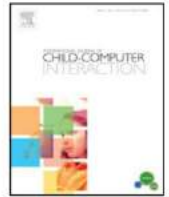


Listas de contenidos disponibles en [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Revista internacional de interacción niño-computadora

página de inicio de la revista: www.elsevier.com/locate/ijcci

Viabilidad de TOWI como videojuego de entrenamiento cognitivo para niños

Marcos F. Rosetti ^{a, b, y}, Maria F. Gómez-Tello ^c, César Maya ^a, Rogelio Apiquién ^d^a Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, Mexico^b Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz, Mexico City, Mexico ^c Areté Proyectos y Administración, Mexico City, Mexico^d Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Anáhuac Campus Norte, Mexico City, Mexico

información del artículo

Historial del artículo:

Recibido el 8 de marzo de 2019

Recibido en forma revisada el 20 de abril de 2020

Aceptado el 4 de mayo de 2020

Disponible en línea el 15 de mayo de 2020

Palabras clave:

Videojuegos

Entrenamiento cognitivo

Niños

uso del juego

Programas de entrenamiento en la escuela y el hogar.

resumen

Jugar videojuegos no solo se ha convertido en un pasatiempo omnipresente, sino que la evidencia sugiere que también puede mejorar ciertas funciones cognitivas. Esta oportunidad ha llevado a los desarrolladores a crear juegos cuyo objetivo es brindar herramientas relacionadas con el entrenamiento cognitivo. Sin embargo, se han observado varios problemas metodológicos con respecto a la interpretación de los efectos encontrados en las herramientas de entrenamiento cognitivo que, entre otras razones, pueden provenir de una comprensión incompleta de cómo los participantes interactúan con el software. En este sentido, un primer paso es estudiar cómo reaccionan los niños y cómo participan en los juegos en diferentes contextos y si se encuentra alguna evidencia de cambio después de jugar los juegos. Aquí evaluamos la viabilidad de utilizar TOWI, un conjunto de videojuegos unidos por una narrativa común, como herramienta de entrenamiento cognitivo. Los niños jugaron TOWI durante varias semanas en la escuela o en su casa. Se comparó el rendimiento cognitivo antes y después de jugar TOWI utilizando herramientas neuropsicológicas estandarizadas, así como algunos juegos de evaluación cognitiva incluidos como parte de la plataforma TOWI. Encontramos patrones de uso similares en la escuela y el hogar, así como entre niños y niñas. A pesar de la naturaleza exploratoria del estudio actual, encontramos cambios significativos en varias medidas neuropsicológicas. Discutimos los resultados en términos de las fortalezas potenciales que tiene TOWI como herramienta de entrenamiento, así como en relación con los muchos escollos que existen para lograr evidencia de mejora cognitiva, no solo para TOWI, sino para cualquier herramienta desarrollada para el entrenamiento cognitivo.

© 2020 Elsevier BV Todos los derechos reservados.

1. Introducción

La última década ha visto un fuerte aumento en el uso de videojuegos como una de las actividades de pasatiempo más populares, particularmente porque están disponibles en un número cada vez mayor de plataformas [1]. Al igual que con muchas otras actividades que involucran la coordinación sensoriomotora, el dominio de los videojuegos también puede reflejarse en cambios cognitivos y beneficios psicosociales [2]. Dichos hallazgos han abierto ventanas de oportunidad con respecto al potencial del uso de videojuegos como herramientas para rehabilitar o incluso *entrenar* funciones cognitivas.

Los esfuerzos para probar el efecto de los videojuegos en la función cognitiva han evaluado hasta qué punto es posible ralentizar el deterioro cognitivo entre los ancianos (ver [3] para una revisión sobre el tema). Anguera et al. [4] mostró que después de entrenar con un videojuego, los sujetos mayores podían aumentar la capacidad de sus habilidades multitarea para igualar a los jugadores más jóvenes no entrenados, y las ganancias persistieron durante 6 meses. Los usos terapéuticos se extienden a

personas con problemas de neurodesarrollo, tratando de frenar los problemas cognitivos relacionados con los trastornos psiquiátricos, como el trastorno por déficit de atención/hiperactividad [5]. Finalmente, algunos investigadores se han aventurado en evaluar el efecto de los videojuegos en sujetos sanos de todas las edades para establecer su capacidad de *entrenamiento cognitivo* [6,7].

A pesar de tales esfuerzos, el campo aún está en pañales. La investigación que abarca más de dos décadas aborda la insuficiencia de las estrategias actuales que se utilizan para validar metodologías y destaca algunas de las advertencias futuras. Jacoby y Ahissar [8] brindan una descripción bien organizada de los principales desafíos que enfrentan los programas de entrenamiento cognitivo, incluidos los basados en videojuegos. Uno de los mayores problemas es si es posible transferir alguna de las ganancias obtenidas al jugar videojuegos a otros ámbitos cognitivos, también conocido como *transferencia lejana* [9]. En particular, la transferencia lejana se refiere a la capacidad de que cualquier mejora en las habilidades cognitivas se refleje en áreas diferentes a las que se entrenaron específicamente [10,11]; por ejemplo, en el caso de los videojuegos, la evidencia de la transferencia lejana se reflejaría por ganancias en competencia académica o social. Otro aspecto que ha resultado problemático al medir las ganancias cognitivas es la implementación de controles apropiados, ya que las mejoras pueden deberse a la experiencia previa con la prueba previa (por ejemplo, [12,13], para una revisión de

^y Correspondence to: Unidad Psicopatología y Desarrollo, Centro de Investigación en Salud Mental Global, Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz, Calzada Mexico - Xochimilco 101, Col. Huipulco, CP.

