

Puesta a Prueba de una Herramienta Ecológica Para Evaluar el Funcionamiento Ejecutivo

la App Laberinto

Testing an Ecological Instrument for Cognitive Functioning Assessment: the
Labyrinth App
Teste de uma Ferramenta Ecológica para Avaliar o Funcionamento Cognitivo:
o App Labirinto



Matías Jonás **García**
Ana **Comesaña**
María Virginia **Cifuentes**
María José **Aguilar**
Cristian **García Bauza**



[mfeire](#)

Photo By/Foto:

Rip
16¹

Volumen 16 #1 ene-abr
16 Años

ID: [10.33881/2027-1786.rip.16108](https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.16108)

Title: Testing an Ecological Instrument for Cognitive Functioning Assessment
Subtitle: The labyrinth app
Título: Puesta a Prueba de una Herramienta Ecológica Para Evaluar el Funcionamiento Ejecutivo
Subtítulo: La app laberinto
Titulo: Teste de uma Ferramenta Ecológica para Avaliar o Funcionamento Cognitivo
Subtítulo: O app labirinto
Alt Title / Título alternativo:
[en]: Testing an ecological instrument for cognitive functioning assessment: The labyrinth app
[es]: Puesta a Prueba de una Herramienta Ecológica Para Evaluar el Funcionamiento Ejecutivo: La app laberinto
[pt]: Teste de uma ferramenta ecológica para avaliar o funcionamento cognitivo: O app labirinto
Author (s) / Autor (es):
García, Comesaña, Cifuentes, Aguilar & García Bauza
Keywords / Palabras Clave:
[en]: Labyrinth app, Ecological validity, Neuropsychological assessment, Cognitive function, Virtual Reality, Computerized task, Cognitive functions
[es]: App laberinto, Evaluación neuropsicológica, Funciones cognitivas, Realidad virtual, Tarea computarizada, Validez ecológica
[pt]: Aplicação labiríntica, Avaliação neuropsicológica, Funções cognitivas, Realidade virtual, Tarefa computadorizada, Validade ecológica
Financiación / Funding:
Submitted: 2022-07-11
Accepted: 2023-01-16

Matías Jonás **García**, MA
ORCID: [0000-0002-5276-3208](https://orcid.org/0000-0002-5276-3208)
Source | Filiación:
IPSIBAT (UNMdP – CONICET)
City | Ciudad:
Mar del Plata [ar]
e-mail:
matiasgarcia@conicet.gov.ar

Dra Ana **Comesaña**, Dra
ORCID: [0000-0002-7505-8851](https://orcid.org/0000-0002-7505-8851)
Source | Filiación:
IPSIBAT (UNMdP – CONICET)
City | Ciudad:
Mar del Plata [ar]
e-mail:
acomesan@mdp.edu.ar

Resumen

Los instrumentos neuropsicológicos que tradicionalmente se utilizan para la evaluación y estimulación cognitiva con papel y lápiz suelen presentar algunas limitaciones. Las tareas informatizadas, además de conservar una buena confiabilidad y validez, presentan ciertas estrategias en su confección que superan las limitaciones de las pruebas tradicionales. En este sentido, aquellas que se encuentran diseñadas en un entorno de realidad virtual presentan además validez ecológica. Por ello, el objetivo principal de este trabajo fue diseñar y poner a prueba un instrumento que evalúe diferentes procesos cognitivos mediante realidad virtual en adultos jóvenes, con la idea de implementarlo y utilizarlo a futuro, tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación cognitiva, en personas de diferentes edades. Para ello, se implementó un diseño descriptivo-correlacional y transversal, desarrollando una herramienta de software llamada "App Laberinto" que permite realizar, a partir de su uso en diferentes sesiones variando el nivel de complejidad, el entrenamiento y estimulación cognitiva de adultos jóvenes y registrar y almacenar los resultados de su desempeño en cada oportunidad. En esta primera toma de datos, se obtuvieron mediciones ajustadas, haciendo plausible la puesta a prueba posterior del instrumento en entrenamiento y rehabilitación cognitiva. Se pudo concluir que esta herramienta presenta un diseño ecológico e intuitivo, ya que arroja índices basados en tiempos de reacción y en precisión de la respuesta. Estos índices ofrecen una medida prometedora que, en contraste con las utilizadas en tareas neuropsicológicas tradicionales, pueden considerarse una medición más precisa y objetiva de las funciones cognitivas

Abstract

The neuropsychological tests that are traditionally used for pencil-and-paper cognitive assessment and stimulation often have some limitations. Computer-based tasks, in addition to maintaining good reliability and validity, present certain strategies in their construction that overcome the limitations of traditional pencil-and-paper tests. In this sense, those designed in a virtual reality environment are also ecologically valid. Therefore, the aim of this work was to design and test an instrument that assesses some cognitive processes through virtual reality in young adults, with the idea of implementing and using it in the future for both training and cognitive rehabilitation in people of different ages. For this purpose, a descriptive-correlational and cross-sectional design was implemented, developing a software tool called "App Labyrinth" that allows to perform, from its use in different sessions varying the level of complexity, training and cognitive stimulation of young adults and record and store the results of their performance at each opportunity. In this first data collection, adjusted measurements were obtained, thus making it plausible to subsequently test the instrument in cognitive training and rehabilitation. It could be concluded that this test presents an ecological and intuitive design, since it yields indexes based on reaction times and response accuracy. These indices offer a promising measure that, in contrast to those used in traditional neuropsychological tasks, can be considered a more accurate and objective measure of cognitive functions

resumo

Os instrumentos neuropsicológicos que são tradicionalmente usados para avaliação cognitiva e estimulação a lápis e papel tendem a ter algumas limitações. As tarefas baseadas em computador, além de manter a boa confiabilidade e validade, apresentam certas estratégias em sua preparação que superam as limitações dos tradicionais testes a lápis e papel. Neste sentido, aqueles projetados em um ambiente de realidade virtual também apresentam validade ecológica. Portanto, o principal objetivo deste trabalho era projetar e testar um instrumento que avaliasse alguns processos cognitivos através da realidade virtual em adultos jovens, com a ideia de implementá-lo e utilizá-lo no futuro tanto para treinamento quanto para a reabilitação cognitiva em pessoas de diferentes idades. Para este fim, foi implementado um projeto descritivo-correlacional e transversal, desenvolvendo uma ferramenta de software chamada "App Labyrinth" que permite, através de seu uso em diferentes sessões variando o nível de complexidade, o treinamento e/ou estimulação cognitiva dos jovens adultos e registrar e armazenar os resultados de seu desempenho a cada oportunidade. Nesta primeira coleta de dados, foram obtidas medidas ajustadas, tornando plausível testar posteriormente o instrumento em treinamento cognitivo e reabilitação. Pode-se concluir que esta ferramenta apresenta um design ecológico e intuitivo, pois produz índices baseados em tempos de reação e precisão de resposta. Estes índices oferecem uma medida promissora que, em contraste com os usados em tarefas neuropsicológicas tradicionais, pode ser considerada uma medida mais precisa e objetiva das funções cognitivas

