

La estimulación multisensorial por videojuegos y sus efectos en las habilidades matemáticas

**Emilio Arch-Tirado,* Ana Luisa Lino-González,* Antonio Verduzco-Mendoza,*
Alfonso Alfaro-Rodríguez,† Juan Licona-Bonilla***

* Laboratorio de Bioacústica.
† Laboratorio de Neurorrehabilitación.

Instituto Nacional de Rehabilitación, México, D.F.

Dirección para correspondencia:
Dr. Emilio Arch Tirado
Instituto Nacional
de Rehabilitación.
Laboratorio de Bioacústica.
Calz. México-Xochimilco 289
Col. Arenal de Guadalupe, 14389
Del. Tlalpan, México, D.F.
Tel. 5999-1000, ext. 19312.
Cel. 5554 15 26 60
E-mail: earch@inr.gob.mx
arch@terra.com.mx

Recibido: 9 de agosto de 2013.
Aceptado: 24 de septiembre de 2013.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en:
<http://www.medicgraphic.com/rid>

Palabras clave: Videojuegos, matemáticas, estimulación, multisensorial.

Key words: Video games, math, stimulation, multisensory.

Resumen

Actualmente los videojuegos forman parte de la vida diaria de la población infantil; su acceso es fácil al estar disponibles en los teléfonos celulares, dispositivos portátiles, computadoras y sofisticadas consolas, que proporcionan la posibilidad de un uso diario y constante. Esto puede incidir en el desarrollo de habilidades cognitivas que facilitan, a su vez, el desarrollo de destrezas en matemáticas. Reportamos un estudio transversal en el que participaron 13 niños de ambos sexos de cuarto grado de primaria. Ellos resolvieron un examen escrito con problemas matemáticos utilizando las cuatro operaciones básicas y posteriormente interactuaron con un videojuego de computadora en donde debían resolver más operaciones de suma. Con la finalidad de evitar sesgos en relación con los videojuegos empleados, se eligió una escuela particular y niños del mismo grado escolar que presentaran rendimiento académico satisfactorio. El promedio obtenido en las calificaciones del examen escrito fue de 9.31 ± 0.95 . Globalmente, el grupo obtuvo calificaciones de entre 9 y 10 puntos, con la excepción de un niño, lo que demuestra la homogeneidad del grupo y su habilidad para el razonamiento matemático. La duración promedio registrada para que los niños resolvieran los ejercicios del software fue de 4.91 ± 1.72 minutos y el promedio de errores fue de 3 ± 2.77 . Al aplicar la prueba de χ^2 , no se encontró una diferencia significativa entre la calificación obtenida en el juego y la calificación del examen; se obtuvo un valor de χ^2 de 6.8783 con una confiabilidad de $p < 0.05$. Es probable que el uso de videojuegos estimule el desarrollo de habilidades involucradas en el procesamiento matemático, por lo que es importante que padres y maestros conozcan los efectos benéficos potenciales que tienen los videojuegos desde la perspectiva de la estimulación multisensorial.

Abstract

Video games are currently a part of daily life of children. Access is easy since they are available on mobile phones, hand-held devices, computers and sophisticated consoles providing the possibility of constant daily use. Video games may influence the development of cognitive abilities that enhance mathematical skills. An analytical and observational cross-sectional study was carried out in 13 male and female children attending fourth grade of elementary school. A written test involving mathematical problems which included the four basic operations was applied. Subsequently, children interacted with a computer game where they had to solve new additions. In order to avoid bias related to the video games used, same grade children of a private school were selected, whenever they guaranteed good academic performance. The mean scores obtained in the written test was 9.31 ± 0.95 with a range of 3 points. The whole group, with the exception of one child, scored between 9 and 10 points, demonstrating a homogeneous group on abilities for videogames and mathematics. Average time-span recorded for children resolving software exercises was 4.91 ± 1.72 minutes, with an average error of 3 ± 2.77 . By applying the χ^2 no significant difference was found between the score obtained in the game and the test score, yielding $\chi^2 = 6.8783$, $p < 0.05$. It is likely that the

use of video games stimulates the development of skills involved in mathematical processing; therefore, it might be important for parents and teachers to identify the potential beneficial effects of video games from a multisensory stimulation point of view.