14370, Ciudad de México, México.

Dirección de correo electrónico: mrosetti@gmail.com (MF Rosetti).

las implicaciones experimentales ver [14]), y la mayoría de los estudios carecen de controles activos, es decir, un grupo de control expuesto a un procedimiento de entrenamiento alternativo. Incluso cuando se encuentran ganancias, es difícil atribuir que esas ganancias provienen de una tarea específica, ya que es posible que puedan obtenerse de una tarea igualmente desafiante o una tarea que implica una motivación particular para mejorar (por ejemplo, recompensas monetarias) [8]. Finalmente, se ha cuestionado la capacitación con respecto a la compensación: ¿se logran ganancias rentables en relación con la cantidad de tiempo invertido en el procedimiento de capacitación? Estos desafíos representan las dificultades y los costos que enfrentará cualquier herramienta de capacitación cuando intente mostrar un efecto significativo. En este sentido, puede ser necesario establecer primero la factibilidad, es decir, la evidencia de que la herramienta atrae a su audiencia y que las tendencias muestran que, de hecho, puede afectar la función cognitiva, antes de que se lleve a cabo un estudio a largo plazo que involucre un diseño experimental complejo.

En el presente trabajo, nuestro objetivo es evaluar la factibilidad de utilizar los juegos ofrecidos en la plataforma TOWI (PixFrame Studios, Ciudad de México, México) como un procedimiento de entrenamiento cognitivo. La primera parte de la plataforma de juegos contiene una serie de juegos de evaluación neuropsicológica [15]. Aquí, el jugador tiene que elegir un avatar antropomórfico. Esta parte se compone de una serie de juegos que se inspiran en pruebas neuropsicológicas estandarizadas de uso común. El jugador es llevado a través de esta primera secuencia de juegos entrelazados por una narrativa común de que el personaje se va de viaje a la isla TOWI. Los juegos en sí involucran la preparación para el viaje: reservar el boleto, empacar una maleta, conducir hasta el aeropuerto, pilotar el avión y desempacar. Mediante estos juegos se crea un perfil neuropsicológico que informa al experimentador sobre el funcionamiento cognitivo del jugador. Está compuesto por un conjunto de juegos diseñados para entrenar habilidades cognitivas particulares. Dado que la idea detrás del entrenamiento es que el rendimiento mejorará a través de la exposición repetida, estos juegos están diseñados para que jugarlos continuamente mejore una habilidad cognitiva básica.

En este estudio, intentamos abordar cuestiones relacionadas con la viabilidad para explorar la línea de base. La primera pregunta que abordamos es si los niños juegan TOWI activamente en casa de manera similar a los inscritos en un programa de capacitación en la escuela. También exploramos si existe una asociación entre jugar y la mejora en las puntuaciones neuropsicológicas. Finalmente, evaluamos si existe una relación entre el tiempo jugado y la magnitud de la mejora. Abordar estas preguntas permitiría la creación de un protocolo para examinar aspectos más ambiciosos de los videojuegos, como la implementación de diferentes programas de entrenamiento, la inclusión de controles activos, así como el examen de la capacidad de cualquier habilidad para exhibir una transferencia lejana.

2. Material y métodos

2.1. Participantes

Reclutamos a 69 voluntarios de una escuela primaria privada en la Ciudad de México. La edad media de la muestra fue de 9,01 años (DE = 1,6) y el 49% de ellos eran varones. Una fracción de ellos jugaba en casa con una cuenta gratuita sin supervisión, solo con una sugerencia a los padres de que los niños deberían jugar dos veces por semana. Esta submuestra constaba de 9 niños con una edad media de 8,6 años (DE = 1,6) y 9 niñas con una edad media de 7,7 años (DE = 1,3). Los participantes restantes se inscribieron en un programa en el que dedicaban 30 minutos una o dos veces por semana a jugar juegos TOWI bajo la supervisión de un maestro. Esta submuestra constaba de 25 niños con una edad media de 9,2 (DE = 1,7) y 26 niñas con una edad media de 9,2 (DE = 1,5).

2.2. Herramientas de entrenamiento

La plataforma de capacitación TOWI (PixFrame, México) consiste en una serie de juegos que tienen lugar en la isla TOWI y se pueden descargar y jugar en una computadora portátil. Usando un menú, el jugador puede elegir un juego de la lista de los siguientes elementos: Árbol musical, Búsqueda del tesoro, Espectáculo de sombras, Arena mágica, Río tropical y Monos descarados. Una descripción detallada de cada juego se puede encontrar en la [Tabla 1](#), mientras que las imágenes de cada uno de los juegos se pueden ver en la [Fig. 1](#). El modelo conceptual para el entrenamiento cognitivo adoptado por TOWI implica la mejora de la función cognitiva a través de la repetición y la dificultad incremental. En cada uno de estos juegos, el usuario entrena un conjunto de funciones cognitivas necesarias para resolver la tarea. Por ejemplo, en el juego Tropical River, el jugador debe prestar atención a los elementos que fluyen por un río y clasificar si el elemento está relacionado con la playa o el bosque (por ejemplo, una pelota de playa o una bellota).