Citar como:

García, M. J., Comesaña, A., Cifuentes, M. V., Aguilar, M. J., & García Bauza, C. (2023). Puesta a Prueba de una Herramienta Ecológica Para Evaluar el Funcionamiento Ejecutivo: La app laberinto. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 16 (1), 89-98. Obtenido de: <https://reviberopsicologia.iberu.edu.co/article/view/2453>

Dra María Virginia **Cifuentes**, Dra
ORCID: [0000-0003-1247-0491](https://orcid.org/0000-0003-1247-0491)
Source | Filiación:
CIC, Instituto PLADEMA
City | Ciudad:
Tandil [ar]
e-mail:
mvcifuentes@pladema.exa.unicen.edu.ar

Dra María José **Aguilar**, Dra
ORCID: [0000-0001-5567-3315](https://orcid.org/0000-0001-5567-3315)
Source | Filiación:
IPSIBAT (UNMdP – CONICET)
City | Ciudad:
Mar del Plata [ar]
e-mail:
mjaguila@mdp.edu.ar

Dr Cristian **García Bauza**, Dr
ORCID: [0000-0002-9639-4360](https://orcid.org/0000-0002-9639-4360)
Source | Filiación:
CIC, Instituto PLADEMA
City | Ciudad:
Tandil [ar]
e-mail:
crgarcia@exa.unicen.edu.ar

Puesta a Prueba de una Herramienta Ecológica Para Evaluar el Funcionamiento Ejecutivo la App Laberinto

Testing an Ecological Instrument for Cognitive Functioning Assessment: the Labyrinth App
Teste de uma Ferramenta Ecológica para Avaliar o Funcionamento Cognitivo: o App Labirinto

Matías Jonás **García**

Ana **Comesaña**

María Virginia **Cifuentes**

María José **Aguilar**

Cristian **García Bauza**

Los instrumentos neuropsicológicos que se utilizan tradicionalmente para la evaluación y estimulación cognitiva de lápiz y papel, suelen presentar algunas limitaciones. Entre éstas se pueden mencionar el sesgo por deseabilidad social, la falta de validez ecológica, como así también, la dificultad de mantener las condiciones del protocolo de prueba en caso de re testeos o de testeos a otros sujetos. Estas limitaciones pueden superarse mediante las pruebas o tareas informatizadas, conservando una buena confiabilidad y validez (Chicchi-Giglioli et al., 2021).

Las intervenciones informatizadas utilizadas para realizar entrenamientos y rehabilitación cognitiva en entornos de realidad virtual (RV), se han extendido mucho en los últimos años (Zygouris et al., 2015), pero no son tan frecuentes en el contexto de Latinoamérica. Las tecnologías de RV permiten al usuario ingresar a un entorno 3D generado por computadora e interactuar en el mismo (Lee et al., 2019; McFadyen et al., 2017; Zygouris et al., 2015), asemejándose a los entornos reales de la vida cotidiana. Para la selección de estos instrumentos, hay que considerar tanto los pros como los contras en el uso de esta tecnología. Por un lado, algunos autores mencionan que este tipo de tecnología presenta algunos obstáculos a la hora de extender su utilización a la población en general, como por ejemplo, la poca evidencia sobre su efectividad a largo plazo, la ausencia de diseños buenos y amigables para los usuarios y problemas ergonómicos (Lee et al., 2019). Por otro lado, estos entornos 3D interactivos de RV facilitan la evaluación y entrenamiento de forma válida y dinámica (Rodríguez et al., 2021) y hacen que se produzca un aprendizaje activo y que la actividad resulte más motivadora (Díaz-Pérez E & Flórez-Lozano, J.A., 2018).

La app laberinto

Probablemente, la principal ventaja del uso de la RV en evaluación y entrenamiento cognitivo sea la posibilidad de obtener resultados con validez ecológica, es decir según el grado de “representatividad” y la “generalización” que se puede hacer de una tarea (Burgess et al., 2006). En 2006, Burgess y otros autores, plantearon que la representatividad refleja el grado en que un test se corresponde en contenido y contexto con una situación de la vida cotidiana; y la generalización hace referencia a la posibilidad de transferir los resultados obtenidos en las pruebas a la vida diaria. Mc Fadyen y otros (2017) definen de manera similar a la validez ecológica, acuñando los términos “veracidad” – por representatividad – y “verosimilitud” –por generalización. La validez ecológica suele verse reflejada de manera general en la vida cotidiana.

Las actividades realizadas por los seres humanos suelen englobarse en el concepto de “actividades de la vida diaria” (AVD). Las AVD pueden ser básicas (ABVD) o instrumentales (AIVD) (Romero-Ayuso, 2007). Las ABVD están relacionadas con el mantenimiento del estado basal del organismo y, por lo tanto, están dirigidas a uno mismo. Como, por ejemplo, comer, vestirse o ir al baño. Las AIVD en cambio, requieren de la manipulación de objetos, implicando procesos como la conceptualización, planificación, ejecución y evaluación de tareas. Es decir, involucran el funcionamiento o los procesos cognitivos (atención, memoria, pensamiento, lenguaje, entre otras) y también, otros más complejos como los ejecutivos. Por ello, es que un correcto desempeño de las funciones cognitivas (FC) y ejecutivas (FE) resultan fundamentales para llevar adelante las actividades de su vida diaria (Júlio et al., 2019).

Las FC son procesos mentales que refieren al procesamiento de la información tanto del ambiente externo como interno, y están influenciadas por las experiencias previas, necesidades, expectativas y valores. Incluye todo lo vinculado a cómo los seres humanos elaboran conocimiento, y se suele diferenciar en ellas, entre los llamados procesos básicos y los superiores como son la atención, percepción, memoria y aprendizaje (Ballesteros-Jiménez, 2014). En general, se considera que un mayor nivel educativo alcanzado y/o un rol laboral complejo, son factores de protección contra el deterioro de estas funciones y, que a su vez, facilitan al cerebro el afrontar activamente los cambios relacionados con la edad a través de la flexibilidad y la plasticidad de las redes cognitivas (Gu et al., 2022). Por ello, puede decirse que el nivel educativo formal, está profundamente relacionado con la salud de las personas, a lo largo de la vida. Por ejemplo, esto queda evidenciado en la relación con el funcionamiento cognitivo y el riesgo de padecer demencia en la edad adulta (Lövdén et al., 2020).

En cuanto al género, las diferencias cognitivas entre hombres y mujeres, así como la magnitud de las mismas, son causa de debate (Weber et al., 2014; Lövdén et al., 2020). A pesar, de que el rendimiento cognitivo en la población en general, ha aumentado considerablemente con el paso del tiempo, aún existen diferencias cognitivas entre géneros. Por ejemplo, los hombres tienden a superar a las mujeres en la mayoría de las mediciones de las capacidades visuoespaciales, mientras que las mujeres los superan en capacidades verbales, como la lectura y la escritura (Ahrenfeldt et al., 2019).