Introducción

Las matemáticas se encuentran presentes en la vida cotidiana de cualquier persona, pues son un lenguaje universal y se utilizan en actividades que van de lo simple a lo complejo. Los expertos matemáticos se apegan a la tradición filosófica del platonismo que establece que los objetos matemáticos tienen una realidad independiente fuera de la mente, y son considerados abstractos y anteriores a la evolución del cerebro humano.¹ Diversos estudios sugieren que aquellos individuos que presentan complicaciones en la adquisición de los conceptos matemáticos exhibirán en la edad adulta desventajas tanto académicas como ocupacionales, lo que limitará su desarrollo profesional.^{2,3} Dehaene, Dehaene-Lambertz y Cohen proponen que el sentido numérico y la comprensión de cantidades están presentes en los adultos, en los niños en la etapa prelingüística y en algunos animales.⁴

Haciendo una revisión sobre cómo es que se desarrolla el concepto del número y las habilidades matemáticas, encontramos que a partir de los seis meses de edad los niños son capaces de discriminar cantidades diferentes de estímulos visoespaciales y secuencias auditivas que difieren en proporción.^{1,4-6} Por su parte, Xu y Arriaga encontraron similitudes entre el desarrollo de habilidades secuenciales de estímulos visoespaciales y temporoauditivos; ellos afirman que este mecanismo es burdo e impreciso en a edad temprana, esto es, alrededor de los seis meses de edad, y se hace más preciso entre los nueve y 10 meses. A los dos años se presenta también la habilidad para contar de forma verbal.⁶ Diversas pruebas no verbales han demostrado que los niños entre uno y medio y cuatro años de edad dominan ya la conservación del número, y en los últimos años se ha visto un aumento de estudios experimentales que demuestran la presencia de discriminación numérica y habilidades para resolver operaciones elementales incluso en niños prelingüísticos, por lo que existen datos que muestran que los niños en la etapa preverbal poseen capacidades numéricas elementales y que un daño cerebral temprano puede terminar en una incapacidad selectiva para la aritmética. Todo esto sugiere que el sentido numérico es una habilidad determinada

biológicamente, con una larga historia evolutiva y un sustrato cerebral específico.^{1,5,7-9}

Una creciente cantidad de evidencia sugiere que la habilidad para decidir el valor numérico de manera no verbal fue un importante precursor evolutivo para el desarrollo de las habilidades numéricas simbólicas en el adulto humano y que esto es una capacidad cognitiva independiente del lenguaje. Cantlon y colaboradores sugieren que el surco intraparietal es el origen ontogénico y filogenético del procesamiento numérico no simbólico, el cual sirve como la base sobre la que se construye el procesamiento simbólico del número.¹⁰ Dehaene sugiere que las bases de la aritmética yacen en la habilidad de la representación mental, la manipulación de la numerosidad y la representación analógica del número; argumenta que éste aparece como una de las dimensiones fundamentales según la cual el sistema nervioso analiza el mundo exterior, gracias a la acción de circuitos especializados ubicados en la región inferior del lóbulo parietal y debido también a que los elementos básicos del pensamiento humano –fundamentales para las matemáticas– son el espacio, el tiempo y el número.⁹

Diferentes investigaciones dan crédito a la hipótesis de que el sentido numérico prelingüístico provee de bases para las matemáticas formales; los autores citan a McCloskey, quien habla de una funcionalidad independiente de los módulos de escritura para la comprensión de números arábigos y sus nombres; así mismo, Dehaene sugiere la existencia de una ruta directa ligada a estos códigos.¹¹ Estudios realizados en relación a la ontogenia del procesamiento numérico sugieren la existencia de un patrón madurativo que inicia en la región frontal y que progresivamente se especializa en la parietal;^{5,8} se observa también un cambio en la activación en el lóbulo parietal que pasa del surco intraparietal al giro angular izquierdo.⁵ Otros trabajos sugieren que incluso en la edad preescolar, sin que haya existido una educación formal en matemáticas, se emplean regiones parietales para resolver problemas o tareas numéricas.² Así mismo, existen indicios de que las habilidades matemáticas están directamente relacionadas con las funciones ejecutivas y la memoria de trabajo verbal y visoespacial.¹²