Los jugadores deben entrenar su atención sostenida para mantenerse enfocados en los elementos que fluyen río abajo, así como sus habilidades de categorización para colocar correctamente el elemento en el lado correcto del río.

A medida que el jugador mejora, los elementos fluyen más rápido.

Con el fin de garantizar que los jugadores utilizaran la plataforma de manera uniforme, se establecieron ciertas reglas con respecto a las sesiones de juego. Primero, los jugadores solo podían acceder a cada juego una vez al día. De manera aleatoria, la plataforma solo permitiría al jugador jugar cuatro de los seis juegos (dos estaban atenuados y bloqueados). Esto se hizo para garantizar que los jugadores experimentarían todos los juegos y no solo eligieran algunos favoritos. Los jugadores podían interrumpir un juego y volver al menú, pero ese juego no calificaba como sesión hasta que se iniciaba y finalizaba con éxito. Finalmente, para motivar a los niños a seguir jugando, los puntos ganados al completar los juegos de entrenamiento podrían usarse en la tienda del juego para personalizar su avatar, agregando ropa o juguetes.

2.3. Herramientas de evaluación

Para evaluar la mejora, realizamos una evaluación cognitiva de los niños de la muestra. Para este propósito, utilizamos el conjunto de juegos dedicado en la plataforma de detección TOWI (desarrollada por PixFrame Studios, 2014, Ciudad de México, México), así como las herramientas neuropsicológicas estandarizadas NEUROPSI Atención y Memoria [16], Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI, por sus siglas en inglés). [17] y la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE [18]). Se eligieron estas pruebas porque proporcionan métricas para evaluar las funciones que supuestamente mejora el modelo conceptual de la plataforma de capacitación TOWI, mientras que es operativamente distinta de TOWI. Por ejemplo, mientras que en *Tropical River* se entrena la atención sostenida en un juego en el que el participante atiende y atrapa elementos que fluyen río abajo, NEUROPSI evalúa la atención sostenida haciendo que el participante detecte un número determinado en una secuencia larga hablada por el evaluador. En la [tabla 2](#) se puede consultar una descripción de las pruebas que utilizamos y qué funciones cognitivas pretenden medir .

2.4. Procedimiento

El primer paso consistió en el cribado neuropsicológico de todos los niños participantes en el estudio. Los niños fueron evaluados utilizando la plataforma de detección TOWI y las otras pruebas estandarizadas descritas en la sección *Herramientas de evaluación* . Las evaluaciones tomaron

lugar en la escuela del niño en un horario entre las 9 am y las 2 pm, fueron realizados siempre por psicólogos entrenados y tomaron alrededor de 2-2.5 h, con 10-15 min de descanso entre las pruebas.

El entrenamiento comenzó el día siguiente a la realización de la evaluación neuropsicológica inicial. Para aquellos participantes que entrenaban en la escuela, el personal organizó una o dos sesiones de entrenamiento por semana,



Fig. 1. Capturas de pantalla de cada uno de los juegos de entrenamiento TOWI.

con un periodo de 30 min especialmente destinado a esta actividad. En casa, los jugadores podían jugar en cualquier momento, aunque los experimentadores sugirieron que los padres hicieran que el niño jugara una o dos sesiones por semana con una duración máxima de 30 minutos cada una. El intervalo de 30 min permitió a los participantes jugar cada juego una vez. Además, otros estudios mostraron efectos para un procedimiento de entrenamiento usando un lapso de entrenamiento similar [19,20].

El software TOWI registró el número y la duración de cada sesión, así como los juegos jugados. El día después de que terminó la capacitación, los participantes fueron reevaluados en la escuela utilizando las mismas herramientas de evaluación que en la primera sesión. Las sesiones de formación en la escuela terminaron alrededor del intervalo acordado de un máximo de 35 semanas, o un año escolar. El número medio de semanas totales fue de 18,88 (SD = 9,31, rango = 3-30). El número final no es homogéneo dado que algunos estudiantes faltaron a la escuela por un día.

En el caso de los niños que jugaban en casa, el entrenamiento se detuvo cuando los niños no iniciaron sesión en TOWI durante tres semanas consecutivas.

El número medio de sesiones totales fue de 18,88 (DE = 4,83, rango = 10-37).

2.5. Consideraciones éticas

Durante un evento escolar se invitó a los padres a permitir que sus hijos participaran en el protocolo. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres y el asentimiento de los niños antes de realizar cualquier procedimiento. Finalmente, los datos de las personas se anonimizaron para proteger la privacidad de los usuarios. Todos los procedimientos de prueba siguieron los preceptos de la Declaración de Helsinki.

2.6. análisis estadístico

Primero, producimos un análisis descriptivo del uso de TOWI al comparar el tiempo dedicado a TOWI (como el número de sesiones por semana, así como la duración promedio de la sesión en minutos), como

Tabla 1
Juegos de entrenamiento TOWI. Una descripción de cada uno de los juegos de entrenamiento TOWI incluidos en la plataforma, así como la capacidad cognitiva para la que fueron diseñados.