La atención es un proceso básico, independiente y multidimensional, que se encarga de seleccionar la información proveniente del ambiente a través de los diferentes sentidos. Incluye a varios subprocesos que son indispensables para cualquier actividad y para diferentes objetivos y metas (Ríos-Lago et al., 2007). Trabajan en conjunto y también regulan otros procesos como la percepción, la memoria. También permite enfocarnos en determinado estímulo o situación y que ignoremos otros que son irrelevantes en ese momento, y así se relaciona con las funciones más complejas. Como es sabido la capacidad atencional es limitada y varía a lo largo del desarrollo, por ello es importante medirla de manera individual y precisa (McClelland et

al., 2013). Una de las formas de evaluar la atención es medir el span o capacidad atencional de cada persona, esta refiere a la amplitud de estímulos que podemos atender secuencialmente en un corto periodo de tiempo, en distintas modalidades sensoriales, y esta medida a su vez también permite que tengamos una medida de la memoria a corto plazo (Estévez-González et al., 1997).

Tanto los videojuegos como los instrumentos desarrollados usando RV se han asociado en algunos estudios, con la mejora en procesos como la atención, y más específicamente en cuanto a la atención visual (midiendo por ejemplo, la cantidad de estímulos que pueden ver y recoger en un recorrido como el laberinto), lo que se ha observado en tareas de lectura (ver Antzaka et al., 2017) y también se han diseñado herramientas en este entorno para trabajar el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Mancera et al., 2017).

Las FE son un conjunto de procesos cognitivos top-down (Diamond & Ling, 2020), de orden superior involucrados en el control deliberado y voluntario del comportamiento, el pensamiento y las emociones (Miyake & Friedman, 2012). Dichos procesos participan en situaciones nuevas y complejas (Aschiero et al., 2019), que implican un esfuerzo cognitivo para el individuo y donde las respuestas sobrepasadas o automáticas resultan insuficientes (Diamond, 2013). Estos procesos, se han asociado con las redes neuronales frontales, esenciales para el comportamiento dirigido a objetivos, en los que la planificación, la inhibición y la flexibilidad para cambiar el foco atencional resultan fundamentales (Doherty et al., 2015).

Entre las FE se pueden distinguir la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la inhibición (Diamond & Ling, 2016). La memoria de trabajo es el proceso responsable de almacenar la información por un corto período de tiempo, monitorearla y manipularla de manera simultánea, agregando o eliminando información según la tarea o la actividad que tengamos que realizar o resolver en ese momento (Canet-Juric & Burín, 2016; Gustavson et al., 2020). La duración de la información en dicha memoria y la capacidad de la misma, son limitadas. Si bien, no hay un acuerdo absoluto entre los distintos autores, se sabe que la información dura aproximadamente entre 10 a 15 segundos si no es utilizada, y que su capacidad es de 7+ – 2 ítems, pero que puede ser entrenada para mejorar su rendimiento (Constantinidis & Klingberg, 2016; Titz & Karbach, 2014).

En este estudio, la memoria de trabajo se evaluó utilizando la app laberinto, mientras las personas realizaban la actividad principal (el recorrido hasta alcanzar la salida en el menor tiempo posible) debían ir recogiendo distintos objetos y recordar el orden en que aparecían, para poder dar cuenta de ellos al finalizar la tarea. Hay numerosas tareas de nuestra vida cotidiana en donde es imprescindible un buen funcionamiento de esta memoria y de allí la importancia de que sea evaluada, para realizar una estimulación o rehabilitación en caso de que sea necesario. Por ejemplo, nos permite realizar cuentas en un supermercado mientras se recuerdan los productos que se deben comprar, todo mentalmente; también memorizar la dirección de un médico nuevo al que tenemos que ir mientras le prestamos atención a las indicaciones que nos dieron para llegar a ese lugar (“Bájese del colectivo en la parada de la estación del tren, siga por esa avenida, pase la escuela y cuando llegue a la esquina doble y ahí llega...”), entre otras.

El segundo proceso, la flexibilidad cognitiva, es la función ejecutiva que nos permite analizar un problema desde diferentes puntos de vista y cambiar rápidamente entre diferentes pensamientos, conductas y emociones cuando la situación lo demanda (Diamond & Ling, 2020). Por ejemplo, en las interacciones sociales nos permite poder identificar y comprender la postura de otra persona y a su vez, efectuar cambios en nuestras propias perspectivas o pensamientos si fue-

Método

Participantes

En este trabajo, se utilizaron como criterio de inclusión los siguientes: que los sujetos estuvieran alfabetizados, y que tuvieran entre 20 y 30 años de edad. Se excluyeron aquellos sujetos que presentaron respuestas más allá de dos desviaciones estándar de la media en el tiempo total de realización de la app laberinto. De esta manera, se buscó controlar la inclusión de posibles dificultades cognitivas que afectarían los índices de la tarea.

El método de selección de la muestra fue no probabilístico por conveniencia, quedando conformada por un total de 34 sujetos, de los cuales se excluyó sólo uno. De los 33 sujetos restantes, el 48.5% (n = 16) fueron del género femenino. La edad media fue de 26 años (DS = 3.11). El 78.8% tenían estudios terciarios/universitarios incompletos mientras que el 21.8% habían finalizado sus estudios secundarios (equivalente a 12 años de educación formal).

Instrumentos

Se desarrolló una herramienta de software llamada “App Laberinto” que permite realizar el entrenamiento y estimulación cognitiva de adultos y registrar los resultados del desempeño. Está diseñada como una plataforma independiente que pueda usarse en equipos personales con diferentes sistemas operativos. Se basa en el lenguaje Unity y en un entorno de programación C, que es especial para el desarrollo de videojuegos y simulaciones, y fue particularmente pensada como simple e intuitiva para ser utilizada por una amplia gama de personas. Posee varios componentes como Menú Principal, Generador del Laberinto, Kit de Tareas para implementar un juego compuesto por niveles donde se recorren laberintos en una perspectiva en primera persona.

Al ser una herramienta informatizada posibilita un esquema de evaluación y entrenamiento uniforme donde se pueden emular las mismas condiciones para todos los participantes y registrar su progreso individual. Esta App fue diseñada para medir velocidad de procesamiento, atención y memoria de trabajo a partir de los diferentes datos obtenidos en la App (ver índices en el procedimiento).

La tarea que debe realizar el/la usuario/a, consiste en líneas generales, en el desplazamiento dentro de un laberinto, utilizando cuatro teclas de la computadora o con el mouse. En primer lugar, se les muestra una imagen vista de arriba de todo el recorrido que deben realizar la que pueden ver unos minutos. Al comenzar la tarea, los sujetos parten de un cuadrado verde y deben llegar a uno rojo para terminar el recorrido. La consigna inicial es la siguiente: “Este es un recorrido que usted tiene que realizar, debe partir desde el punto verde de salida, al rojo de llegada y hacerlo lo más rápido que pueda. Antes de finalizar, deberá recoger en el camino, unas tarjetas con objetos que van a ir apareciendo. Por favor, recuerde el orden objetos porque al finalizar se le preguntará el orden en que aparecieron. Para moverse hacia delante puede presionar la tecla W y hacia atrás la tecla S y para ir a su derecha la tecla D y a su izquierda la tecla A. También puede hacerlo con el mouse”.