En 1919, Henschen definió el término *acalculia* como un síndrome neuropsicológico que presentaba

disociaciones selectivas para el cálculo, las cuales fueron observadas después de un daño cerebral y cuando hubo lesiones frecuentemente localizadas en las regiones inferior del parietal izquierdo, parieto-occipito-temporal izquierda, subcortical izquierda, frontal media izquierda y temporo-occipital ventral izquierda.^{7,8,13} En 1961 Hecaen, Angelergues y Houllier introdujeron el término *anaritmetia* para referirse a las dificultades en el cálculo no atribuibles a los trastornos lingüísticos, generales o espaciales.¹⁴ Por otra parte, la discalculia del desarrollo es definida como un trastorno que afecta la adquisición de habilidades numéricas, observándose dificultades para el cálculo, problemas para contar y resolver operaciones sencillas y dificultades para la memorización de los pasos o procedimientos en la resolución de operaciones aritméticas en general; es una incapacidad para la representación de las cantidades o de acceso a la representación simbólica, no pudiendo atribuirse esta problemática a las dificultades sensoriales, al bajo coeficiente intelectual o a una educación inadecuada.^{3,8,12,15} Algunos estudios epidemiológicos indican que la discalculia es tan común como los trastornos de la lectura, pues tiene una prevalencia del 3.5 al 6.5% de la población escolar, pero se le considera con posibilidad de ser habilitada, ya que los circuitos neuronales relacionados con esta destreza muestran una plasticidad elevada,^{15,16} aun persistiendo sin tratamiento más allá de la edad escolar, la adolescencia y la edad adulta.¹⁷ Algunos investigadores sugieren que el origen de la discalculia es hereditaria e inclusive ésta observada como secuela de un nacimiento prematuro y la exposición prenatal al alcohol; está asociada frecuentemente al trastorno por déficit de atención e hiperactividad y la dislexia.^{2,17,18} Actualmente se reportan deficiencias a nivel estructural y funcional en la corteza parietal a lo largo del surco intraparietal.

Recientemente se ha observado la presencia de un fenómeno denominado «ansiedad a las matemáticas»; éste es un estado de malestar que ocurre en respuesta a las situaciones que involucran las actividades matemáticas y que son percibidas como una amenaza a la autoestima; se encuentra con mucha frecuencia, por ejemplo, en aquellos pacientes con discalculia del desarrollo.¹⁷

Las lesiones en la región posterior derecha pueden producir problemas visoespaciales que afectan el cálculo;¹⁵ las lesiones ubicadas en la región inferior parietal izquierda repercuten en el cálculo mental, lo que provoca en el paciente una incapacidad para realizar cálculos simples.¹⁹ Se sugiere que el cálculo se ubica generalmente en el hemisferio izquierdo, al

considerarse como el más especializado para realizar cálculos más exactos, sin embargo, Dehaene en 1996 propuso que el hemisferio derecho es capaz de identificar dígitos arábigos, así como de representar y comparar cantidades.²⁰ Desde los trabajos de Henschen y Gerstmann, a través de evidencias neuropsicológicas y actualmente con estudios de neuroimagen, se sugiere que el procesamiento numérico o cálculo mental está asociado con una red cerebral específica ubicada en el área inferior intraparietal de ambos hemisferios,^{4,7,13,17,19,21,22} sin embargo, se incluyen otras regiones cerebrales. Investigaciones recientes realizadas en sujetos sanos mediante técnicas de neuroimagen señalan que los circuitos neurales del procesamiento numérico se localizan principalmente en el lóbulo parietal⁷ y la activación se concentra a lo largo del surco intraparietal y el giro postcentral.^{10,12} El surco intraparietal es una área especializada en el cálculo; está involucrado en el procesamiento numérico, la manipulación de cantidades numéricas, la aritmética mental,^{10,12} la representación mental de cantidades y la percepción de numerosidad. Se ha documentado que el surco intraparietal izquierdo está relacionado con el procesamiento espacial, por lo que se ha sugerido la existencia de una red neural común para el procesamiento numérico y espacial. También participan el sistema parietal posterior superior, involucrado en los procesos de atención necesarios para la resolución de cálculos, las tareas visoespaciales y de memoria de trabajo espacial.^{7,23} En el lóbulo frontal, las áreas activas están distribuidas en la región dorsolateral, en el giro frontal superior, en el área suplementaria motora y el córtex premotor. Anatómicamente, estas áreas se activan en diferentes tareas cognitivas involucrando a la memoria de trabajo y la atención visoespacial; se considera que la memoria de trabajo, en este caso, participa en el mantenimiento provisional de resultados intermedios, en la planificación y ordenación temporal de los elementos de las tareas, así como en la comprobación de resultados y corrección de errores.⁷