Juego	Descripción	Habilidades potenciales que se están entrenando
<i>Árbol Musical</i>	Este juego tiene lugar en la rama de un árbol donde se encuentran varios nidos. Cada pájaro producirá un sonido diferente. Posteriormente, las instrucciones le indicarán al jugador que escuche una secuencia de sonidos. Se le pedirá al jugador que reproduzca la secuencia que se reprodujo seleccionando los pájaros y colocándolos en los nidos.	discriminación auditiva memoria de trabajo Secuenciación
<i>Arena mágica</i>	Este juego tiene lugar en la orilla, donde la arena revela un dibujo que consiste en líneas punteadas para que el jugador dibuje siguiendo los puntos. A medida que avanza el juego, las figuras no estarán completamente delimitadas por líneas de puntos y el jugador deberá completar el dibujo sin ayuda. Otras dificultades involucran figuras superpuestas.	Regulación de motores Atención y síntesis visual
<i>Monos atrevidos</i>	Este juego tiene lugar en el bosque. En la pantalla, el jugador verá tres monos idénticos dispuestos horizontalmente. Uno de ellos sostiene un objeto, que rápidamente esconde detrás de su espalda. Los monos comienzan a intercambiar lugares al azar y repetidamente. Cuando se detienen, el jugador tiene que elegir qué mono sostiene el objeto oculto. La velocidad, la cantidad de monos y los objetos ocultos aumentan a medida que se vuelve más difícil.	Atención sostenida Atención dividida Trazado/seguimiento visual Enfoque Velocidad de procesamiento
<i>rio tropical</i>	Este juego tiene lugar en uno de los ríos de la isla TOWI. A la derecha del río hay un bosque y a la izquierda la playa. El jugador puede ver el río en el centro de la pantalla y los objetos que fluyen río abajo. El jugador necesita clasificar los objetos hacia el bosque o hacia el mar. La decisión dependerá del tipo de objeto y otras restricciones de las que el jugador será informado progresivamente.	Atención sostenida memoria de trabajo Control inhibitorio Cambiando Categorización
<i>Espectáculo de sombras</i>	Este juego tiene lugar en una cueva dentro de un volcán, donde la luz que emana de la lava proyecta sombras en las paredes. Se muestra una sombra al jugador, quien luego es interrogado inmediatamente sobre qué objeto podría haber generado la sombra, teniendo que elegir entre una variedad de objetos.	Atención selectiva gnosis visual
<i>Búsqueda del tesoro</i>	Este juego tiene lugar en una playa. Se le dice al jugador que busque y recolecte una cantidad definida de elementos. El jugador ordenará al avatar que se mueva por la playa para buscar el objeto. En la playa, el jugador puede encontrar objetos de destino, pero también otros elementos de distracción. Después de recolectar los elementos, el jugador regresa al punto de partida. Los elementos se verifican y, si faltan algunos o distraen, el jugador tiene la opción de eliminarlos del inventario y volver a recoger los elementos que faltan.	memoria de trabajo Atención selectiva Conceptualización numérica Autocontrol

Tabla 2
Herramientas de evaluación. Una breve descripción de las baterías utilizadas para la evaluación, las pruebas que incluyen y las medidas cognitivas que se supone deben evaluar.

Batería	Pruebas	Función
<i>NEUROPSI</i>	Intervalo de dígitos (hacia adelante y hacia atrás) Prueba de tapping de bloque de Corsi (hacia adelante y hacia atrás) Figura compleja de Rey-Osterrieth Prueba de fluidez semántica prueba de carrera Lista de palabras Prueba de memoria verbal Detección visual	Capacidad de atención, memoria de trabajo Memoria de trabajo visuoespacial Habilidades visoespaciales, memoria. funcionamiento verbal Inhibir la interferencia cognitiva memoria verbal, aprendizaje Atención selectiva y campo visual
<i>UNA</i>	Prueba de rendimiento continuo Prueba de superposición de cifras Prueba de integración de objetos visuales	Atención sostenida Función de percepción visual Función de percepción visual
<i>BANFE</i>	Laberinto	Planificación
<i>Cribado TOWI</i>	Paquete (adelante) Paquete (hacia atrás) Conducir al aeropuerto Sala de espera volar el avión recoger monedas Deshacer Organizar habitación	Capacidad de atención, memoria a corto plazo memoria de trabajo Planificación Atención sostenida Control inhibitorio Atención selectiva Memoria Memoria/aprendizaje

así como el tiempo dedicado a cada juego (en términos de minutos por sesión), tanto en la escuela como en el hogar. Estas variables de respuesta fueron

compararon utilizando un ANOVA de dos vías con el sexo (niños frente a niñas) y el lugar (escuela frente a casa) como variables predictoras. Nosotros a propósito

evitó el cálculo de un término de interacción para evitar dividir aún más un tamaño de muestra ya reducido. Luego, usamos pruebas *t* pareadas para comparar el desempeño en la tarea de detección TOWI y las pruebas neuropsicológicas estandarizadas entre la primera y la segunda evaluación. Dada la naturaleza exploratoria del trabajo actual y la gran cantidad de instrumentos de evaluación incluidos, decidimos incluir valores de *p* tanto brutos como ajustados. Para ajustar los valores de *p* para comparaciones múltiples, usamos una corrección de Holm e incluimos la cantidad de métricas producidas por cada tarea como la cantidad de hipótesis probadas.

Para evaluar las correlaciones entre el tiempo dedicado a jugar y la magnitud de cualquier mejora, calculamos la magnitud de la diferencia restando las puntuaciones de la primera evaluación de las de la segunda evaluación y correlacionamos estos valores con el tiempo total jugado, el número total de sesiones, el número total de semanas y el número medio de sesiones semanales jugadas en la plataforma de formación TOWI. En todos los casos, las correlaciones fueron corregidas por edad. Todos los análisis se realizaron utilizando R [21].

