueba con los dos dispositivos?
- Del conjunto de datos obtenidos, ¿Qué datos se deberían considerar para conseguir el método más eficaz?

1.3.2 Objetivos secundarios

Se han listado algunas de las preguntas que ayudarán a conseguir los objetivos principales, pero además se debe tener en cuenta que será necesario los siguientes puntos:

- Investigación previa, sobre artículos trabajos, investigaciones y proyectos de pruebas cognitivas computarizadas.
- Realizar la exploración de datos, saber con qué datos contamos es importante y es uno de los primeros pasos a dar, será necesario también una descripción de las variables más importantes para empezar a entender qué datos tenemos.
- Analizar detalladamente los datos y agregar los más significativos a la valoración a través de los métodos estadísticos para obtener mejores resultados y conclusiones.

1.4 Hipótesis

El tipo de dispositivo que se utiliza para ejecutar la prueba computarizada "Guttman Cognitest" influye de manera directa en su rendimiento.

1.5 Metodología

Como metodología de investigación seleccionada para este trabajo, dado los criterios y las razones, se puede abordar de una manera cuantitativa y cualitativa, ya que se tendrá que evaluar los resultados obtenidos en un base de datos y los posibles problemas que se pueden presentar al momento de la evaluación cognitiva mediante la observación. Para esta metodología es necesario aplicar la evaluación cognitiva computarizada a usuarios que previamente ya hayan sido evaluados por las pruebas cognitivas clásicas de lápiz y papel, para determinar si esta batería "Guttman Cognitest" sirve para medir el rendimiento cognitivo y después de eso poder analizar la usabilidad del mismo, detectando cualquier fallo.

El proceso de trabajo de este proyecto para conseguir los objetivos propuestos se llevará a cabo usando una base de datos que se sube manualmente de manera estructurada para que sea fácil de recuperar, el documento Excel se llama Screening Patients análisis 2, este documento nos permitirá obtener los resultados de las tareas que después son analizadas estadísticamente a través de las correlaciones de Spearman.

Por otro lado, para poder medir la usabilidad mediante la observación se crea un registro en donde se detalla: el número de historia clínica , día y hora de inicio, formato e idioma, dificultades del paciente, incidencias técnicas, otras apreciaciones y la hora de finalización, con todos estos datos podemos detectar cualquiera anomalía que se presente al momento de realizar la prueba.

2. Estado del arte

2.1 Introducción

En esta sección se presenta una revisión de diferentes investigaciones, desde cómo en otros proyectos se ha enfocado la inquisición de pruebas cognitivas usando tecnología como medio, hasta las diferentes limitaciones y los diferentes puntos de vista de cada estudio.

2.2 Revisión de lecturas

En primer lugar, se ha realizado una exploración general en varias fuentes de documentación en búsqueda de investigaciones relacionadas y no se ha encontrado mayor información o análisis sobre la usabilidad de los dispositivos táctiles y punteros al realizar algún tests cognitivo en pacientes, pero sí se ha podido encontrar un creciente número de investigaciones relacionadas con diferentes tipos de pruebas donde se comparan y se evalúan pruebas cognitivas realizadas con otro tipo de tecnología más general como ordenadores con las pruebas tradicionales de lápiz y papel.

De todas las lecturas, en un contexto general se ha podido extraer que la mayoría de pruebas computarizadas ofrecen alguna ventaja sobre las pruebas neuropsicológicas tradicionales. Se obtiene más información directa sobre el paciente, como el registro preciso de las respuestas y de la capacidad de almacenar y comparar el desempeño de una persona con otra, sin perder ningún dato importante ya que todo queda guardado en un algún sistema de almacenamiento en la nube, a más de eso no se ve afectada por el sesgo del examinador y puede ser administrada por personal con capacitación limitada. Por otro lado, también se encuentra que la falta de familiaridad con la tecnología puede afectar a su desempeño y a los resultados, debido a usar la tecnología como medio para realizar algún tipo de prueba cognitiva, pero principalmente en adultos mayores. En comparación con el proyecto de investigación que se está abordando, se puede decir a priori que las personas evaluadas tienen estudios superiores y en primera instancia no deberían ser afectadas en realizar pruebas computarizadas.

En un enfoque basado [3] en una batería computarizada (NexAde) que contiene pruebas para la memoria de trabajo a corto y largo plazo y las funciones ejecutivas evitando el gasto de un administrador tiene como fin superar la heterogeneidad esperada cuando los sujetos de diferente edad, educación y habilidades informáticas interactúan con la computadora, diseñaron un breve módulo de capacitación que precede a cada prueba, como lo es en el caso de la prueba "Guttman Cognitest", en donde se pretende entrenar para familiarizar al sujeto con la tarea, tranquilizarlo y determinar la complejidad de las tareas en la prueba a seguir. Además, dado que las subpruebas se presentan en un orden creciente de dificultad de interacción con la computadora, cada subprueba sirvió esencialmente

como un entrenamiento para la siguiente. Por lo tanto, los datos demuestran la aplicabilidad de las pruebas neuropsicológicas computarizadas a personas con problemas cognitivos, sin necesidad de un administrador.

Uno de los principales problemas de personas con déficit cognitivos, es su falta de paciencia, después de un tiempo los pacientes tienden a cansarse por lo que pierden el interés por seguir con las respuestas presionando de manera prematura e inapropiada.

Por otro lado en otro tipo de enfoque [4] basado en los cambios en interactividad y usabilidad donde tienen como objetivo reconocer los principales aspectos cognitivos que se han transformado con el cambio en las tecnologías y las interfaces, sus similitudes y diferencias, y el impacto cognitivo que conllevan estos cambios, buscan investigar la forma en que las nuevas tecnologías en la informática han transformado la forma en que se interactúa con los dispositivos y sistemas cotidianos, analizando los diferentes modelos mentales del usuario y procesos cognitivos, donde se concluye que tanto en dispositivos táctiles como en tableros físicos, necesitan el mismo grado de atención por parte de la persona que lo usa.

En otro enfoque [2] en donde detalla que la OMS promueve el tratamiento de la salud mental en el ámbito de nuevas tecnologías, en este trabajo de investigación tienen como objetivo valorar la usabilidad de un programa de rehabilitación cognitivo para verificar el nivel de satisfacción de los usuarios a la hora de utilizar esta herramienta, sin embargo en esta investigación no se detalla información similar a la de nuestro proyecto, si los usuarios lo hacían de manera táctil o en base a teclado y ratón, a pesar de la poca información referente a qué tipo de dispositivo manejan, el autor de esta investigación menciona la importancia sobre la usabilidad que se determina de acuerdo a las necesidades o preferencia del paciente y además plantea que se debe realizar más investigación referente a la usabilidad ya que es un factor clave para el desarrollo de aplicaciones computarizadas

A pesar de que la tecnología ha venido avanzada se puede ver como algunos diseñadores de pruebas piensan en utilizar una tecnología más barata y generalizada, por lo que la PC estándar puede superar el precio, sin embargo, han implementado nuevos instrumentos como tabletas, pantallas táctiles y multimedia, y aún existe una falta de consenso sobre la idoneidad de estos instrumentos. [5]

En el artículo [5] se comparan actitudes hacia la tecnología, desde la postura de los diseñadores de las pruebas hasta la de los pacientes y se encuentra que existe una gran variedad de actitudes, generalmente positiva hacia las nuevas tecnologías, como tablets, pantallas táctiles y dispositivos multimedia, siendo preferidos debido a que son un método intuitivo de respuesta, por otro lado, se expone que en algunos casos pueden conducir a una menor sensibilidad de tareas de tiempo de

respuestas simple y de elección, además pueden provocar fatiga muscular en adultos mayores. A día de hoy las pruebas computarizadas ya están bien establecidas y son toleradas por adultos mayores y la experiencia es agradable para la mayoría de pacientes [3]. Por lo tanto, se puede decir que debido al progreso tecnológico en pasos gigantes ha causado un aumento en la familiaridad de las personas con los dispositivos electrónicos y esto seguirá siendo así en los próximos años, hoy en día ya se crece en un mundo tecnológico saturado de dispositivos electrónicos y los adultos mayores representan actualmente el segmento de crecimiento más rápido de los usuarios de internet.