Se ha documentado que la región temporal basal posterior se encarga de la lectura de los números arábigos.⁸ Por una parte, el giro angular, especialmente el izquierdo, desempeña funciones relacionadas con el procesamiento numérico y el cálculo, principalmente en aquellas tareas que requieren un procesamiento verbal, pues se reporta que su activación es mayor en tareas de cálculo exacto. Por otra parte, la ínsula izquierda y la corteza cerebelosa se han relacionado con la recuperación de hechos numéricos, observándose también en el n úcleo caudado una importante activación cuando los problemas son novedosos.⁷

La diversidad de áreas cerebrales involucradas en los procesos aritméticos apoya la suposición de que las destrezas del cálculo representan habilidades multifactoriales incluyendo verbales, espaciales, de memoria, de conocimiento del cuerpo y funciones ejecutivas.⁵

Recientemente se ha encontrado evidencia de que los videojuegos se han empleado en una serie de investigaciones empíricas con la finalidad de ubicar su utilidad en el desarrollo de habilidades cognitivas y en ambientes académicos. Johanssen en 1998 resaltó el importante rol de las computadoras y los videojuegos, los cuales se emplean actualmente de forma cotidiana en las aulas.²⁴ Vogel (2006) realizó un metanálisis de 32 estudios y concluyó que el uso de videojuegos para promover el aprendizaje resulta significativamente productivo al incrementar las habilidades cognitivas en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza. Algo que resulta sobresaliente es el tema de las diferencias de género en cuestión de videojuegos, pues se observó que son los varones entre 8 y 12 años quienes interactúan con más frecuencia con ellos. Si bien existen videojuegos considerados como de edu-entretenimiento, se pueden encontrar algunos netamente comerciales que implican el uso de habilidades cognitivas,²⁵ así como distintos programas y videojuegos que propician estados de motivación, imaginación e innovación, lo que sugiere que este tipo de implementos tecnológicos son un método efectivo para el aprendizaje de las matemáticas.²⁶

Estudios realizados sobre videojuegos de acción sugieren que se obtienen efectos positivos en la atención visoespacial central y periférica,²⁶⁻²⁸ que incrementan la rapidez en el procesamiento de la información sensorial y, como consecuencia, disminuyen los tiempos de respuesta. Esto se correlaciona con un mejor rendimiento en las pruebas de cognición, y puede llegar a ser una estrategia de estimulación para aquellas personas con un procesamiento de la información más lento de lo normal.²⁹

McFarlane y colaboradores distinguieron los usos potenciales de los videojuegos en el salón de clases como estímulos para el aprendizaje y para mejorar el desarrollo de habilidades y talentos relacionados con el razonamiento y la memorización, además de incluir aspectos afectivos y motivacionales.³⁰ Por otra parte, Ke (2008) menciona que los videojuegos favorecen una mayor participación de los alumnos y estimulan el aprendizaje activo.³¹ Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es estudiar la asociación que existe entre el uso de los videojuegos y las habilidades matemáticas.