La significación estadística se fijó en $p < 0,05$.

3. Resultados

Los participantes jugaron TOWI un promedio de 18,22 (SD = 4,8) sesiones en un lapso de 18,88 semanas (9,31 SD), invirtiendo un promedio de 5,06 (SD = 1,62) horas en total. Al comparar jugadores por sexo y lugar, encontramos que los niños jugaban significativamente más sesiones por semana en comparación con las niñas ($F(1, 67) = 9.835, p = .01$), mientras que los niños que jugaban en casa jugaban significativamente más sesiones por semana. en comparación con los de la escuela ($F(1, 67) = 9.835, p = .003$).

Además, no encontramos efectos significativos de género ($F(1, 67) = .006, p = .141$) o lugar ($F(1, 67) = .006, p = .938$) sobre la duración de la sesión. Con respecto a las diferencias significativas entre la duración de cada juego, solo encontramos diferencias que sugieren que las sesiones de *Treasure Hunt* fueron más largas para aquellos jugadores en casa ($F(1,67) = 8.282, p = .005$) (Tabla 3).

Con respecto al desempeño con baterías estandarizadas y los juegos de detección TOWI antes y después de jugar los juegos de entrenamiento TOWI, observamos una mejora significativa en varias variables de evaluación, con tamaños de efecto que varían de pequeños a moderados (Tabla 4). Los puntajes de desempeño en estas pruebas estandarizadas (BANFE, ENI y NEUROPSI) reflejan una mejora que se puede interpretar en términos de funciones cognitivas relacionadas con las habilidades visoespaciales (análisis visual, habilidades visográficas, amplitud visoespacial), atención (selectiva y sostenida), memoria (audio verbal y visuoespacial) y función ejecutiva (control inhibitorio, planificación y fluidez verbal) medidas mediante pruebas estandarizadas. Además, el cambio en las puntuaciones de las tareas de la plataforma de cribado TOWI puede interpretarse en términos de mejoras cognitivas en funciones como la atención (selectiva y sostenida, función ejecutiva y autocontrol) y la velocidad de procesamiento.

Finalmente, evaluamos la asociación entre la cantidad de tiempo dedicado a cada uno de los juegos individuales y la cantidad de mejora en las tareas para las que fueron diseñados para *entrenar*. Para esto, no encontramos correlación entre la cantidad de tiempo dedicado al juego y la magnitud de la mejora.

4. Discusión

El primer paso para lograr una herramienta de capacitación exitosa es comprender sus fortalezas y debilidades. Aquí presentamos una evaluación de la viabilidad de TOWI como una herramienta de formación mediante la inspección de los peligros potenciales y, al mismo tiempo, presentamos un ejercicio de autocrítica que podría servir como referencia para otros trabajos que intentan evaluaciones de formación similares.

En cuanto a los hábitos de juego de los niños, el número de sesiones en la escuela fue fijado por los profesores siguiendo un régimen de formación,

por lo que fueron más consistentes en cuanto al número de sesiones y adherencia al régimen de entrenamiento, mientras que en casa, el número de sesiones semanales preferidas sólo se sugirió a los padres. Si bien el software registró la hora, la fecha y la duración de las sesiones, descartamos la información en el estudio actual. Un estudio más profundo debería tener cuidado de informar adecuadamente a los participantes sobre las interacciones de los niños con la plataforma digital, particularmente en el caso de los niños en el hogar. Por ejemplo, ¿están jugando antes o después de la tarea? ¿Perciben jugar en TOWI como una recompensa o como una tarea? ¿Juegan entre semana o fines de semana, en días consecutivos o al azar? ¿Sus padres los obligan a jugar o buscan espontáneamente interactuar con la plataforma?

Descubrimos que solo el número de sesiones variaba entre niños y niñas, así como entre la escuela y el hogar, y las niñas comenzaban menos sesiones, pero jugaban tanto tiempo como los niños. El hecho de que la duración de la sesión no varió sugiere que una vez que se inició una sesión, los niños estaban lo suficientemente involucrados como para pasar una cantidad similar de tiempo jugando en la plataforma. Estos resultados sugieren que al evaluar la plataforma, se podría esperar una exposición bastante uniforme para todos los participantes en la mayoría de los entornos. Un problema potencial es señalado por la diferencia en el comportamiento de juego observado en *Treasure Hunt*. Mientras que la mayoría de los otros juegos tienen límites de tiempo, o el ritmo lo dicta el juego, en *Treasure Hunt* los jugadores buscan en un mundo abierto donde es posible y potencialmente fácil desviarse del objetivo del juego. Como resultado, sería útil restringir automáticamente aquellos juegos en los que el jugador tiene cierta libertad para mantener la concentración; en la escuela, esta función la administraba el personal, pero idealmente, deberían poder jugar y seguir los objetivos en casa sin supervisión.