En otro tipo de investigación [1] que buscan las diferencias entre pruebas computarizadas y a lápiz y papel, según los resultados a partir de los cuales se llegó a establecer que los procesos cognitivos utilizados, son diferentes en las dos modalidades, ya que, aparentemente cada canal de recepción y evocación de información genera un impacto diferente en las respuestas, lo cual llevó finalmente al planteamiento de interrogantes sobre el impacto y las posibles diferencias que puede llegar a tener cada canal de recepción y evocación de información en el desempeño en este tipo de pruebas, el desempeño y proceso de aplicación de pruebas neuropsicológicas en formato virtual y lápiz y papel resaltan la importancia al momento de llevar a cabo ciertas tareas para las pruebas virtualizadas, el hecho de tener que usar instrumentos adicionales como un teclado o el mouse para responder, pueden generar procesos cognitivos adicionales que pueden afectar en los resultados y más si es una tarea de respuesta rápida, como en el caso de la tarea de Tapping circular (búsqueda visuoespacial/velocidad de procesamiento) de la prueba Guttman Cognitest, la misma que mide la velocidad visomotora y el control inhibitorio en donde la puntuación de esta tarea es mediante el tiempo de reacción y el número de respuestas correctas.

En un trabajo de investigación [6] sobre la viabilidad de la implementación de la tecnología cambiando las intervenciones clásicas de lápiz y papel, hablan sobre la eficacia de la tecnología para mejorar procesos cognitivos y destrezas. Esta intervención incluyó tareas como rotación mental de letras, recuerdo secuencial de soluciones matemáticas y recuerdo de pedazos de palabras. En este proyecto, demostraron la eficacia de una intervención computarizada para mejorar el funcionamiento verbal y espacial de la memoria de trabajo y destrezas lingüísticas. La intervención fue evaluada por los estudiantes a los que se les hizo la aplicación de la prueba y la mayoría de participantes indicaron que este método es excelente ya que se puede mejorar varias destrezas a la vez y que les ayuda adaptarse a los avances tecnológicos mientras que algunos se sentían preocupados ya que al ser un sistema predeterminado no tiene la flexibilidad para ofrecer ayuda espontánea.

En un artículo [7] de pruebas psicológicas y neuropsicológicas donde hacen un estudio a 41 estudiantes para comparar las aplicaciones entre las pruebas neuropsicológicas de lápiz y papel y las pruebas informatizadas verificaron mediante una evaluación si estas dos pruebas son equivalentes, aplicando las mismas pruebas en las dos versiones.

Para lo cual se encontró que los desempeños fueron equivalentes en la mayoría de las pruebas. Sin embargo, existen variaciones en las modalidades dependiendo de la ejecución de la prueba y con alta variabilidad entre sujetos. Esto sugiere que la diferencia en las puntuaciones podría deberse a la diferencia en los procesos cognitivos subyacentes a la ejecución de las dos modalidades. Es de resaltar que el formato virtual de las pruebas introduce una serie de variables novedosas que diferencian las pruebas virtuales de la forma tradicional. Dentro de estas variables, se reconoce como una limitación el hecho de perder en las pruebas informatizadas los datos cualitativos, que solo se pueden obtener por medio de la interacción directa con el evaluado y se pierde el rol del evaluador dentro de las pruebas [8]. Esto sugiere una consideración en torno a la pertinencia del uso de este tipo de instrumentos en ámbitos clínicos, educativos o de evaluación en general, donde no se considera que la modalidad virtual sea la más apropiada puesto que se correría el riesgo de perder información cualitativa que complementa y ayuda a profundizar la información obtenida.

Se observa que el uso de pruebas informatizadas presenta ventajas y desventajas. Dentro de las ventajas se encontró que las pruebas virtuales pueden presentar más versatilidad en la investigación destacándose la cantidad de tiempo empleado, aumento en la población que se evalúa y un mayor control de variables al permitir eliminar sesgos producidos por el evaluador [9]. Ahora bien, es necesario establecer la validez predictiva, de constructo, de criterio y de contenido en las pruebas y tareas virtuales para favorecer, de esta forma, que instrumentos virtuales lleguen a ser equiparables con los instrumentos manuales y puedan ser utilizados y estandarizados.

No hay que olvidar que se evalúa a personas y sobre ellas se toman decisiones, de modo que toda precaución en este sentido nunca es suficiente debido a sus diferentes capacidades. No sólo los psicólogos sino también todos los organismos que requieren de los resultados de las Evaluaciones Psicológicas o Evaluaciones cognitivas, deberían ser conscientes de la necesidad de una buena preparación en la tecnología de la evaluación.

La sustitución completa de los tests convencionales de papel y lápiz por los ordenadores parece tan lejana como la de los libros y revistas científicas por otros soportes alternativos [10]; y es que, aunque las ventajas son claras en determinadas circunstancias, en otras no ocurre lo mismo, cada tecnología tiene sus pros y sus contras, y lo sensato y más adecuado para tener una buena evaluación es utilizar la más apropiada de acuerdo a las facultades del usuario y a las posibilidades de la clínica o centro.

Actualmente vivimos inmersos en un mundo donde las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) llegan a ser parte de nuestra rutina diaria a nivel mundial. Datos compatibles con la situación

a nivel mundial donde 99.7 por cada 100 habitantes utiliza el celular y se estima que aproximadamente 4,9 mil millones de personas, o el 63 % de la población mundial, utilizan Internet en 2021 (ITU, 2021). Por tanto, el diario vivir del mundo en general está influenciado por el uso de las TICs. Otra realidad que se nos presenta actualmente es el aumento del envejecimiento poblacional, entendido éste cuando el número de adultos mayores (+60 años) supera al porcentaje de niños (-15 años) y el de personas activas laboralmente (15-59 años) y según las estimaciones, Europa se encuentra en un claro proceso de envejecimiento, por tanto el aumento de las enfermedades asociadas a él, donde los principales problemas que se asocian son las enfermedades no transmisibles: las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares, las neumopatías crónicas, y dentro de las que generan discapacidad encontramos el deterioro sensorial, los dolores articulares, la enfermedad obstructiva crónica, los trastornos depresivos, las caídas, la diabetes, la demencia y la artrosis [11]. En este sentido, actualmente 47 millones de personas en el mundo pueden padecer una demencia, con un registro anual de 9,9 millones de afectados, por lo que se considera como una de las principales causas de discapacidad en las personas mayores, que impacta en lo físico, psicológico, social y económico, cifras que se prevé se tripliquen en el 2050 (123 millones de personas) [12].