Métodos

Se trata de un estudio transversal con muestreo cen-sal. Se seleccionaron para el estudio niños de ambos sexos de cuarto grado de primaria pertenecientes a un grupo de 20 alumnos de una escuela de la delegación Tlalpan; los niños que no jugaban videojuegos fueron excluidos del estudio, por lo que quedó una muestra de 13 niños, 10 hombres y tres mujeres; a todos los padres de los niños incluidos en el estudio se les solicitó que firmaran la carta de consentimiento informado. Con la finalidad de evitar sesgos en el estudio y respecto de los videojuegos que se utilizaron, se eligió una escuela particular y niños del mismo grado escolar que no presentaran bajo rendimiento académico en el ciclo escolar que cursaban; dicha información fue validada por su profesora. El grado fue elegido en función del dominio de los conocimientos básicos en matemáticas, por lo que se trabajó con niños de cuarto de primaria, ya que en este nivel se dominan las cuatro operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división); aunado a esto, los niños entre los 9 y 10 años de edad tienen preferencias bien marcadas sobre el tipo de videojuegos que utilizan.

A todos los niños incluidos en el estudio se les aplicó un examen escrito con diez problemas matemáticos cuya finalidad fue evaluar sus habilidades en el empleo de las cuatro operaciones básicas. Se midió el tiempo que tardaron en resolver el examen y se acotó el procedimiento que emplearon. Al día siguiente de la aplicación del examen, en un salón sin distractores, cada niño interactuó con el software, cuyo objetivo fue el entrenamiento en la ejecución de éste a través de la resolución de ejercicios que requerían el empleo de la suma; la actividad consistió en acomodar cubos de colores que mostraban en la cara frontal un número del cero al nueve. Los niños debían ubicarlos uno sobre otro en grupos de tres, con el objetivo de indicar el resultado correcto; al acumular tres errores, el juego se suspendía y emitía una puntuación; previamente a esto, se les dio una explicación detallada sobre las instrucciones y las teclas que debían utilizar y, una vez comprobada la comprensión del procedimiento, se inició la evaluación. Las variables a medir con el uso del software fueron: duración del juego, puntuación obtenida y número de errores cometidos.

Finalmente, a cada uno de ellos se les aplicó un cuestionario con el propósito de obtener información relacionada con el uso de videojuegos en casa, por lo que las preguntas estaban dirigidas al tiempo que juegan al día, los días que juegan a la semana, el nombre del juego y las características de la marca

del videojuego; todo esto en función de la coordinación fina y/o gruesa requerida para la utilización del juego en cuestión. Con la finalidad de validar la información generada por los niños referente al uso de los videojuegos y el tiempo dedicado, se aplicó un cuestionario dirigido a los padres para obtener esta información.

Para el análisis de los datos se utilizaron las pruebas de estadística descriptiva; la asociación entre los puntajes obtenidos en las pruebas de destreza y en el examen escrito se estimó con la prueba de χ^2 ; con la prueba de correlación de Pearson se evaluó la relación lineal de la calificación obtenida en el examen y la puntuación del software lúdico. Se consideró una diferencia significativa cuando $p \leq 0.05$. Para el cálculo de la correlación se utilizó el software SPSS versión 19.

Resultados

Para el estudio se incluyeron 13 niños, de los cuales 10 eran hombres (76.9%) y tres mujeres (23.1%), con una media de edad de 9.48 ± 0.24 años.

El promedio obtenido en las calificaciones del examen escrito fue de 9.31 ± 0.95 , con un rango de 3 puntos (la calificación más baja fue 7 y la más alta, 10). El grupo obtuvo calificaciones de entre 9 y 10 puntos, a excepción de un niño, lo que demuestra la homogeneidad del grupo y su habilidad para el razonamiento matemático.

La duración promedio registrada para que los niños resolvieran los ejercicios del software fue de 4.91 ± 1.72 minutos, con un rango de 5.29 (valor mínimo de 3.06 y mayor de 8.35 minutos); el promedio de errores fue de 3 ± 2.77 con un rango de 9 errores (0 como valor mínimo y 9 como máximo); el promedio obtenido en la puntuación del juego fue de 41.69 ± 8.37 , con un rango de 24 (mínimo 29 y máximo 53 puntos).