Observamos cambios significativos en los resultados de las pruebas estandarizadas. Sin embargo, carecemos de los controles adecuados para realizar reclamos sobre la capacidad de capacitación de las herramientas TOWI. Varios autores han hecho comentarios sobre la dificultad de implementar controles adecuados [8], así como la evaluación de los efectos de transferencia lejana [11]. Con una herramienta tan compleja como TOWI, que implica un alto grado de exposición a diferentes entradas cognitivamente estimulantes, se deben establecer controles activos para la entrada visual proporcionada por el juego, la lectura y/o escucha derivada de las instrucciones de cada juego, así como los aspectos sensoriomotores relacionados con la manipulación de un dispositivo informático. En el lado positivo, debería ser posible producir variaciones de la plataforma que brinden controles para cada uno de estos aspectos por separado, por ejemplo, mediante la creación de juegos en los que los participantes puedan ver cómo se resuelve la tarea pero no tengan una interacción cognitiva o motora significativa. con el software, muy parecido a ver un video en tiempo real de las tareas resolviéndose solas. Finalmente, con la evaluación de una población en edad escolar, la transferencia lejana podría abordarse mediante la eventualidad de las calificaciones como un indicador de la función cognitiva.

No observamos diferencias en el cambio en los puntajes de las pruebas estandarizadas entre niños y niñas o entre jugadores que jugaban en casa o en la escuela. A pesar de los límites impuestos por la falta de controles adecuados, estos resultados piloto son alentadores para cualquier esfuerzo adicional. La plataforma fue diseñada para estar lo más libre posible de preferencias de género al evitar actividades de juego fuertemente sesgadas por sexo, mientras que los problemas relacionados con la competencia se evitaron al no hacer que el juego se centrara en la puntuación. Esto parece haber dado como resultado que los niños y las niñas tengan niveles similares de participación y que el juego tenga potencialmente un efecto similar en ambos, independientemente de qué parte del juego sea potencialmente responsable de tales efectos o cómo estos efectos puedan traducirse en la vida real. Del mismo modo, es alentador que las sesiones en el hogar sean potencialmente similares a las sesiones escolares supervisadas, ya que el juego fue diseñado para sesiones breves e informales en el hogar.

Finalmente, no encontramos correlación entre la cantidad jugada y la magnitud de los cambios en los puntajes de las pruebas estandarizadas.

Tabla 3
Estadísticas de uso de TOWI. Evaluamos el efecto de sexo y lugar mediante un ANOVA de dos vías.

	Sexo		Lugar		ANOVA		
	Chicos (n=35)	Niñas (n=36)	Hogar (n=18)	Escuela (n=51)	efecto del sexo F(1,67)	efecto de lugar F(1,67)	
	Media (desviación estándar)					***	***
Sesiones por semana	1.54 (.86)	1.09 (.66)	1.78 (.66)	1.15 (.77)	9.835	.01*	9.835
Duración media de las sesiones (min)	16.06(2.82)	17.28(3.65)	16.64(3.39)	16.72(3.32)	.006	.141	.006
Árbol Musical (min por sesión)	5,32 (1,11)	5,34 (0,79)	5,46 (1,24)	5,29 (0,84)	.402	.915	.402
Arena Mágica (min por sesión)	4,58 (1,93)	5,29 (5,31)	3,76 (1,85)	5,35 (4,47)	2,098	.473	2,098
Cheeky Monkeys (min por sesión)	2,72 (0,32)	2,65 (0,14)	2,74 (0,43)	2,66 (0,14)	1,49	.306	1,49
Tropical Tiver (min por sesión)	7,22 (0,25)	7,29 (0,35)	7,3 (0,51)	7,24 (0,21)	.56	.401	.56
Espectáculo de sombras (min por sesión)	1,34 (0,08)	1,32 (0,05)	1,34 (0,1)	1,32 (0,05)	1,209	.153	1,209
Búsqueda del tesoro (min por sesión)	5,48 (2,61)	6,29 (1,83)	7,14 (3,51)	5,45 (1,43)	8,282	.116	8,282

Tabla 4
Comparación de puntajes antes y después para diferentes métricas de desempeño evaluadas por las baterías y pruebas incluidas en el estudio.

Batería	Instrumento	Nombre de la variable	t	***	adj. pags.	d.f.	ALLA	D de Cohen					
BANFE	Laberinto	cruces	2.257	.027	2.575	.081	68	.036–.579	.36				
		Callejones sin salida	.012	3.906	<.001	.048	.07–.554	68	6.477–	.41			
		Tiempo medio (s)			<.001		20.008			.52			
UNA	Prueba de superposición de cifras	Elementos correctos	2.812	.006	0.012	68	y1.151 a y.196	.39					
NEUROPSI	Tarea de cancelación	Elementos correctos	4.947	<.001	2.001	.005	68	y3.094 a y1.315	.55				
		errores	.049	2.542	.013	.196	.33	68	y1.321 a y.159	.37			
	Prueba de rendimiento continuo	Prueba	Elementos correctos	2.721	.008	4.186	.039	y.096	41	68	y5.188 a y1.828	.42	
		de tapping de bloques de Corsi (adelante)	Número máximo de elementos correctos	5.525	<.001	3.282	0.016	y5.234 a y2.456	.61	68	y3.16 a y0.773		
	compleja de Rey-Osterrieth	Puntaje (copia)		2.219	.03	4.913	<.001	0,54	68	y2,457 a y0,13	0,27	68	y1,492 a
		Puntuación (recuerdo libre)		2.425	.018	2.7.009	<.001	y0,63	0,55	68	y1,421 a y0,138	0,41	68
	prueba de carrera	Correcto				.004	.03	y1,369 a y0,205	0,39	68	y0,891 a y.148		
	Fluidiez verbal	Elementos											
	Prueba de memoria verbal de lista de palabras	correctos	Correcto (pista semántica)				<.001						
		Correcto (reconocimiento)				.072							
Correcto (recuerdo libre)					.045								
Número medio de palabras recordadas		2.766			.042								
Cribado TOWI	volar el avión	Tiempo Total	2.616	.011	3.407	.044	61	1,224–9,163	.49				
		recoger monedas	Incorrecto (tiempo extra)	.001	3.922	<.001	.006	61	1,292–4,966	.47			
	Deshacer	Perdido (tiempo extra)	4.655	<.001	2.207	<.001	61	1,739–5,357	.61				
		Incorrecto (dentro del primer minuto)	.031	3.097	.003	<.001	61	2,309–5,788	.77				
	Sala de espera	Tiempo	2.886	.005		.155	61	2,432–49,375	.37				
		Correcto				.01	61	y2,15 a y0,463	.45				
		Omitido				.015	61	.372–2,048	.42				