Ante esta realidad de los avances tecnológicos y los trastornos cognitivos, se plantea utilidad de las TICs aplicadas a la evaluación neuropsicológica; es decir, que los paradigmas en la evaluación neuropsicológica sean adaptados a computadoras de mesa y/o portátiles, tabletas electrónicas, celulares inteligentes de modo que permitan una mayor facilidad y estandarización en la administración de las pruebas, para intentar evitar posibles errores humanos en la evaluación y para recoger una gran cantidad de datos que sería casi imposible recogerlos en pruebas de papel y cronómetro [13]. Estas ventajas ya han sido reconocidas por la Asociación Americana de Psicología (APA) reconociendo la capacidad interactiva del entorno informático, atrayendo el interés del evaluado; la flexibilidad del software que ayuda a evitar la frustración y la autoevaluación negativa del evaluado, dándoles un mayor sentido del control; la automatización en la recogida de datos que libre al especialista en muchos casos de la aplicación, centrándose éste más en la interpretación y el tratamiento; la mayor capacidad de las TICs para medir muchos aspectos del rendimiento que a veces son imposibles con la observación humana (milisegundos); mayor sensibilidad al usar los tiempos de reacción; mayor capacidad para contrastar la memoria y la atención en tiempo real, que a su vez activa los niveles de los procesos cognitivos superiores, entre otras [14]. Por estas razones las evaluaciones informatizadas son un método que muchas veces podría ser útil y válido como lo son las pruebas de reconocida utilidad clínica en la práctica habitual [15], es así que encontramos valoraciones cognitivas aplicadas a diferentes enfermedades que puedan afectar la cognición: como personas afectadas con trastornos renales y que por medio de pruebas neuropsicológicas informatizadas evalúan memoria episódica, atención, control ejecutivo y reconocimiento emocional [16]; pacientes con tumores cerebrales, donde se plantean la evaluación de la memoria por medio de

pruebas informatizadas como un método útil y válido [17]; pruebas dirigidas a pacientes con traumatismos craneales, evaluando fluidez para generar patrones geométricos, funcionamiento ejecutivo [18], en pacientes con esclerosis múltiples con pruebas para valorar la atención, funcionamiento ejecutivo y control motor, o para evaluar una capacidad en particular como lo son las funciones ejecutivas en adultos mayores [19]. En resumen, las nuevas herramientas informatizadas de evaluación cognitiva pueden ser beneficiosas para el clínico e investigador, siempre y cuando se valoren con precaución su validez discriminante, la fiabilidad y demás propiedades psicométricas para una adecuada valoración cognitiva [20] o para que éstas sean tomadas como otra herramienta que se puede incorporar a la práctica clínica habitual para mejorar la detección del deterioro cognitivo [21]. Sin olvidar que éstas nuevas herramientas de evaluación deben pasar por un proceso de adaptación cultural.

Por tanto, las baterías computarizadas aplicadas a la evaluación o la estimulación cognitiva han llegado a constituirse en herramientas de mucho uso y han de mejorarse atendiendo a la accesibilidad y usabilidad de los usuarios, siendo la usabilidad un aspecto muy importante en el desarrollo de aplicaciones dirigidas a las personas con trastornos cognitivos, criterio que debe cumplir todo software que se desarrolle con esta finalidad [22], entendiendo la usabilidad como la cualidad de la herramienta para ser usada y entendida por las personas que la utilizan. Por esta razón, realizar un estudio de usabilidad de una herramienta de valoración cognitiva, es el primer paso para la prueba informatizada que se pretende aplicar en la Clínica Guttmann. Ciertamente podríamos contar con pruebas tradicionales, pero los tiempos actuales requieren el uso adecuado de las nuevas tecnologías al servicio de las necesidades de la sociedad y brindando una solución a problemas que se puedan plantear.

2.4 Conclusiones estado del arte

Una vez expuesto diferentes argumentos sobre la viabilidad de la incorporación de la tecnología en el ofrecimiento de servicios psicológicos y cómo influye en los pacientes que presentan algún tipo de patología podemos concluir que en sí las pruebas computarizadas para medir el rendimiento cognitivo no se ven afectadas y que existe una factibilidad al integrar la tecnología como un medio para administrar intervenciones cognitivas, a pesar de que la tecnología no es desaprobada por la OMS, no se puede dejar de lado que las pruebas clásicas a lápiz y papel siguen siendo más utilizadas por los profesionales.

A pesar de que falta más investigación sobre la usabilidad de los métodos tecnológicos podemos ver en algunos trabajos que el tipo de dispositivo que utilice el paciente no interfiere de manera negativa y que a medida que pasa el tiempo los avances tecnológicos siguen creciendo y con ello se sigue creando más baterías cognitivas que favorecen a la evaluación y rehabilitación de pacientes con alteraciones cognitivas.

3.Experimentos

3.1 Introducción

En esta sección se detalla los participantes, instrumentos, procedimientos, flujos de trabajo que se usarán, asimismo el conjunto de datos y las distintas métricas para comparar y evaluar los resultados de los experimentos.

3.2 Diseño de la solución

3.2.1 Descripción de la muestra

Se experimentó la evaluación “Guttman Cognitest” en 50 pacientes, tanto hombres como mujeres del hospital Guttmann, el 34% eran mujeres con un total de 17 mujeres, con una edad entre los 40 y 45 años cada uno con diferente patología, clasificadas en alguno de los siguientes grupos:

DCA: es una afectación de las estructuras del cerebro que afectan a su funcionamiento.

ICTUS: enfermedad cerebrovascular que se produce por la disminución u obstrucción del flujo sanguíneo, no llega suficiente sangre al cerebro.

TCE: daño cerebral de origen traumático, relacionada con el impacto sobre el cráneo.

La mayoría de pacientes cuentan con estudios superiores y han trabajado anteriormente con un ordenador tanto con dispositivos táctiles como con teclado y ratón.

Del total de los pacientes, solo 20 lo hicieron de manera táctil y los 30 restantes usaron teclado y ratón, 42 lo hicieron con ordenador y 8 con iPad.

En el conjunto de datos proporcionados tiene más registros de pruebas tomadas sobre dispositivos teclado y ratón.

3.2.2 Variables que interfieren en el conjunto de datos

Sessionstartdatetime: Es la fecha y la hora en la que se realizó la prueba, hay un intervalo de diferencia ya que algunos pacientes se les aplico a finales del mes de noviembre y a otro grupo de pacientes a inicios del mes de marzo.

Duration: El tiempo que dura el paciente en realizar la prueba, el tiempo estimado es de 20 minutos, pero en si este dato depende de la capacidad

del paciente para responder cada tarea, algunos pacientes por el tipo de patología o falta de entendimiento no llegaron a completar la prueba.

Interaction: Es el tipo de dispositivo que utilizó el paciente para realizar la tarea, este puede ser táctil o mouse y teclado, en este caso se dio a elegir de acuerdo a su preferencia o capacidad de ejecución.

Age: Esta variable se refiere a la edad de los pacientes.

Studies: Se refiere al nivel de estudio que tiene cada paciente

Diagnostico group: Hace referencia al tipo de patología que tiene cada paciente la misma que se clasifica en grupos

Otro DCA: Daño cerebral adquirido como la Anoxia, Hipoperfusión cerebral, Guillain Barré, Esclerosis múltiple, Trombosis venosa, Tumor, Tuberculosis, Polineuropatía, Hematoma frontoparietal derecho

TCE: Para/tetra, Tetraplejia incompleta no traumática, Tetraplejia completa traumática

Otro trastorno neurológico

ICTUS: Ictus isquémico, Ictus hemorrágico,

Emotional: clínica emociones y conducta

3.2.3 Instrumentos

3.2.4 Valoración cognitiva clásica

En la clínica Guttmann se valoran a los pacientes con algunas pruebas neuropsicológicas como: Orientación persona, Orientación en el espacio, Orientación en el tiempo, Spam directo, pruebas de búsqueda visoespacial, Prueba de diseño con bloques, Cubos de Corsi, Memoria de dígitos, Lista de palabras de rey, Matrices progresivas. Estas pruebas son las más utilizadas a lápiz y papel.