En cada escenario deben recolectar una cierta cantidad de objetos (que aparece como un dibujo en una tarjeta) (ver fig.1) antes de poder avanzar al nivel siguiente. Cuando llegan a la salida del laberinto aparece una pantalla en donde se les presenta la lista de objetos que

ra necesario. Por último, la inhibición puede definirse como el control de las tendencias prepotentes ligadas a los estímulos ambientales (de acceso o de restricción), al pensamiento (de borrado o cognitiva) y al comportamiento (conductual), que interfieren con el logro de tareas y objetivos actuales (Diamond & Ling, 2016). Por ejemplo, para poder recordar la lista del supermercado la inhibición interviene borrando o eliminando momentáneamente de nuestra memoria aquellos pensamientos irrelevantes que se nos vienen a la mente y que interfieren con el logro de nuestro objetivo (Introzzi et al., 2016). App laberinto está diseñada para evaluar las funciones ejecutivas. En esta primera oportunidad, se obtuvo solamente una medida de memoria de trabajo. En otros niveles, de mayor complejidad de la tarea, se incorporarán tareas que permitan evaluar inhibición y flexibilidad cognitiva.

Además de las funciones o procesos mencionados, para poder tener un correcto funcionamiento en la vida cotidiana, la velocidad de procesamiento (VP) es fundamental. La VP puede definirse como el tiempo de reacción o de respuesta para exteriorizar una conducta, lo que implica tanto un procesamiento a nivel perceptual, como así también, psicomotriz (Lepe-Martínez et al., 2020). Este proceso es reconocido, junto a la memoria de trabajo, como uno de los mejores factores para explicar las diferencias individuales en procesos como el razonamiento, el pensamiento, y el aprendizaje en general (Dodonova & Dodonov, 2012). También la evidencia en distintos trabajos ha mostrado, que la velocidad de procesamiento tiene una relación o que cumple un papel de modulador, en el desarrollo intelectual (Demetriou et al., 2014). A menor tiempo empleado, mejor es el desempeño en la velocidad de procesamiento.

En la “App laberinto”, la velocidad de procesamiento es medida a través de dos índices, por un lado, el tiempo total que le lleva a la persona finalizar el recorrido del laberinto y por otro lado, el tiempo promedio que tardan en encontrar los 4 objetos que deben recoger en el recorrido.

En varios estudios, se ha planteado que la velocidad de procesamiento sufre cambios con el avance de la edad. Un enlentecimiento en la velocidad de procesamiento podría afectar de forma significativa, en mayor o menor grado, a los restantes procesos cognitivos como consecuencia de una codificación menos efectiva de los estímulos. Décadas de investigación sobre envejecimiento cognitivo han establecido que el desempeño en estas funciones declina con la edad, especialmente en lo que concierne a la velocidad de procesamiento, la memoria episódica y las funciones ejecutivas (Webb et al., 2019).

A medida que las sociedades se vuelven cada vez más complejas y aceleradas, las FE y las FC complejas, permiten a los seres humanos mantenerse al día con las exigencias cambiantes del ambiente y realizar un procesamiento adecuado de la información, contribuir a conversaciones significativas, razonar, resolver problemas, leer críticamente y percibir e incorporar con respecto a un tema, la perspectiva de otra persona. Esto es especialmente importante en un mundo cada vez más virtual y sin fronteras, donde personas de diferentes orígenes, culturas, ideologías políticas, idiomas y creencias interactúan entre sí a diario a través de Internet (Diamond & Ling, 2020).

Los entrenamientos cognitivos, utilizando RV, han mostrado una gran efectividad y una mejora en los desempeños en tareas que involucren a las FE (y otras funciones cognitivas relacionadas) post entrenamiento (Liao et al., 2019).

Por ello, el objetivo principal de este trabajo fue diseñar y poner a prueba un instrumento que evalúa diferentes procesos cognitivos mediante realidad virtual en adultos jóvenes, con la idea de implementarlo y utilizarlo a futuro, tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación cognitiva, en personas de diferentes edades.

Puesta a Prueba de una Herramienta Ecológica Para Evaluar el Funcionamiento Ejecutivo

La app laberinto

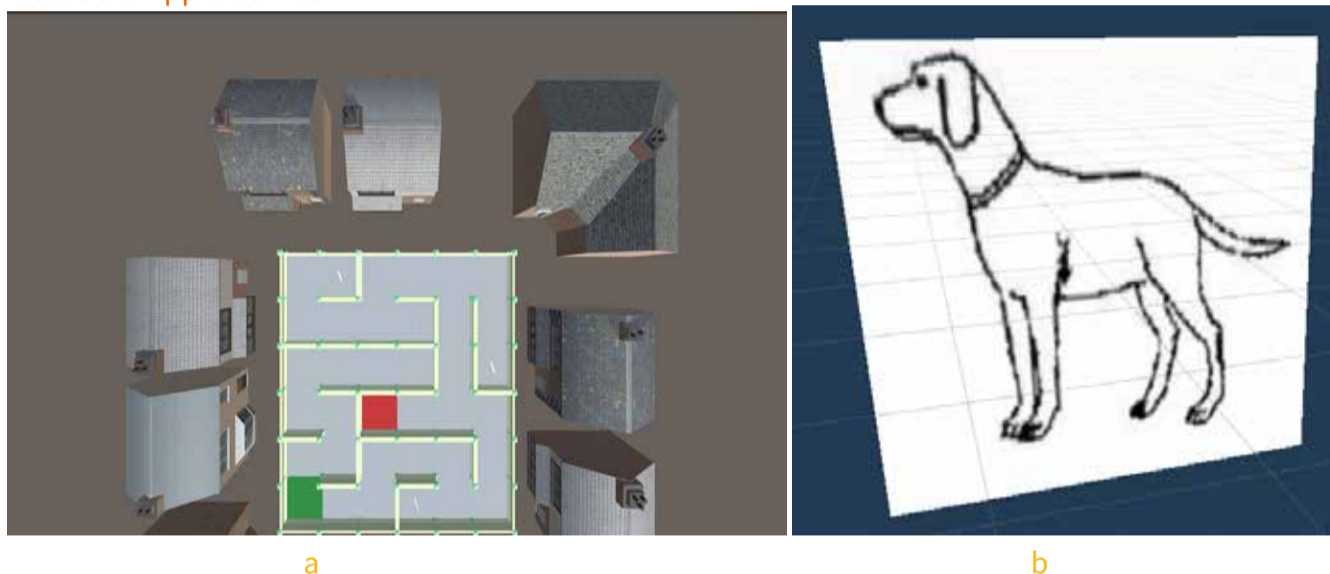
recolectaron y deben marcar el orden de aparición. La consigna en esta pantalla es “Por favor, ahora, coloque los elementos de las tarjetas recolectadas siguiendo el orden de su aparición”

Actualmente la aplicación posee 4 laberintos (niveles) los cuales escalan en complejidad de forma incremental, puesto que: aumenta la cantidad de elementos a recolectar y también la dificultad del recorrido del laberinto, y se incorporan otras tareas que permiten medir otros procesos como la flexibilidad cognitiva y la inhibición. Estos niveles fueron intencionalmente diseñados así para permitir realizar las evaluaciones en forma de aumentar progresivamente la dificultad y así

poder llevar un mejor registro de las respuestas de las personas evaluadas o entrenadas, a medida que progresa la complejidad. En este reporte se analizan las respuestas del primer nivel en donde el recorrido es corto y se deben recoger 4 objetos (banana, silla, perro y sobre).