Al correlacionar la calificación obtenida en el software lúdico con respecto al número de errores obtenidos en el examen, se obtuvo un índice de correlación de $r = -0.866$; de esta manera, se observó que mientras mayor fue la calificación obtenida en el software lúdico menos errores se tuvieron en el examen escrito (*Figura 1*).

Al estimar la correlación entre el número de horas que utilizaban los videojuegos y los días a la semana invertidos, se obtuvo un índice de correlación de $r = 0.866$; a diferencia de la evaluación con respecto a los aciertos, la correlación es positiva con una pendiente menor a 90° , lo que indica la tendencia del grupo al uso prolongado de videojuegos.

Para evaluar si existía una asociación entre las variables del estudio se utilizó la prueba de χ^2 con una confiabilidad de $p \leq 0.05$; de esta manera, al calcular esta prueba entre la puntuación obtenida en el juego y la calificación del examen, se obtuvo un valor de 6.8783 que, al contrastarlo con el valor de la tabla con 4 gl, fue de 9.49, por lo que se concluyó que estas variables no tienen alguna asociación para la significancia establecida (*Cuadro I*).

De la misma manera, se evaluó si existía una asociación entre las variables de calificación del examen y el tiempo de ejecución del juego, con una confiabilidad de $p < 0.05$, obteniéndose un valor de 3.2691 que, al contrastarlo con el valor de la tabla con 4 gl, fue de 9.49, por lo que se concluyó que entre estas variables tampoco existe alguna asociación. Debido a esto, el tiempo de realización en el grupo no afecta la calificación obtenida, esto es, el tiempo

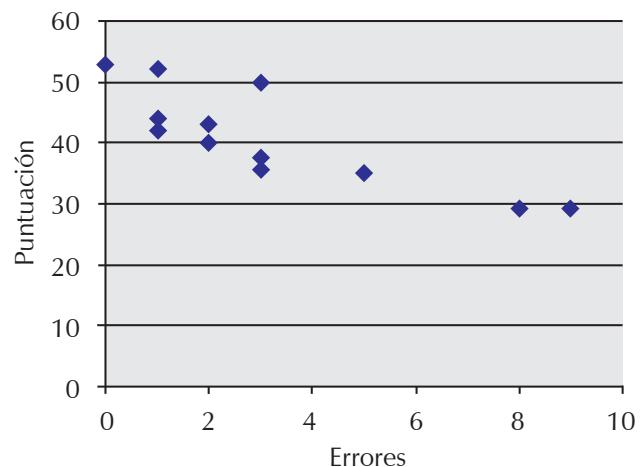


Figura 1. Correlación entre la puntuación y los errores obtenidos en el examen. Como se observa en la gráfica, a medida que disminuye la puntuación es menor la calificación del examen ($r = -0.866$).

Cuadro I. Distribución del grupo de estudio de acuerdo con la puntuación y calificación del examen.

	Calificación			
	Alta	Media	Baja	Total
Puntuación alta	3	0	1	4
Puntuación media	3	1	0	4
Puntuación baja	1	3	1	5
Total	7	4	2	$\Sigma 13$

Cuadro II. Frecuencia de alumnos de acuerdo con la calificación del examen y el tiempo de ejecución del juego.

	Tiempo			
	Mucho	Mediano	Poco	Total
Calificación alta	2	2	3	7
Calificación media	1	0	3	4
Calificación baja	0	0	2	2
Total	3	2	8	Σ 13

de respuesta no es significativo al puntaje obtenido (*Cuadro II*).

Discusión

La estimulación multisensorial es fundamental en etapas tempranas del desarrollo; se ha reportado³² que los niños que son incorporados a programas de estimulación temprana (entre el año y medio y los tres años de edad) por presentar un alto riesgo de daño neurológico, no presentan en su mayoría ningún retraso en el desarrollo al concluir el programa de estimulación. El uso de videojuegos estimula áreas motrices gruesas y finas, así como áreas visoespaciales, por lo que favorece el neurodesarrollo.