Este tipo de valoración permite a los profesionales del hospital a comprender mejor las alteraciones que presenta el paciente en dominios

cognitivos como: Atención, Velocidad de procesamiento de la información, Memoria, Función ejecutiva, Cálculo, Lenguaje.

Una vez hecha la valoración con los resultados se puede desarrollar estrategias que permitan compensar cualquier tipo de trastorno.

COGNITEST

"Guttman Cognitest" digital solution assessment

La prueba digital "Guttman Cognitest" incluye 7 pruebas computarizadas diseñadas para evaluar las principales funciones cognitivas de tres dominios principales: memoria, funciones ejecutivas y habilidades visuoespaciales.

Al usuario se le presenta una pantalla de bienvenida con una breve descripción de la sesión de prueba y algunas instrucciones relacionadas con la necesidad de estar totalmente concentrado en las tareas, tratando de completar la sesión en un lugar tranquilo y en condiciones adecuadas, y evitando interrupciones. El tiempo necesario para completar la evaluación completa es de unos 20 minutos, aunque esto puede variar dependiendo del usuario.

Todas las tareas han seguido la misma lógica, primero, se presenta una breve descripción de la tarea, seguida de las instrucciones detalladas y un videotutorial, pantalla por pantalla, explicando el objetivo de la tarea y el comportamiento esperado del usuario. Este tutorial se puede repetir si es necesario. Después de esto, el usuario puede iniciar la tarea por sí mismo. [ver ilustración 1]



Ilustración 1. Pantalla de inicio de tutorial

Ilustración 2. Pantalla de fin de tutorial

Instrucciones de texto para explicar la lógica de la tarea; el usuario puede avanzar (Siguiente) y retroceder (Anterior) si es necesario.

Pantalla de fin de tutorial, donde el usuario puede repetir (Repetir tutorial) o iniciar la tarea (Empezar)

Después de que el usuario presiona el botón "Inicio", aparece una cuenta regresiva de 3 a 1 en la pantalla. Después de eso, viene como práctica un ejemplo muy sencillo de la tarea en una sola pantalla, para garantizar que el usuario haya entendido la lógica y el objetivo de la tarea. Solo cuando la práctica se completa correctamente (hay dos intentos para hacerlo) comienza la tarea correspondiente; de lo contrario, el sistema salta a la siguiente tarea. Una pantalla final para cada tarea muestra un mensaje informando que la tarea fue completada, informando sobre los resultados obtenidos y el usuario puede continuar con la siguiente.

La única tarea que no sigue exactamente esta lógica es la de "Memoria a largo plazo" (tarea 7), ya que no hay tutorial ni pantalla de práctica, y sólo se informa al usuario que se le pedirá que recuerde las asociaciones imagen-número vistas en la tarea anterior "Memoria a corto plazo" (tarea 2).

Cuando se completan las 7 tareas, se presenta un cuestionario para recopilar información sobre las condiciones de ejecución, interrupciones, problemas técnicos o problemas de comprensión de alguna tarea.

Las tareas incluidas en la prueba son

Tarea 1 Amplitud visual hacia atrás

Esta tarea, diseñada para evaluar la memoria de trabajo, se basa en el paradigma de amplitud inversa visual.

Se les indica a los participantes que deben memorizar una secuencia de luces que se encienden consecutivamente y luego repetir la secuencia en orden inverso. Las luces aparecen en una cuadrícula durante un segundo cada una, y el número de elementos de la serie aumenta en uno después de la ejecución correcta. En caso de respuesta incorrecta, se presentaba otra secuencia de la misma longitud. Después de dos errores consecutivos, el final de la tarea y la puntuación final es el número de elementos de la secuencia más larga repetidos correctamente.

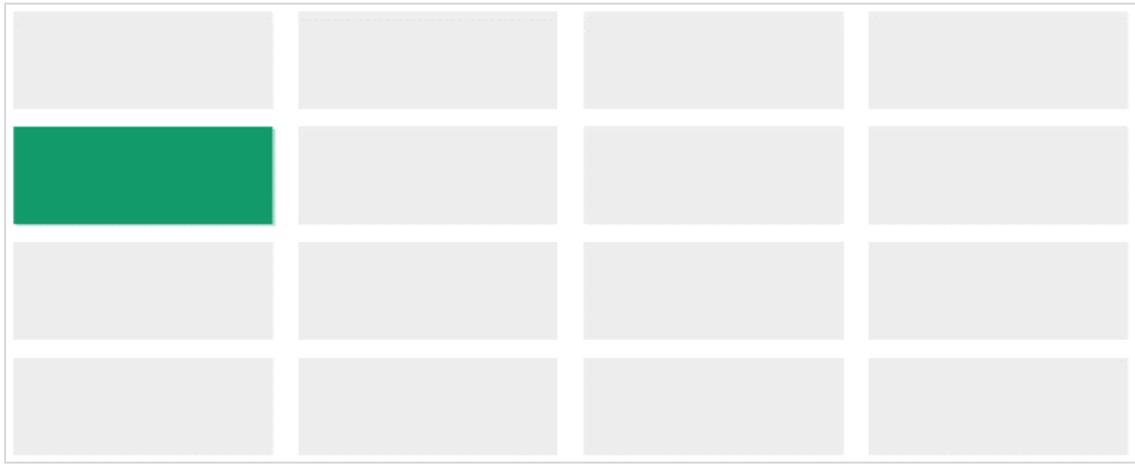


Ilustración 3. Ejemplo de tarea uno

Tarea 2 Asociaciones de números e imágenes libres

Esta tarea de memoria asociativa consiste en memorizar 6 pares de números e imágenes de 2 dígitos. Las instrucciones indican recordar las asociaciones porque deben recordarse más tarde. La serie de pares número-imagen se mostraban uno a uno, durante 2 segundos cada uno, en el centro de la pantalla. Una vez finalizada la presentación, las imágenes se presentaban solas una a una, en un orden diferente al de la primera vez, y se pedía a los participantes que escribieran el número asociado a cada imagen [ver ilustración 4]

Los elementos que no se recuerdan correctamente se presentan nuevamente con una clave que consta de dos posibles números asociados, donde el sujeto debe seleccionar el correcto [ver ilustración 5]