La Figura 1, muestra una vista superior del laberinto generado al momento de ingresar a la app. Con esta vista, las personas pueden reconocer el punto de partida (verde) y el punto que deberán alcanzar para la salida del laberinto (rojo), y los 4 objetos que tienen que recolectar, que en esta muestra permanecen animados para que sean rápidamente identificables.

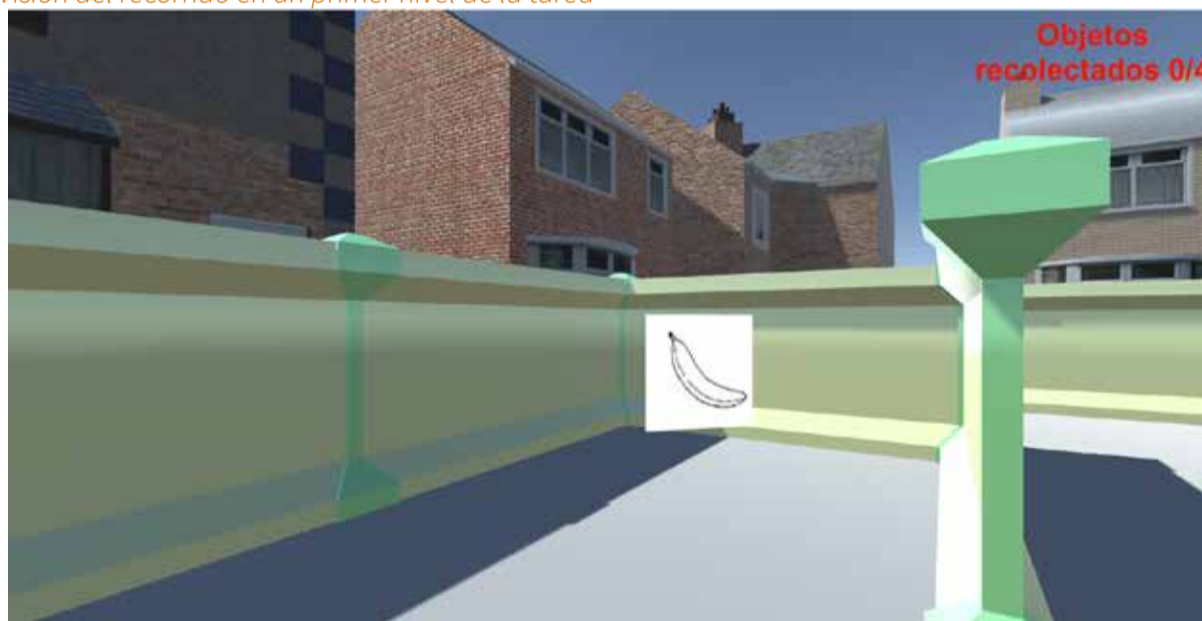
Figura 1
Vistas de la App laberinto



Nota: (a) Vista superior del laberinto, donde pueden observarse los objetos; (b) Ejemplo de imagen del objeto a recoger

La Figura 2 muestra una vista típica de la tarea de recorrido cuando nos encontramos recolectando el objeto ‘banana’.

Figura 2.
Visión del recorrido en un primer nivel de la tarea



Procedimiento

La participación fue voluntaria, y todos los/as participantes dieron su consentimiento previo a incorporarse al estudio. Se les informó que la investigación consistía en la realización de una tarea experimental similar a un juego de computadora, y los objetivos principales de dicha investigación, además de explicarles la tarea que debían realizar. Quienes decidieron participar realizaron solo el primer nivel de la tarea (App laberinto), en una notebook 14” y en un espacio libre de distracciones. En esta oportunidad, las personas se colocaron a una distancia aproximada de 50-60 cm de la computadora u ordenador, y se utilizó también un teclado externo para facilitar la realización de la tarea, a pesar de que no se controló esta variable.

Para medir las funciones cognitivas y ejecutivas que se evalúan con esta App, se operacionalizaron las variables en diferentes índices que fueron calculados de la siguiente manera:

- ➔ **Índice de velocidad de procesamiento (índice de velocidad medido en tiempo de respuesta):** tiempo promedio que se tardó en encontrar los objetos en el laberinto. También se consideró el tiempo que tardó la persona en realizar todo el recorrido del laberinto.
- ➔ **Índice de memoria de trabajo:** compuesto por la precisión en el reconocimiento de los ítems de la tarea en el orden que fueron presentados (la precisión se mide en porcentaje).

- **Índice de atención (medida por la capacidad atencional):** Se obtiene a partir de las diferencias, en cuanto al tiempo que hay, entre que recogió el cuarto y el primero de los objetos que aparecieron.
- Además se confeccionaron dos índices complementarios:
- **Índice de desempeño global en la tarea:** resulta del producto de la cantidad de movimientos realizados en el tiempo total del recorrido, dividido por 1000. A mayor puntaje en este índice, peor es el desempeño del sujeto.
- **Índices de validez ecológica (está conformado por varios índices):** (a) índice de adaptación a la prueba: es la diferencia entre el tiempo empleado en encontrar el segundo objeto, con respecto al primero; y (b) cantidad de movimientos: es la cantidad total de movimientos realizados desde que comienza hasta que finaliza el recorrido y por último, (c) los cambios de dirección realizados por el sujeto durante todo el recorrido, éstos dos últimos se contabilizan a partir del registro que computa la salida de datos del programa. Se consideran estos índices como indicadores ecológicos debido a su relación directa con el manejo del participante sobre el espacio, teniendo en cuenta las tres posibilidades en su desplazamiento: tiempo, movimientos y cambios en la dirección. Se espera que menores niveles en estos índices se traduzcan directamente en una mejor orientación en el espacio real. Como así también, un menor tiempo en la adaptación a la prueba y una menor cantidad de movimientos totales y de cambios de dirección, indicarían un mejor desempeño en el manejo del espacio-tiempo en la vida cotidiana.

Análisis estadístico

El diseño implementado fue descriptivo-correlacional y transversal (Hernández-Sampieri & Torres, 2018). La información se recogió en un solo momento y se invitó a los sujetos a formar parte del estudio según disponibilidad. Se obtuvieron estadísticos descriptivos para cada uno de los índices propuestos (ver procedimiento). Además, se calculó la asociación existente entre estos y los datos sociodemográficos de los usuarios.

Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS versión 25. Se realizaron análisis descriptivos (media, desviación estándar y porcentajes) de los principales índices de la tarea. Luego se realizaron pruebas de asociación entre los índices y el género (U de Mann-Whitney), años de educación formal y la edad (rho de Spearman).

Consideraciones éticas asociadas al desarrollo del estudio

Las y los participantes que conformaron esta muestra fueron en gran parte estudiantes universitarios, pertenecientes a la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Su participación fue voluntaria y se les aclaró en el consentimiento que su participación o no en el estudio, no tendría ningún tipo de consecuencias ni beneficios en la cursada de las asignaturas de su carrera. Asimismo, se les aclaró que todos los datos serían confidenciales y que los resultados solo serían utilizados

con fines de investigación, siguiendo lo propuesto en la Ley Nacional Argentina de protección de los datos personales N° 25.326 y la “Guía de Conducta Ética en Ciencias Sociales y Humanas” desarrollada por el Comité de Ética del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina), que se basa en los principios éticos y Código de Conducta para psicólogos de la American Psychological Association (2017).

Resultados

La tarea se diseñó teniendo en cuenta principalmente que fuera una herramienta con validez ecológica, por esta razón se eligió un laberinto por el que una persona se desplaza recolectando objetos, buscando que se asemeje a un recorrido habitual que ellas realizan cotidianamente por un barrio de su ciudad, en busca de las compras en diferentes comercios, para preparar la comida. Los índices que se utilizaron para evaluar el desempeño de los participantes se confeccionaron teniendo en cuenta las siguientes funciones cognitivas: velocidad de procesamiento, atención (a través de la capacidad atencional), y memoria de trabajo (todos los índices se encuentran descritos en el apartado de procedimiento de la metodología). Se muestran a continuación cómo se obtuvieron los resultados para el logro de los objetivos planteados.

En primera instancia, se obtuvieron estadísticos descriptivos para los índices propuestos (tabla 1).

Tabla 1.
Estadísticos descriptivos de los índices de la tarea

	N	M	DT
Índice de Atención	33	-6.8	22
Índice de adaptación a la prueba	33	18.4	23.3
Tiempo total de la prueba	33	106.98	47.78
Cantidad de movimientos	33	2136.73	964.31
Cambios de dirección	33	106.42	47.7
Índice de desempeño en la tarea	33	27.31	25.3
Índice de memoria de trabajo	33	78.03%	34.094%
Índice de velocidad de procesamiento	33	65.2	31.7

Nota: los valores de los índices de atención, adaptación a la prueba, tiempo total y velocidad de procesamiento, están expresados en milisegundos; el índice de memoria de trabajo está expresado en porcentaje

A continuación, se realizaron análisis de asociación para evaluar el comportamiento de los ítems. Se buscó analizar la asociación entre los datos demográficos de la muestra (se consideraron el género, el nivel educativo y la edad) con los principales índices propuestos para la tarea. Para la variable género, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney; para el nivel educativo y la edad, rho de Spearman (ver tabla 2). Los análisis de asociación de la variable género mostraron un nivel de significación ($p < 0,05$), con todos índices de la tarea menos con el de velocidad de procesamiento y el de atención. En todos los casos, el rendimiento fue mejor, a favor de los hombres. El nivel educativo mostró una relación negativa con varios de los índices de la tarea (tabla 2). Es decir, que a medida que aumentan los años de escolaridad, disminuyen los tiempos en la realización de la prueba, el tiempo empleado para recolectar objetos, la cantidad de movimientos requeridos para finalizar la tarea así como los cambios de dirección necesarios para ello.

Medidas de asociación para los principales índices de la app laberinto, edad, género y nivel educativo

	Edad (Rho)	Género (U)	Nivel educativo (Rho)
Tiempo total de la prueba	0.18	63**	-0.4**
Índice de Memoria de Trabajo	1.85	71.5**	0.25
Índice de atención	0.77	99	0.19
Índice de velocidad de procesamiento	0.18	65	-0.42**
Índice de adaptación a la prueba	0.16	69**	-0.49**
Cantidad de movimientos	0.17	61**	-0.4**
Cambios de dirección	0.18	62.5**	-0.4**
Índice de desempeño en la tarea	0.17	63**	-0.4**

** p < 0.05

Nota: Elaboración propia

Discusión y conclusiones

El principal objetivo de este trabajo fue diseñar y poner a prueba un instrumento que evalúe diferentes procesos cognitivos mediante realidad virtual en adultos jóvenes, con la idea de implementarlo y utilizarlo a futuro, tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación cognitiva, en personas de diferentes edades. Con tal propósito, se diseñó la App laberinto. En este artículo, se analizaron solo los resultados obtenidos en el primer nivel, mostrando un diseño basado en RV, que corre adecuadamente y permite la extracción de una serie de datos que configuran los índices que se utilizan posteriormente para el análisis e interpretación de los resultados.

En la primera puesta a prueba de la App Laberinto, se obtuvieron índices basados en porcentajes, tiempos de desempeño en milisegundos, cantidad de movimientos y cambios de dirección. Estas medidas cuantitativas son más sensibles y de mayor poder estadístico que algunos índices clásicos obtenidos en mediciones de lápiz y papel. En cuanto a los resultados, pudo observarse en la medición del índice de atención una media negativa, que explica que el tiempo requerido para encontrar los primeros objetos es mayor al empleado para encontrar los subsiguientes. En cuanto a la memoria de trabajo, más de la mitad de los participantes no tuvieron dificultades para encontrar los objetos y organizarlos según el orden en que los encontraron. Esto es esperable debido a que en esta oportunidad se trabajó con cuatro objetos, un número menor al span promedio de la memoria de trabajo (Constantinidis & Klingberg, 2016; Titz & Karbach, 2014).

Como ya se mencionó la atención, es una de las funciones cognitivas más importantes para un correcto desempeño en nuestra vida cotidiana. Además de ser un proceso complejo, la atención se vincula y controla casi todas las demás funciones cognitivas como la percepción, la memoria y las funciones ejecutivas (Ríos-Lagos et al, 2007), y dado que la capacidad atencional es variable y limitada a lo largo de la vida, es fundamental estudiarla en cada persona.

Se puede destacar que éstos índices matemáticos, que permite obtener la “App laberinto” para el estudio de las funciones, son ampliamente utilizados en la investigación en el campo de las FC y de las FE (Comesaña et al., 2019; Introzzi et al., 2020; Zamora et al., 2020). Además, como ya se mencionó, las tecnologías basadas en RV tienen entre sus ventajas brindar al usuario la posibilidad de interactuar con un entorno 3D (Lee et al., 2019; Mc Fadyen et al., 2017; Zygouris et al., 2015), más semejante a los ambientes y escenarios de la vida cotidiana, y hacer que lo aprendido en ellos pueda ser fácilmente transferible y generalizable a la realidad de cada persona.