En la actualidad es manifiesta la facilidad que tienen los niños y jóvenes para resolver problemas abstractos; el incremento del uso y abuso de los videojuegos en niños y jóvenes de alguna forma estimula áreas cerebrales; muchas de ellas son utilizadas en el procesamiento numérico,³³ debido a la creciente complejidad en la solución de los retos ofrecidos por estos juegos. De la misma manera, día a día los juegos incorporan maniobras de motricidad gruesa, a diferencia de los videojuegos utilizados en los años setenta y ochenta, en donde los videojuegos estaban más enfocados a la coordinación visomotora, esto es, a la motricidad fina.

La polémica sobre el uso indiscriminado de estos juegos no establece las posibles bondades que ejercen estos en el neurodesarrollo de los niños; por ello en el presente trabajo se analizó la relación que existe entre el uso de los videojuegos y el posible potencial para la solución de problemas matemáticos. Los resultados obtenidos muestran la homogeneidad del grupo en las habilidades matemáticas y el uso más frecuente y por tiempo prolongado de los videojuegos de tercera generación.

De acuerdo con lo encontrado en la bibliografía consultada, nuestros resultados coinciden con lo

reportado por Askenazi y Henik¹³ (2010), al hacerse evidente el desarrollo de habilidades relacionadas con las funciones ejecutivas y visoespaciales, pues es posible observar un desempeño exitoso para la ejecución del videojuego por parte de todos los participantes en el estudio. Nuestros hallazgos también son compatibles con lo encontrado en estudios previos sobre videojuegos que sugieren efectos positivos sobre las habilidades visoespaciales,²⁶⁻²⁸ al hacerse visible un incremento en el procesamiento de la información y una disminución de los tiempos de respuesta,²⁹ al observar en los sujetos de estudio un incremento en la velocidad de respuesta para la solución de los problemas planteados.

Es probable que el uso de videojuegos estimule el desarrollo de habilidades involucradas en el procesamiento matemático, por lo que es importante que padres y maestros conozcan sus efectos benéficos desde la perspectiva de la estimulación multisensorial.

Sería recomendable emplear estudios de neuroimagen con la finalidad de conocer las áreas cerebrales involucradas cuando los niños utilizan videojuegos. De acuerdo a los hallazgos observados y a lo reportado en la bibliografía se sugiere ampliar el campo de estudio en las cuestiones relacionadas con los problemas de discalculia, así como estudiar el desempeño de las habilidades de coordinación motriz gruesa en los pacientes con evidencia de uso y abuso de videojuegos. Se sugiere continuar con este tipo de estudios con la finalidad de aumentar el tamaño de la muestra y de esta manera realizar inferencias y propuestas sobre el uso de este tipo de estimulación multisensorial en el mejoramiento de las habilidades matemáticas.

Bibliografía

1. Dehaene S. Précis of «the number sense». *Mind and language*. 2000; 16: 16-36.
2. Kaufmann L, Vogel SE, Starke M, Kremser C, Schocke M, Wood G. Developmental dyscalculia: compensatory mechanism in left intraparietal regions in response to non-symbolic magnitudes. *Behav brain funct*. 2009; 5: 1-16.
3. Michelle M, Mazzocco M, Thompson RE. Kindergarten predictors of math learning disability. *Learn Disabil Res Pract*. 2005; 20: 142-155.
4. Dehaene S, Dehaene-Lambertz G, Cohen L. Abstract representations of numbers in the animal and human brain. *Trend Neurosci*. 1998; 21: 355-361.
5. Ardila A. On the evolution of calculation abilities. *Front evol neurosci*. 2010; 2: 1-7.
6. Xu F, Arriaga RI. Number discrimination in 10-month-old infants. *Br J Dev Psychol*. 2007; 25: 103-108.