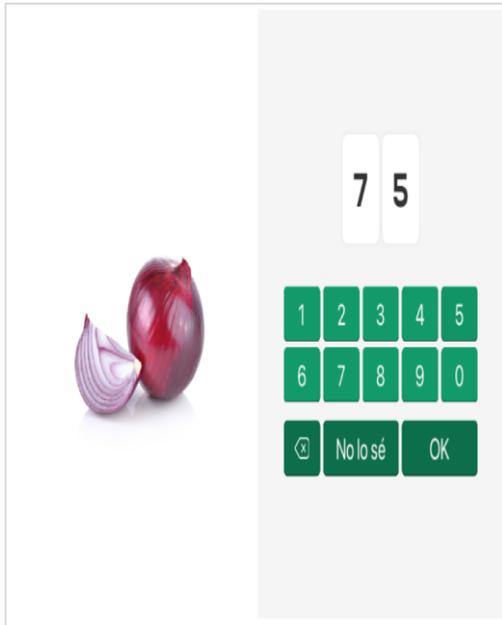


Ilustración 4. Ejemplo de la tarea dos Modo de recuperación libre

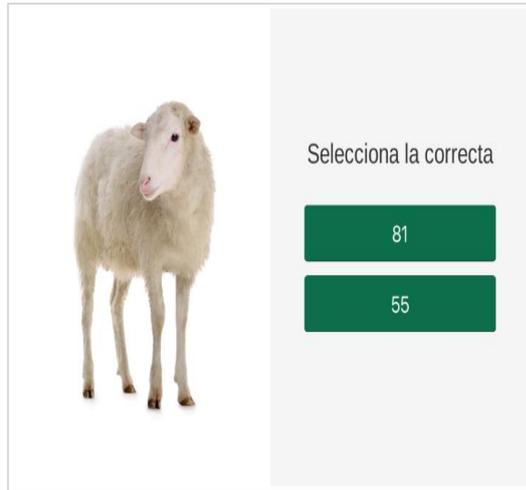


Ilustración 5. Ejemplo de la tarea dos modo de recuperación con claves

Todo el procedimiento se repite tres veces.

Se producen dos puntajes al final de la prueba: un puntaje representa el número de asociaciones correctas informadas en el modo de recuerdo libre (es decir, sin pistas), mientras que el segundo puntaje representa el número de respuestas correctas en el modo con claves.

Tarea 3: Secuencias lógicas

Se diseñaron 12 secuencias lógicas para evaluar la inteligencia fluida y el razonamiento lógico. Cada serie se compone de una matriz de elementos de 3x3, en la que falta el elemento de la parte inferior derecha. La tarea consiste en seleccionar una de las 4 posibilidades, presentadas en el lado derecho de la pantalla, para completar la secuencia (ver Ilustración 6). El tiempo máximo disponible para resolver cada serie es de 90 segundos, apareciendo un mensaje en pantalla cuando quedan 10 segundos.

La puntuación de esta tarea es el número de secuencias completadas correctamente.

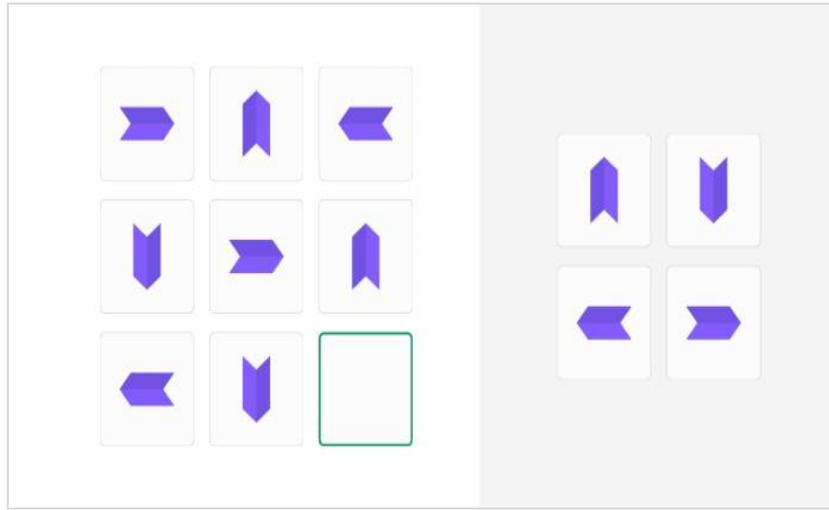


Ilustración 6. Ejemplo de la tarea tres

Tarea 4: Cancelación

La prueba de cancelación de símbolos fue diseñada para evaluar la búsqueda visuoespacial y la atención selectiva. Los participantes deben seleccionar un objetivo de una forma y color específicos entre una matriz de diferentes formas lo más rápido posible. Los distractores vienen en forma de diferentes formas del mismo color o la misma forma de un color diferente. La tarea consta de 7 pantallas consecutivas [ver ilustración 7 y 8]

En las primeras cuatro pantallas [ver Ilustración 7] los participantes deben seleccionar una forma de color (27 dianas en total), mientras que, en las siguientes tres pantallas, deben elegir dos formas de color (30 dianas en total) [ver ilustración 8]

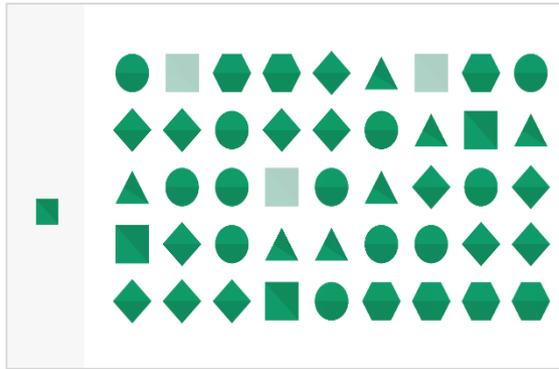


Ilustración 7. Ejemplo de la tarea cuatro pantalla con un solo objeto

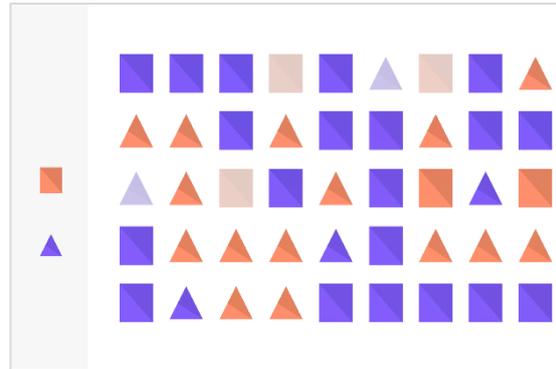


Ilustración 8. Ejemplo de la tarea 4 pantalla con dos objetos

Hay dos formas diferentes de avanzar a la siguiente pantalla: o el sujeto selecciona todas las respuestas correctas que aparecen en esa pantalla, o se alcanza el umbral máximo de 45 segundos.

La puntuación total es la suma de los símbolos seleccionados correctamente en todas las pantallas.

Tarea 5: Tap red correct

Esta tarea fue diseñada para medir la velocidad visomotora y la atención sostenida.

Esta tarea muestra 6 círculos en la pantalla durante 2 minutos. Uno por uno, cada uno de ellos aparece en rojo o azul, con un tiempo de presentación de 1 segundo. Se le indica al participante que solo presione la pantalla cuando los círculos aparezcan en rojo (lo más rápido posible), [ver ilustración 9] y no dé ninguna respuesta cuando aparezcan en azul [ver ilustración 10].