En cuanto a las variables sociodemográficas, el análisis preliminar de la prueba mostró que no se vio afectada por la edad de los participantes, pero esta muestra era bastante homogénea en ese aspecto. Sin embargo, se observaron diferencias en el rendimiento obtenido en cuanto al género y al nivel educativo. Los índices más robustos mostraron ser, en este sentido, el de memoria de trabajo y el atencional, que se vieron afectados en menor medida por estas variables. Estos resultados podrían interpretarse en el sentido de los trabajos ya mencionados, que sostienen que el nivel educativo es uno de los factores de protección contra el deterioro de las funciones cognitivas (Gu et al., 2022), y que también podría ser un predictor en la vejez de una mejor salud, y disminuir el riesgo de padecer demencia a mayor nivel formal alcanzado (Lövdén et al., 2020).

En cuanto al género, podrían aportar evidencia para el debate planteado en este terreno en cuanto a si hay o no diferencias cognitivas entre hombres y mujeres (Weber et al., 2014; Lövdén et al., 2020). Como sostienen algunos autores, existen diferencias cognitivas entre géneros. En este trabajo se evidenció que las hombre tiene un mejor rendimiento en cuanto a su atención, memoria de trabajo, y organización viso espacial que las mujeres, lo cual podría interpretarse en el sentido de que suelen estar más familiarizados y dedicar más tiempo al uso de la tecnología con un objetivo y en un entorno lúdico, como se plantea en esta tarea lo que hace que por ejemplo tarden menos en adaptarse a la tarea, y respondan en menor tiempo cuando tienen que encontrar un objeto en el laberinto.

Se puede mencionar que existieron ciertas limitaciones en la realización de este trabajo, por lo que se seguirá trabajando en esta línea a futuro para poder superarlas. En primer lugar, la muestra presentaba dos sesgos importantes: la edad de los participantes y su nivel educativo. Queda por delante extender la muestra para probar si los hallazgos se sostienen en otros grupos poblacionales. En segundo término, en esta primera aproximación se calcularon los índices para el desempeño en funciones cognitivas, pero las mismas no fueron contrastadas con pruebas que hayan probado ser válidas y confiables en la evaluación de estas funciones. En futuros estudios de la prueba se prevé comparar los principales índices con tareas neuropsicológicas de uso extendido.

Por último, y como ya se mencionó en la introducción, existen obstáculos en el uso de las tecnologías en relación al diseño y efectividad de las intervenciones computarizadas (Lee et al., 2019). En este sentido, podemos decir que la App Laberinto constituye un primer paso para superar estas barreras. En esta oportunidad, todos los sujetos que participaron del estudio pudieron completar el primer nivel sin mayores dificultades valiéndose de las consignas que aparecían en la pantalla, sin ningún otro tipo de orientación. Esperamos asimismo que en futuros estudios esta App pueda ser utilizada en una población más amplia y en diseños longitudinales, para poder observar la eficacia y tener un seguimiento de los efectos de la intervención.

Concluyendo, la App Laberinto mostró ser una herramienta plausible de ser utilizada en evaluación y posteriormente para el entrena-

miento cognitivo sencillo del funcionamiento cognitivo, constatado en esta investigación. Es esperable que su aplicación no varíe en personas de diferentes edades. Tanto la claridad en las consignas, su entorno intuitivo y la simpleza de su diseño, mostraron tener una buena aceptación por los usuarios. Esto se vio reflejado en la performance en las tareas, donde todos los participantes terminaron el primer nivel de la tarea sin mayores dificultades, respondiendo al objetivo de este trabajo. No obstante, la App Laberinto está pensada con un criterio de dificultad incremental, por lo que niveles subsiguientes complejizan la tarea. En cuanto a los índices, ofrecen una medida prometedora que contrastada con otros índices y pruebas, según la literatura especializada en la materia, pueden colaborar a una medición más precisa y objetiva de las funciones cognitivas.