t = estadístico de prueba t, df = grados de libertad, IC = intervalo de confianza.

Esto podría deberse a un pequeño rango en el número de sesiones, ya que la mayoría de los jugadores realizaban condiciones de entrenamiento bastante homogéneas de 1 a 2 sesiones a la semana durante unas 20 semanas. Si bien esta relación podría sugerir potencialmente que una pequeña cantidad de sesiones es suficiente, valdría la pena evaluar una exposición gradual a la plataforma para conocer la cantidad mínima de sesiones necesarias antes de encontrar un efecto. Tal experimento de cuantificación también podría revelar un efecto de sobreexposición. ¿Cuántas semanas serían suficientes antes de que los participantes dominen los desafíos y se aburran del juego? Sería necesario agregar más juegos de forma remota para mantener entretenidos a los usuarios.

Si bien no podemos atribuir los cambios en las puntuaciones de las pruebas estandarizadas observadas al juego, el hecho de que se hayan observado cambios nos anima a explorar más a fondo el potencial de TOWI como herramienta de formación. Una de las características que pueden haber contribuido a la buena recepción y al aparente efecto cognitivo tiene que ver con ciertas elecciones de diseño. Los programas de capacitación destinados a grandes audiencias deben lograr un equilibrio entre el desafío y la diversión: resolver ejercicios difíciles puede ser efectivo pero puede disuadir a muchos usuarios, mientras que los juegos divertidos y triviales pueden no ser lo suficientemente difíciles como para entrenar una habilidad. También se necesita diversión, ya que la repetición es una parte clave del entrenamiento y los juegos deben diseñarse de tal manera que el usuario los encuentre lo suficientemente divertidos y desafiantes para jugar incluso después de haberlos jugado repetidamente.

Obsérvese que en juegos muy antiguos, el desafío que atrae al jugador tiene que ver con el dominio de una tarea más que con la narrativa. La capacidad de la plataforma para proporcionar diferentes niveles de dificultad en lo que parecen ser rompecabezas simples logró captar el interés de los niños y potencialmente ayudarlos a desarrollar o mejorar una habilidad cognitiva.

Otros estudios han logrado atribuir tales cambios al uso de videojuegos de acción [22–26], pero cualquier beneficio puede compensarse con los costos potenciales [27]. El diseño detrás de TOWI intencionalmente no se basa en la acción y la violencia para involucrar al jugador. También restringe la cantidad de tiempo dedicado a los juegos. Si bien otras actividades (leer, dibujar o tocar instrumentos musicales) pueden generar cambios cognitivos positivos y duraderos en los niños, TOWI puede proporcionar una tarea complementaria, fácil de realizar y divertida a la gama de actividades diseñadas para niños. Para nuestra propia investigación, así como para otros grupos que trabajan en el desarrollo y evaluación del entrenamiento cognitivo, el trabajo actual puede servir como hoja de ruta para trabajos futuros.

Declaración de competencia de intereses

Los autores declaran los siguientes intereses financieros/relaciones personales que pueden considerarse como posibles intereses en competencia: **Mónica Simón** es consultora remunerada para los juegos TOWI. CM

es un estudiante graduado de MFR y ayudó con el análisis estadístico. MFGT y RA escribieron y ejecutaron el protocolo experimental descrito aquí por el cual recibieron honorarios derivados de la subvención de UNICEF.

Expresiones de gratitud

Agradecemos a los padres, niños y personal escolar por aceptar participar en el estudio, así como a los psicólogos que realizaron las evaluaciones. También nos gustaría agradecer a Enrique Morales y Andrea Oviedo de PixFrame México por proporcionar el software probado aquí. Finalmente, nos gustaría agradecer la revisión exhaustiva y las excelentes sugerencias realizadas por dos revisores anónimos. PixFrame recibió financiación de un fondo de innovación SC160365 de UNICEF.