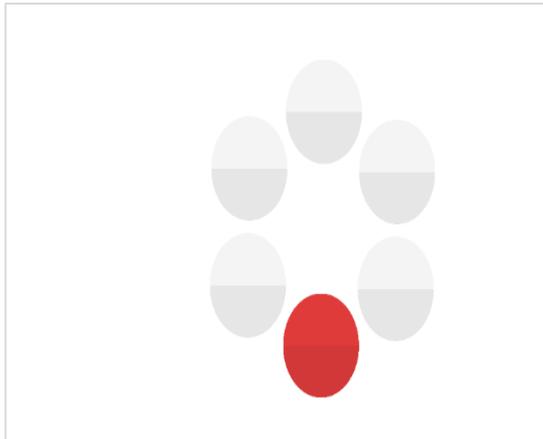


Ilustración 9. Ejemplo de tarea cinco círculos de color rojo

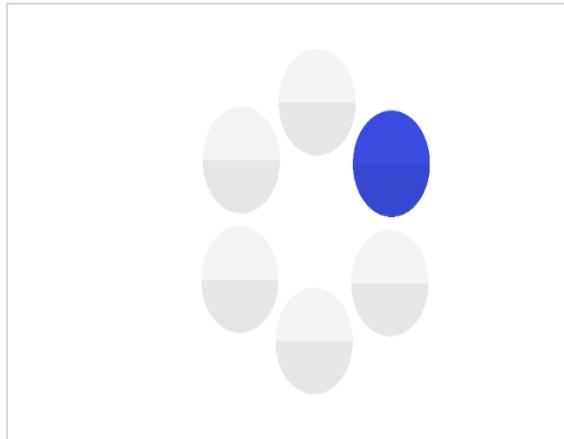


Ilustración 10. Ejemplo de tarea cinco círculos de color azul

La puntuación calculada para esta tarea está determinada por el número total de respuestas correctas y el tiempo de reacción promedio de esas respuestas correctas en segundos.

Tarea 6: Rotación Mental

Esta tarea, basada en el paradigma de la rotación mental (Shepard & Metzler, 1973), fue diseñada para evaluar las habilidades visuoespaciales. A los participantes se les presentan pares de figuras 3D con diferentes orientaciones y deben indicar si son idénticas o no, independientemente de su orientación [ver ilustración 11] presionando uno de los dos botones que se muestran en la parte inferior de la pantalla.

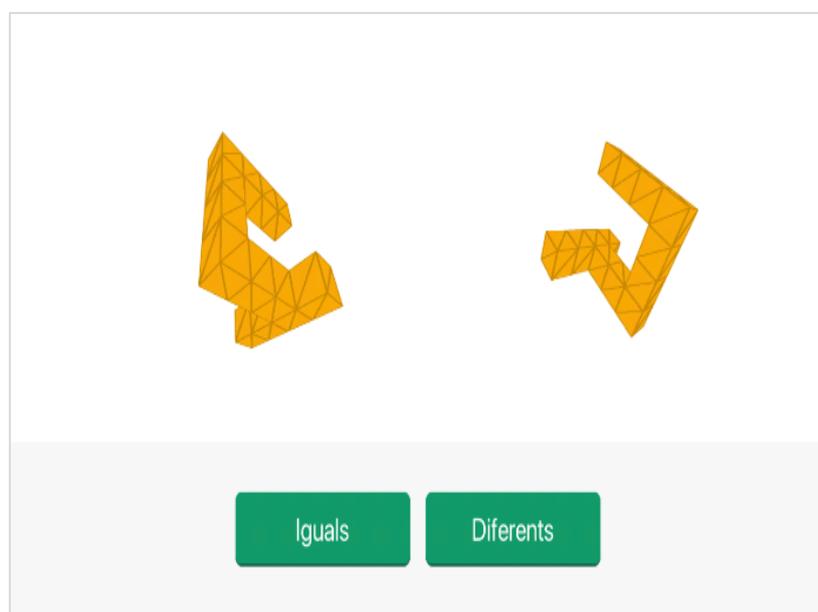


Ilustración 11. Ejemplo de la tarea seis

La tarea consta de 12 pares de figuras en 3D y el tiempo de espera para responder se establece en 10 segundos.

El número de respuestas correctas representa la puntuación total.

Tarea 7: Memoria a largo plazo

Para explorar la capacidad de retención del sujeto a lo largo del tiempo, la tarea final consiste en presentar las mismas 6 imágenes que se mostraron anteriormente en la tarea 2. Las imágenes se presentan una por una, y los sujetos deben escribir el número asociado a esa imagen. De manera similar a la tarea a corto plazo, primero aparece un modo de recuerdo libre, mientras que se presenta un modo con claves si el participante da una respuesta incorrecta.

El número de asociaciones correctamente recordadas representa la puntuación total.

3.3 Procedimiento

Para la aplicación del "Guttman Cognitest" se escogió a los pacientes que ya han sido evaluados con pruebas clásicas de lápiz y papel, los mismos que ya se encuentran en rehabilitación cognitiva, se hizo dos grupos una semana de evaluación para cada grupo.

La prueba se llevó a cabo en dos tipos de dispositivos, táctiles y dispositivos de teclado y ratón tanto en ordenadores como en iPad, se tiene que decir que se dio a elegir al usuario con qué tipo de dispositivo prefería realizar la prueba. Primero se les dio las indicaciones generales de que se trata la evaluación y que deben estar concentrados y tranquilos, una vez que el paciente esté listo y haya entendido las indicaciones se ponía en marcha las tareas, dejando que el paciente haga solo sin interrupciones, mientras se observa a cada uno para ver si se presenta alguna dificultad y detallar en la parte cualitativa de este trabajo. Después de haber hecho la evaluación se obtiene automáticamente una base de datos con los resultados de cada paciente que sirven para realizar el análisis.

4. Resultados

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis Cualitativo

Según la observación de los administradores de la prueba cognitiva se pudo identificar de manera general que no influye demasiado el tipo de dispositivo que se elija, sin embargo, se ha encontrado casos o pruebas muy concretas en las que el dispositivo táctil es mejor, a continuación, se lista algunas de las tareas en las que sí influye:

La tarea 1 de ilmaxlights.

Luces máximas inversas, amplitud visual hacia atrás [ver ilustración 3]

El paciente al realizar esta tarea con el dispositivo táctil tenía mayor rapidez de interacción y mayor facilidad de ejecución comparando con los sujetos que realizaron la prueba con el teclado y ratón.

La tarea 4 de agtotalcorrect, cancelación

Búsqueda visoespacial y Atención [ver figura la ilustración 7 y 8]

Esta tarea al ser una prueba de rapidez mental que mide el tiempo de reacción teniendo 45 segundos para contestar, se observó que también puede haber un grado de diferencia entre los dos dispositivos, dando como favorable al dispositivo táctil ya que les resultaba más fácil y podían interactuar de manera más espontánea

La tarea 5 de tapredcorrect, correcto toque rojo

Búsqueda visoespacial/ velocidad de procesamiento [ver Ilustración 9 y 10]

Al ser una tarea de velocidad visomotora y de rápida reacción en donde la puntuación total está determinada por el tiempo de reacción y el número de respuestas correctas, es valorado sobre 100, por ejemplo si de las respuestas correctas hay 40 círculos rojos y solamente selecciona 30, el total es 75, esta es una de las tareas que más impacto ha tenido a favor del dispositivo táctil por su rapidez al seleccionar la respuesta y seguir en marcha, sin embargo en los datos obtenidos no hay mayor diferencia en los resultados.

En la observación al momento de aplicar la evaluación son estas tareas las que han presentado mínima diferencia al realizar con dispositivo táctil, pero no influye en los resultados, es decir que no hay un patrón fijo que diga que con ratón lo hacen peor.

4.1.2 Análisis cuantitativo

En este apartado se incluye el análisis de las observaciones más importantes obtenidas, éstas complementan la sección anterior y se complementarán en los siguientes apartados, en las conclusiones y propuestas de trabajo futuro.

A partir de gráficas de agrupaciones i ANOVA's, se ha podido comparar los rendimientos entre los distintos métodos de ejecución, con dispositivo táctil o mouse, como se puede observar en la ilustración [12] y se obtiene que los resultados, son muy similares para todas las pruebas realizadas con un dispositivo táctil como en dispositivos con teclado y mouse, en otras palabras, los resultados de la prueba no se han visto alterados por el método de realizar la prueba, (todas las $p > 0.05$).