Referencias

- Ahrenfeldt, L. J., Scheel-Hincke, L. L., Kjærgaard, S., Möller, S., Christensen, K., & Lindahl-Jacobsen, R. (2019). Gender differences in cognitive function and grip strength: a cross-national comparison of four European regions. *European Journal of Public Health*, 29(4), 667-674. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky266>
- American Psychological Association. (2017). Ethical principles of psychologists and code of conduct. Washington D.C: American Psychological Association. Obtenido de <http://www.apa.org/ethics/code/ethics-code-2017.pdf>
- Antzaka, A., Lallier, M., Meyer, S., Diard, J., Carreiras, M., & Valdois, S. (2017). Enhancing reading performance through action video games: the role of visual attention span. *Scientific Reports*, 7(1), 14563. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15119-9>
- Aschiero, M. B., Gonzalez Aguilar, M. J., & Grasso, L. (2019). Influencia de variables sociodemográficas en el rendimiento de la Frontal Assessment Battery en adultos mayores Argentinos. *Revista Iberoamericana De Psicología*, 12(2), 115-124. <https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.12211>
- Ballesteros-Jiménez, S. (2014). Habilidades cognitivas básicas: formación y deterioro. Editorial UNED. ISBN electrónico: 978-84-362-6865-2.
- Burgess, P. W., Alderman, N., Forbes, C., Costello, A., Laure, M. C., Dawson, D. R., Anderson, N. D., Gilbert, S. J., Dumontheil, I., & Channon, S. (2006). The case for the development and use of “ecologically valid” measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Journal of the international neuropsychological society*, 12(2), 194-209. <https://doi.org/10.1017/S1355617706060310>
- Canet Juric, L. & Burín, D. (2016). Capítulo II. La Memoria de Trabajo: escritorio, pizarra, energía mental. En Introzzi, I. & Canet Juric, L. (comp.). *¿Quién dirige la batuta? Funciones Ejecutivas: herramientas para la regulación de la mente, la emoción y la acción* (pp.14-39). Mar del Plata: EUDEM. 978-987-1921-57-7.
- Chicchi Giglioli, I. A., Pérez Gálvez, B., Gil Granados, A., & Alcañiz Raya, M. (2021). The Virtual Cooking Task: A Preliminary Comparison Between Neuropsychological and Ecological Virtual Reality Tests to Assess Executive Functions Alterations in Patients Affected by Alcohol Use Disorder. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 24(10), 673-682. <https://doi.org/10.1089/cyber.2020.0560>
- Comesaña, A., Richard's, M. M., & Vido, V. (2019). Comparative analysis of the perceptual inhibition between children and older adults. *Psychology & Neuroscience*, 12(1), 65-77. <https://doi.org/10.1037/pne0000167>
- Constantinidis, C., & Klingberg, T. (2016). The neuroscience of working memory capacity and training. *Nature Reviews Neuroscience*, advance online publication. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.43>
- Demetriou, A., Spanoudis, G., & Shayer, M. (2014). Inference, Reconceptualization, Insight, and Efficiency Along Intellectual Growth: A General Theory. *Enfance*, 3(3), 365-396. <https://doi.org/10.4074/S0013754514003097>
- Díaz-Pérez E y Flórez-Lozano, J.A. (2018). Realidad virtual y demencia. *Rev Neurol*;66 (10):344-352. <https://doi.org/10.33588/rn.6610.2017438>.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. & Ling, D. S (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2020). Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. In J. M. Novick, M. F. Bunting, M. R. Dougherty, & R. W. Engle (Eds.), *Cognitive and working memory training: Perspectives from psychology, neuroscience, and human development* (pp. 143-431). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199974467.003.0008>
- Dirección Nacional de Protección de datos personales. (2001). Ley N° 25.326. Protección de datos personales. Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos humanos. <https://www.argentina.gob.ar/justicia/derechofacil/leysimple/datos-personales>
- Dodonova, Y.A., & Dodonov, Y.S. (2012). Processing speed and intelligence as predictors of school achievement: Mediation or unique contribution?. *Intelligence*, 40, 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2012.01.003>
- Doherty, T. A., Barker, L. A., Denniss, R., Jalil, A., & Beer, M. D. (2015). The cooking task: making a meal of executive functions. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 9, 22. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00022>
- Estévez-González, A., García-Sánchez, C., & Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. *Revista de Neurología*, 25(148), 1989-1997. <https://doi.org/10.33588/rn.25148.97483>
- Gu, H., Yao, X., Diao, C., Liu, M., Kong, W., Liu, H., ... & Meng, Z. (2022). Global cognitive function is associated with sex, educational level, occupation type, and speech recognition rate in older Chinese adults: a single-center, prospective, cross-sectional study. *BMC geriatrics*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03603-5>
- Gustavson, D., Lurquin, J., Michaelson, L.E., Barker, J. E., Carruth, N. P., von Bastian, C. C., & Miyake, A. (2020). Lower general executive function is primarily associated with trait worry: A latent variable analysis of negative thought/affect measures. *Emotion*. <https://doi.org/10.1037/emo0000584>
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386). México ED. F DF: McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 978-1-4562-6096-5
- Introzzi, I. M., Canet Juric, L., Aydmune, Y., & Stelzer, F. (2016). Perspectivas Teóricas y Evidencia Empírica sobre la Inhibición. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2), 351-368. <https://doi.org/10.15446/rcp.v25n2.52011>
- Introzzi, I., Zamora, E., Aydmune, Y., Richard's, M., Comesaña, A., & Canet-Juric, L. (2020). The Change Processes in Selective Attention during Adulthood. Inhibition or Processing Speed? *The Spanish Journal of Psychology*, 23, E37. <https://doi.org/10.1017/SJP.2020.41>
- Júlio F, Ribeiro MJ, Patrício M, Malhão A, Pedrosa F, Gonçalves H, Simões M, van Asselen M, Simões MR, Castelo-Branco M y Januário C (2019) A novel ecological approach reveals early executive impairments in Huntington's disease. *Frontiers in Psychology*, 10, art 585, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00585>.
- Lee, L. N., Kim, M. J., & Hwang, W. J. (2019). Potential of augmented reality and virtual reality technologies to promote wellbeing in older adults. *Applied sciences*, 9(17), 3556. <https://doi.org/10.3390/app9173556>
- Lepe-Martínez, N., Cancino-Durán, F., Tapia-Valdés, F., Zambrano-Flores, P., Muñoz-Veloso, P., Martínez, G. S., & Ramos-Galarza, C. (2020). Desempeño en funciones ejecutivas de adultos mayores: relación con su autonomía y calidad de vida. *Revista Ecuatoriana*

La app laberinto

- de Neurología, 29(1), 92-103. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-25812020000100092&script=sci_arttext
- Liao Y-Y, Chen I-H, Lin Y-J, Chen Y and Hsu W-C (2019) Effects of Virtual Reality-Based Physical and Cognitive Training on Executive Function and Dual-Task Gait Performance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial. *Front. Aging Neurosci.* 11:162. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00162> .
- Lövdén, M., Fratiglioni, L., Glymour, M. M., Lindenberger, U., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Education and cognitive functioning across the life span. *Psychological Science in the Public Interest*, 21(1), 6-41. <https://doi.org/10.1177/1529100620920576>
- Mancera, L., Baldiris, S., Fabregat, R., Gomez, S., & Mejia, C. (2017, July). aTenDerAH: a videogame to support e-Learning students with ADHD. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2017 IEEE 17th International Conference on* (pp. 438-440). IEEE. https://www.academia.edu/37021195/aTenDerAH_a_videogame_to_support_e_Learning_students_with_ADHD
- McClelland, M. M., Acock, A. C., Piccinin, A., Rhea, S. A., & Stallings, M. C. (2013). Relations between preschool attention span-persistence and age 25 educational outcomes. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(2), 314-324. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.07.008>
- McFadyen, B. J., Gagné, M. È., Cossette, I., & Ouellet, M. C. (2017). Using dual task walking as an aid to assess executive dysfunction ecologically in neurological populations: a narrative review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(5), 722-743. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1100125>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Ríos-Lago, M., Muñoz J.M, & Pául, N. (2007). Alteraciones de la atención tras daño cerebral traumático: evaluación y rehabilitación. *Rev Neurol*, 44 (5), 291-97. <https://doi.org/10.33588/rn.4405.2006208>
- Rodríguez, M. F., Ramirez Butavand, D., Cifuentes, M. V., Bekinschtein, P., Ballarini, F., & García Bauza, C. (2021). A virtual reality platform for memory evaluation: Assessing effects of spatial strategies. *Behavior Research Methods*, 1-13. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01758-4>
- Romero Ayuso, D. M. (2007). ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 23(2), 264-271. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/analesps/article/view/22291>
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, 78(6), 852-868. <http://doi.org/10.1007/s00426-013-0537-1>
- Webb, C.E, Rodrigue, K.M, Hoagey, D.A, Foster, C.M & Kennedy, K.M. (2019) Contributions of White Matter Connectivity and BOLD Modulation to Cognitive Aging: A Lifespan Structure-Function Association Study. *Cerebral Cortex* (New York, N.Y. : 1991). PMID 31599929 <https://doi.org/10.1093/Cercor/Bhz193>
- Weber, D., Skirbekk, V., Freund, I., & Herlitz, A. (2014). The changing face of cognitive gender differences in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(32), 11673-11678. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319538111>
- Zamora, E. V., Richard's, M. M., Canet-Juric, L., Aydmune, Y., & Introzzi, I. (2020). Perceptual, cognitive and response inhibition in emotional contexts in children. *Psychology & Neuroscience*, 13(3), 257-272. <https://doi.org/10.1037/pne0000202>
- Zygouris, S., Giakoumis, D., Votis, K., Doumpoulakis, S., Ntovas, K., Segkouli, S., Karagiannidis, C., Tzouvaras, D., & Tsolaki, M. (2015). Can a virtual reality cognitive training application fulfill a dual role? Using the virtual supermarket cognitive training application as a screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 44(4), 1333-1347. <https://doi.org/10.3233/JAD-141260>