7. Chochon F, Cohen L, van den Moortele PF, Dehaene S. Differential contributions of the left and right inferior parietal lobules to number processing. *J Cogn Neurosci.* 1999; 11: 617-630.
8. Serra-Grabulosa JM, Adan A, Pérez-Pámies M, Lachica J, Membrives S. Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. *Rev Neurol.* 2010; 50: 39-46.
9. Dehaene S. Neuroscience. Single-neuron arithmetic. *Science.* 2002; 297: 1652-1653.
10. Cantlon JF, Brannon EM, Carter EJ, Pelpfrey KA. Functional imaging of numerical processing in adults and 4-y-old children. *PLoS Biol.* 2006; 6: 844-854.
11. Barth H, La Mont K, Lipton J, Dehaene S, Kanwisher N, Spelke E. Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition.* 2006; 3: 199-222.
12. Caño A, Rapp B, Acosta A, Juncadella M. Deafness for the meanings of number words. *Neuropsychologia.* 2008; 46: 63-81.
13. Askenazi S, Henik A. Attentional networks in developmental dyscalculia. *Behav brain funct.* 2010; 7: 6-2.
14. Dehaene S, Cohen L. Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex.* 1997; 33: 219-250.
15. Cohen L, Dehaene S. Amnesia for arithmetic facts: a single case study. *Brain Lang.* 1994; 47: 214-232.
16. Wilson AJ, Revkin SK, Cohen D, Cohen L, Dehaene S. An open trial assessment of «the number race», an adaptative computer game for remediation of dyscalculia. *Behav brain funct.* 2006; 2: 1-16.
17. Rubinstein O, Tannock R. Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. *Behav brain funct.* 2010; 6: 1-13.
18. Wilson AJ, Dehaene S, Pinel P, Revkin SK, Cohen L, Cohen D. Principles underlying the design of «the number race», an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behav brain funct.* 2006; 30: 2-19.
19. Stanescu-Cosson R, Pinel P, van de Moortele PF, Le Bihan D, Cohen L, Dehaene S. Understanding dissociation in dyscalculia. A brain imaging study of the impact of number size on the cerebral networks for exact and approximate calculation. *Brain.* 2000; 123: 2240-2255.
20. Cohen L, Dehaene S. Cerebral networks for number processing: evidence from a case of posterior callosal lesion. *Neurocase.* 1996; 2: 155-174.
21. Izard V, Dehaene-Lambertz G, Dehaene S. Distinct cerebral pathways for object identity and number in human infants. *PLoS Biology.* 2008; 6: 275-285.
22. Cappelletti M, Lee HL, Freeman ED, Price CJ. The role of the right and left parietal lobes in the conceptual processing of numbers. *J Cogn Neurosci.* 2010; 22: 331-346.
23. Roux FE, Lubrano V, Lauwers-Cances V, Giussani C, Demonet JF. Cortical areas involved in arabic number reading. *Neurology.* 2008; 70: 210-217.
24. Ridhuan M, Lim A, Bakar Z, Mahari R, Faye I, Hilmi M et al. Video games in children's learning of mathematics. *International Journal of Basic and Applied Science.* 2011; 11: 14-17.
25. Kim S, Chang M. Computer games for the math achievement of diverse students. *Educational technology and society.* 2010; 13: 224-232.
26. Shawn C, Bavelier D. Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 2006; 32: 1465-1478.
27. Murphy K, Spencer A. Playing video games does not make for better visual attention skills. *Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis.* 2009; 6: 1-20.
28. Dyet MW, Green CS, Bavelier D. The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia.* 2009; 47: 1780-1789.
29. Matthew WG, Dye C, Green CS, Bavelier D. Increasing speed of processing with action video games. *Curr Dir Psychol Sci.* 2009; 18: 321-326.
30. Rebetez C, Bétrancourt M. Video game research in cognitive and educational sciences. *Cognition, Brain and Behavior.* 2007; 11: 131-142.
31. Ke F. A case study of computer gaming for math: engaged learning from gameplay? *Computers and Education* 2008; 51: 1609-1620.
32. Martínez-Cruz CF, García-Alonso Themann P, Poblano A, Madlen Kuri-Noriega MA. Estimulación temprana de audición y lenguaje para niños con alto riesgo de secuelas neurológicas. *Acta Pediatr Mex.* 2010; 31: 304-310.
33. Arch-Tirado E, Lino-González AL, Alfaro-Rodríguez A. La importancia de la estimulación de las áreas implicadas en el procesamiento matemático y sus efectos en el neurodesarrollo. *Cir Cir.* 2013; 81: 69-73.