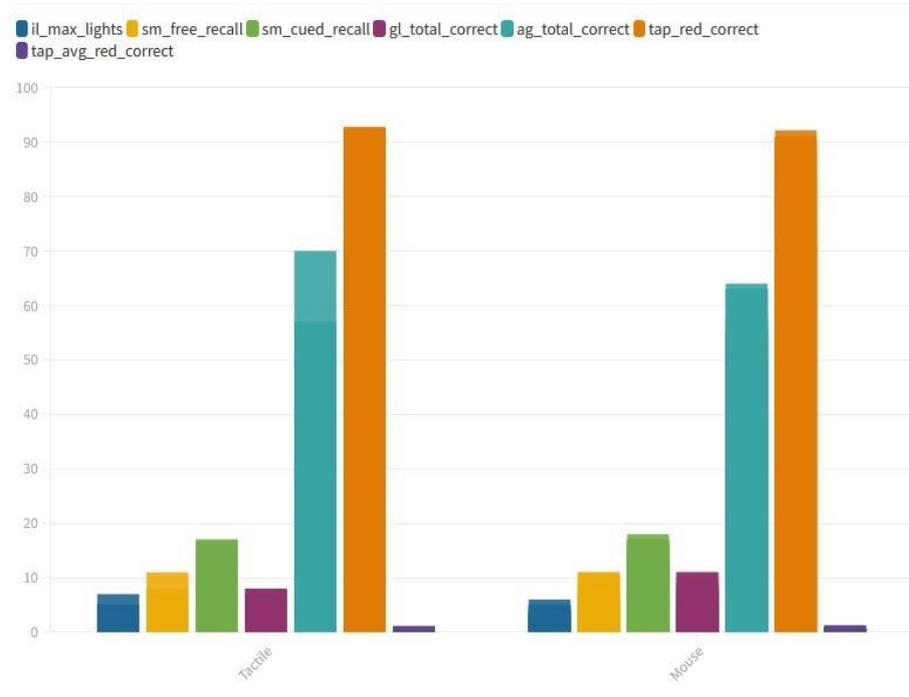


Ilustración 12. Grafico de resultados por tarea

Otra manera que hemos utilizado para valorar posibles diferencias en los resultados a las pruebas administradas con los dos dispositivos ha sido mirando la correlación entre resultados de "Guttman Cognitest" (en las dos modalidades) y los resultados de la valoración neuropsicológica clásica.

Para hacer esto hemos calculado una puntuación de rendimiento cognitivo "Global" tanto por el Cognitest que por la valoración clásica transformando

el resultado de cada prueba en z-scores y luego haciendo el promedio de valores.

Las correlaciones de Spearman nos indican una fuerte correlación tanto entre las pruebas clásicas y el Cognitest administrado con dispositivo táctil ($\rho=0.66$, $p=0.004$; ver ilustración 13) que entre las pruebas papel y lápiz y el Cognitest con ratón ($\rho=0.60$, $p=0.001$; ver ilustración 14)

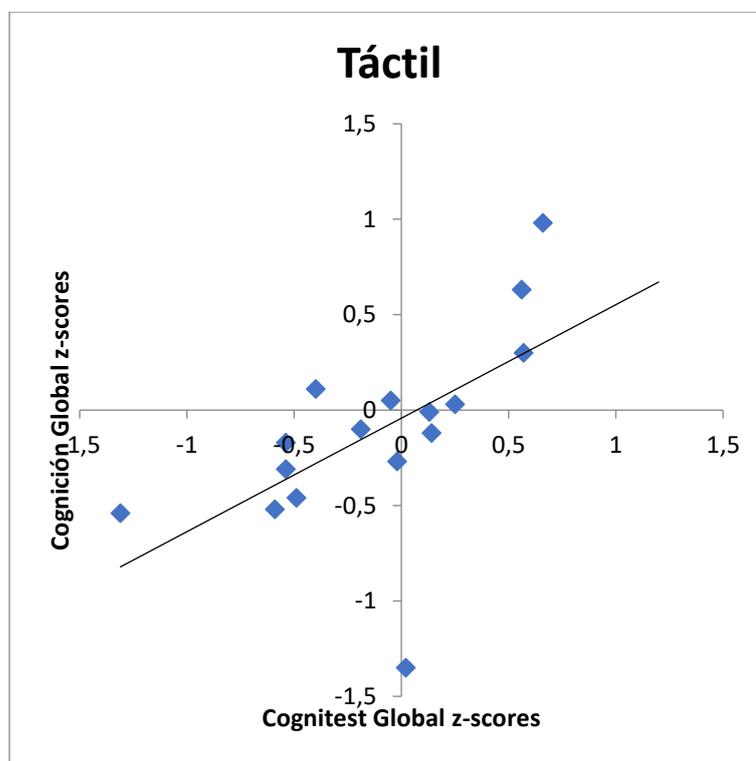


Ilustración 13. Correlación de evaluación con dispositivo táctil

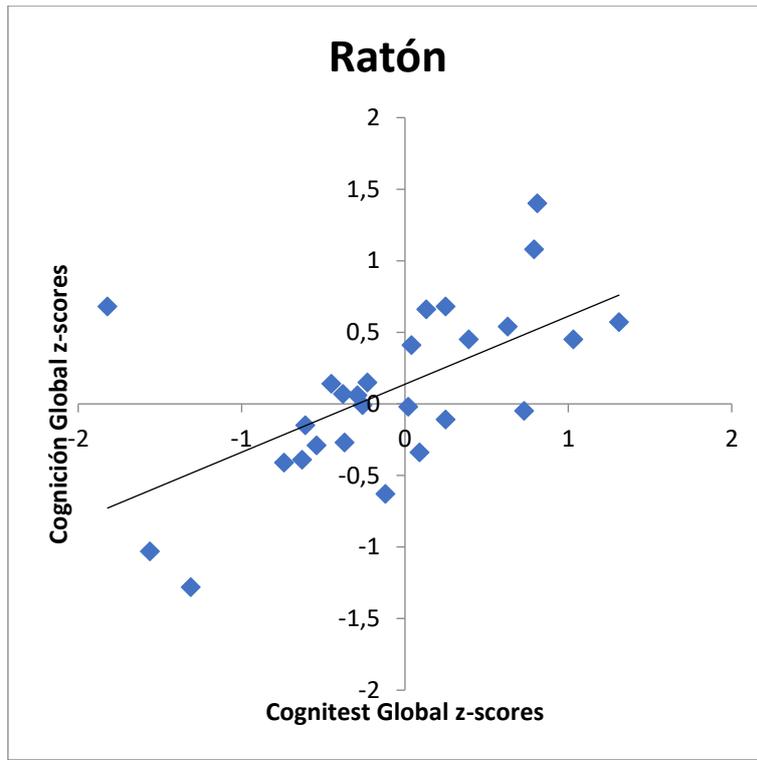


Ilustración 14. Correlación de evaluación con dispositivo Ratón

5. Conclusiones Generales

En esta sección se incluye un resumen de las observaciones más importantes obtenidas en las secciones anteriores, estas se complementarán en el siguiente apartado con la propuesta de trabajo futuro, para mejorar los resultados y encontrar una mejor solución.

Lo primero que se puede decir es que ya sea con un método de interacción o con otro correlacionan con pruebas normales y al ver que si hay una fuerte correlación entre ambas [ver ilustración 13 y 14] se procedió a mirar diferencias de usabilidad por lo cual puedo decir que esta evaluación con los dos dispositivos sirve para medir el rendimiento cognitivo.