Referencias

- [1] NPD Group, el tiempo promedio dedicado a jugar juegos en dispositivos móviles ha aumentado un 57 % desde 2012, 2019, <http://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/2015/average-el-tiempo-dedicado-a-jugar-juegos-en-dispositivos-móviles-ha-aumentado-57-por-ciento-desde-2012/>, (Consultado el 28 de enero de 2019).
- [2] I. Granic, A. Lobel, RC Engels, Los beneficios de jugar videojuegos, *Am. psicol.* 69 (2014) 66–78.
- [3] AM Kueider, JM Parisi, AL Gross, GW Rebok, Entrenamiento cognitivo computarizado con adultos mayores: una revisión sistemática, *PLoS One* 7 (2012) e40588.
- [4] Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, Al-Hashimi O, Faraji F, Janowich J, Kong E, Larraburo Y, Rolle C, Johnston E, Gazzaley A, El entrenamiento con videojuegos mejora el control cognitivo en adultos mayores, *Nature* 501 (2013) 97–101.
- [5] PJ Prins, S. DAVIS, A. Ponsioen, E. Ten Brink, S. Van der Oord, ¿El entrenamiento computarizado de la memoria de trabajo con elementos de juego mejora la motivación y la eficacia del entrenamiento en niños con TDAH? *Ciberpsicología. Comportamiento Soc. Neto.* 14 (2011) 115–122.
- [6] SM Jaeggi, M. Buschkuhl, J. Jonides, P. Shah, Beneficios a corto y largo plazo del entrenamiento cognitivo, *Proc. nacional Academia ciencia* 108 (2011) 10081–10086.
- [7] MM Kurtz, JC Seltzer, DS Shagan, WR Thime, BE Wexler, Rehabilitación cognitiva asistida por computadora en la esquizofrenia: ¿Cuál es el ingrediente activo? *Esquizofr. Res.* 89 (2007) 251–260.
- [8] N. Jacoby, M. Ahissar, ¿Qué se necesita para demostrar que un procedimiento de entrenamiento cognitivo es útil? Una evaluación crítica, en: MM Merzenich, M. Nahum, TM Van Vleet (Eds.), *Progress in Brain Research*, Elsevier, EE. UU., 2013, págs. 121–140.
- [9] G. Sala, KS Tatlidil, F. Gobet, El entrenamiento con videojuegos no mejora la capacidad cognitiva: una investigación metaanalítica integral, *Psychol. Toro.* 144 (2017) 111–139.
- [10] CS Green, D. Bavelier, Entrenamiento de videojuegos de acción para la mejora cognitiva, *Curr. Opinión Comportamiento ciencia* 4 (2015) 103–108.
- [11] G. Sala, F. Gobet, F. ¿Existe transferencia lejana? Evidencia negativa del ajedrez, la música y el entrenamiento de la memoria de trabajo, *Curr. Dir. psicol. ciencia* 26 (2017) 515–520.
- [12] VR Cane, AW Heim, Los efectos de la repetición de la prueba: III. Otros experimentos y conclusiones generales, *QJ Exp. psicol.* 2 (1950) 182–197.
- [13] C. Windle, Efecto test-retest en cuestionarios de personalidad, *Educ. psicol. medida* 14 (1954) 617–633.
- [14] DT Campbell, JC Stanley, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*, Houghton Mifflin Company, Boston, 1963.
- [15] MF Rosetti, MF Gómez-Tello, G. Victoria, R. Apiquian, Un videojuego para el cribado neuropsicológico infantil, *Entretener. computar* 20 (2017) 1–9.
- [16] F. Ostrosky-Solis, M. Esther Gómez-Pérez, E. Matute, M. Rosselli, A. Ardila, D. Pineda, Neuropsi atención y memoria: una batería de pruebas neuropsicológicas en español con normas por edad y nivel educativo, *Appl. Neuropsicología.* 14 (2007) 156–170.
- [17] E. Matute, M. Rosselli, A. Ardila, F. Ostrosky-Solis, *Evaluación Neuropsi Cología infantil, Manual Moderno, México*, 2007.
- [18] J.C. Flores, F. Ostrosky, A. Lozano, *Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas Y Lóbulos Frontales (BANFE), Manual Moderno, Mexico*, 2012.
- [19] KJ Offers, GP Band, El entrenamiento de la flexibilidad y la atención basado en juegos mejora el rendimiento del cambio de tareas: transferencia cercana y lejana del entrenamiento cognitivo en un estudio de EEG, *Psychol. Res.* 82 (2018) 186–202.
- [20] C. Peretz, AD Korczyn, E. Shatil, V. Aharonson, S. Birnboim, N. Giladi, Entrenamiento cognitivo personalizado basado en computadora versus juegos de computadora clásicos: un ensayo prospectivo aleatorio doble ciego de estimulación cognitiva, *Neuroepidemiología* 36 (2011) 91–99.
- [21] R Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Viena, 2018.
- [22] WR Boot, DP Blakely, DJ Simons, ¿Los videojuegos de acción mejoran la percepción y la cognición? *Fronte. psicol.* 2 (2011) 226.
- [23] AD Castel, J. Pratt, E. Drummond, Los efectos de la experiencia de los videojuegos de acción sobre el curso temporal de la inhibición del retorno y la eficiencia de la búsqueda visual, *Acta Psychol.* 119 (2005) 217–230.
- [24] MW Dye, CS Green, D. Bavelier, El desarrollo de habilidades de atención en jugadores de videojuegos de acción, *Neuropsychologia* 47 (2009) 1780–1789.
- [25] MW Dye, CS Green, D. Bavelier, Aumento de la velocidad de procesamiento con videojuegos de acción, *Curr. Dir. psicol. ciencia* 18 (2009) 32–326.
- [26] S. Franceschini, S. Gori, M. Ruffino, S. Viola, M. Molteni, A. Facoetti, Los videojuegos de acción hacen que los niños disléxicos lean mejor, *Curr. Biol.* 23 (2013) 462–466.
- [27] AJ Van Rooij, GJ Meerkkerk, TM Schoenmakers, M. Griffiths, D. van de Mheen, Adicción a los videojuegos y responsabilidad social, *Addict. Res. Teoría* 18 (2010) 489–493.