La importancia de la exploración neuropsicológica mediante una prueba computarizada como la de “Guttman Cognitest” es ampliamente defendida ya que se obtiene muchas ventajas como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, al obtener el registro preciso de las respuestas se pueden usar medidas estadísticas para interpretar el puntaje de un individuo dentro del contexto de miles de puntos de datos normativos y proporcionar una interpretación objetiva del desempeño de ese individuo sobre la marcha, la capacidad de almacenar y comparar el desempeño de una persona con otra y como lo es en este caso comparar según los resultados si el método de evaluación es decir el dispositivo que se utiliza interfiere en la realización adecuada de la evaluación.

Por todo ello se llevó a cabo la evaluación Neuropsicológica computarizada en dos dispositivos diferentes (táctil y teclado y ratón), como se puede ver en las figuras [ver ilustración 12] que detalla los resultados estadísticos y también mediante la observación, que no interfiere de manera directa el tipo de dispositivo que utilice, por lo cual no existe diferencias de mayor relevancia, sin embargo hay algunas tareas que al momento de ejecutarlas presentan una diferencia mínima a favor del dispositivo táctil que en si son las de mayor rapidez de interacción.

La mayoría de usuarios pudieron completar las tareas sin mostrar alguna dificultad de usabilidad ya sea con el dispositivo táctil o el puntero, y las personas que no la completaron no fue precisamente por el tipo de dispositivo que utiliza, sino más bien por la dificultad de procesar la información y la falta de entendimiento de las tareas debido al alto nivel cognitivo afecto que presenta.

6. Mejoras y trabajos futuros

Una de las posibles líneas de investigación podría estar enfocada en la correlación entre el tipo de patología o nivel cognitivo y el resultado que obtiene al realizar la valoración cognitiva clásica y la batería "Guttman Cognitest", para explorar si influye de manera positiva o negativa el método de evaluación que se utiliza.

También se puede realizar un estudio en donde se mida el tiempo de ejecución de la evaluación para determinar si al hacer la evaluación de manera táctil lo hacen en menos tiempo que con el dispositivo teclado y ratón.

8. Bibliografía

- [1] Brandwayn Briceño, N., Macías Bohórquez, R., & Restrepo Vélez, D. E. (2017). Comparación en el desempeño de pruebas neuropsicológicas sistematizadas y de lápiz y papel en una muestra de estudiantes de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá
- [2] Fumero Vargas, G. (2015). Usabilidad de un programa de rehabilitación neuropsicológica por ordenador " Gradior" en personas con enfermedad mental grave y prolongada.
- [3] Korczyn, A. D., & Aharonson, V. (2007). Computerized methods in the assessment and prediction of dementia. *Current Alzheimer Research*, 4(4), 364-369..
- [4] Pena, M. (2013). *Nuevas y viejas interfaces: Cambios en interactividad y usabilidad* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata)..
- [5] Solís Rodríguez, A. (2014). Estudio preliminar del cogval-senior, una nueva prueba informatizada para la detección de la demencia Alzheimer en personas mayores.
- [6] Bermonti-Pérez, M. E., Cordero-Arroyo, G., & Moreno Torres, M. A. (2018). EVALUACIÓN DE LA VERSIÓN COMPUTARIZADA DE UNA INTERVENCIÓN COGNITIVA PARA MEJORAR PROCESAMIENTO SUCESIVO Y DELETREO. *Puerto Rican Journal of Psychology/Revista Puertorriqueña de Psicología*, 29(2).
- [7] Cr Brandwayn, N., Restrepo, D., Macías-Bohórquez, R., López-López, W., & Acevedo-Triana, C. A. (2020). Comparación del desempeño de jóvenes en pruebas neuropsicológicas en formato lápiz y papel e informatizadas. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 16(2), 365-388.
- [8] ALLA,. Noyes, J. M., & Garland, K. J. (2008). Computer-vs. paper-based tasks: Are they equivalent?. *Ergonomics*, 51(9), 1352-1375.
- [9] Collerton, J., Collerton, D., Arai, Y., Barrass, K., Eccles, M., Jagger, C., ... & Newcastle 85+ Study Core Team. (2007). A comparison of computerized and pencil-and-paper tasks in assessing cognitive function in community-dwelling older people in the Newcastle 85+ Pilot Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(10), 1630-1635.
- [10]Lozzia, G. S., Abal, F. J. P., Blum, D., Aguerri, M. E., Galibert, M. S., & Attorresi, H. F. (2009). Tests informatizados: Nuevos desafíos prácticos y éticos para la evaluación psicológica. *Summa Psicológica UST*, 6(1), 135-148.
- [11]Ramírez, J. M. (2012). Envejecimiento y salud. Día Mundial de la Salud. *Archivos de Investigación Materno Infantil*, 4(1), 3-6.

- [12] World Health Organization. (2017). Global action plan on the public health response to dementia 2017–2025.
- [13] Darby, D. G., Pietrzak, R. H., Fredrickson, J., Woodward, M., Moore, L., Fredrickson, A., ... & Maruff, P. (2012). Intraindividual cognitive decline using a brief computerized cognitive screening test. *Alzheimer's & Dementia*, 8(2), 95-104.
- [14] Burke, M. J., & Normand, J. (1987). Computerized psychological testing: Overview and critique. *Professional Psychology: research and practice*, 18(1), 42.
- [15] Solís Rodríguez, A. (2014). Estudio preliminar del cogval-senior, una nueva prueba informatizada para la detección de la demencia Alzheimer en personas mayores.
- [16] Hartung, E. A., Kim, J. Y., Laney, N., Hooper, S. R., Radcliffe, J., Port, A. M., ... & Furth, S. L. (2016). Evaluation of neurocognition in youth with CKD using a novel computerized neurocognitive battery. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 11(1), 39-46.
- [17] Caine, C., Deshmukh, S., Gondi, V., Mehta, M., Tomé, W., Corn, B. W., ... & Kachnic, L. (2016). CogState computerized memory tests in patients with brain metastases: secondary endpoint results of NRG Oncology RTOG 0933. *Journal of neuro-oncology*, 126(2), 327-336.
- [18] Woods, D. L., Wyma, J. M., Herron, T. J., & Yund, E. W. (2016). Computerized analysis of verbal fluency: Normative data and the effects of repeated testing, simulated malingering, and traumatic brain injury. *PLoS one*, 11(12), e0166439.
- [19] Wu, Y. H., Vidal, J. S., de Rotrou, J., Sikkes, S. A., Rigaud, A. S., & Plichart, M. (2015). A tablet-PC-based cancellation test assessing executive functions in older adults. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(11), 1154-1161.
- [20] Fillit, H. M., Simon, E. S., Doniger, G. M., & Cummings, J. L. (2008). Practicality of a computerized system for cognitive assessment in the elderly. *Alzheimer's & Dementia*, 4(1), 14-21.
- [21] González-Abraldes, I., Millán-Calenti, J. C., Balo-García, A., Tubío, J., Lorenzo, T., & Maseda, A. (2010). Accesibilidad y usabilidad de las aplicaciones computarizadas de estimulación cognitiva: Telecognitio®. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 45(1), 26-29.
- [22] Toribio-Guzmán, J. M., García-Holgado, A., Soto Pérez, F., García-Peñalvo, F. J., & Franco Martín, M. (2017). Usability evaluation of a private social network on mental health for relatives. *Journal of medical systems*, 41(9), 1-7.