

Entrenamiento viso-perceptual de relaciones espaciales: presente y futuro de la terapia visual

Visuo-perceptual training of spatial relationships: present and future of visual therapy

Autores:

Yeimi Alejandra Castaño Silva, Est. Optometría Universidad Antonio Nariño

Correo: ycastano93@uan.edu.co

Viviana Paola Quiroga Báez, Est. Optometría Universidad Antonio Nariño

Correo: vquiroga17@uan.edu.co

Resumen

Objetivo: Reportar los resultados del uso de terapia viso-perceptual de relaciones espaciales y los cambios en los que se han incurrido en los últimos años con la implementación de videojuegos o procesos tecnológicos. **Metodología:** Se realizó una revisión narrativa en PubMed, Ebsco host y google académico, entre los años 2000 y 2020. Se determinó la calidad de los artículos por medio de la escala Caspe, se incluyeron estudios con calificación mínima de 7 puntos. **Resultados:** Se recuperaron 40 artículos en total, 35 se incluyeron por cumplir con los criterios de inclusión y evaluación. Se evidenció la publicación de textos que definen la terapia visual, entrenamiento y rehabilitación, como también los métodos utilizados en cada tipo de intervención y su validez. **Conclusiones:** Los videojuegos como el Nintendo Wii, programa convencional de entrenamiento visoperceptual (*CVPTP*, por sus siglas

en inglés), el sistema auxiliar de entrenamiento apoyado en videojuegos (*GBATS*, por sus siglas en inglés) mejoran la eficiencia visual, y son útiles para mejorar las habilidades viso-perceptivas. Algunos dispositivos especializados como el “laparoscopio de alineación directa e inversa”, los simuladores de realidad virtual y el “software de modelado 3D” pueden restablecer las habilidades viso-espaciales.

Descriptores: “visual training”, “vision therapy”, “perceptual abilities”, “neurovisual rehabilitation”, “visual spatial skills”, “visuospatial skills”, “neurovisual training”, “visual-spatial skills”, “visual-spatial abilities”, “training”

Abstract

Objective: To report the results of the use of visual-perceptual therapy of spatial relationships and the changes that have been incurred in recent years with the implementation of video games or technological processes. **Methodology:** A narrative review was carried out in PubMed, Ebsco host and academic google, between the years 2000 and 2020. The quality of the articles was determined using the Caspe scale, studies with a minimum score of 7 points were included. **Results:** A total of 40 articles were retrieved, 35 were included because they met the inclusion and evaluation criteria. The publication of texts that define visual therapy, training and rehabilitation, as well as the methods used in each type of intervention and their validity, was evidenced. **Conclusions:** Video games such as Nintendo Wii, the Conventional Visual Perceptual Training Program (CVPTP) and the Game-Based Auxiliary Training System (GBATS) improve visual efficiency, and are useful to improve visual-perceptual skills. Some specialized devices such as the "forward and

reverse alignment laparoscope", virtual reality simulators, and "3D modeling software" can restore visuospatial skills.

Descriptors: "visual training", "visual therapy", "perceptual skills", "neurovisual rehabilitation", "visual spatial skills", "visuospatial skills", "neurovisual training", "visuospatial skills", "visuospatial skills", " training"

1. Introducción

Las relaciones espaciales han sido definidas como la capacidad del sistema visual para reconocer la posición relativa de los objetos en el espacio, es decir, ayudan a diferenciar entre arriba y abajo, adelante y atrás, derecha e izquierda de los objetos con relación a un sistema de referencia (1).

Las relaciones espaciales junto al sistema vestibular y somatosensorial producen la percepción del espacio, como lo son, la orientación egocéntrica y aloécéntrica (2).

Orientación egocéntrica es la ubicación de los estímulos periféricos en relación con el cuerpo del observador (3) y la

orientación aloécéntrica son las representaciones espaciales en las cuales el ambiente sirve como marco de referencia para un sistema de coordenadas independiente del observador (3).

Estas hacen parte de las habilidades viso-perceptuales, las que, junto con la agudeza visual, la sensibilidad al contraste, el campo visual, la visión cromática y la visión binocular conforman la función visual. Fisiológicamente, las relaciones espaciales se procesan a través de las capas magnocelulares de la vía visual, la vía cortico-dorsal, y finalmente la corteza parietal posterior del encéfalo, para formar redes con otras regiones cerebrales como las células de

posicionamiento del hipocampo (4), células red de la corteza entorrinal y la corteza prefrontal (5).

Más adelante, los sistemas perceptuales se integran con el resto del sistema nervioso para generar una respuesta motora. En este contexto, el desarrollo de las relaciones espaciales es esencial para la ejecución de las actividades de la vida diaria hasta el aprendizaje de la lectoescritura, ciencias, ingenierías, deportes, entre otras (6).

Las deficiencias del sistema visual, motor y acomodativo – tradicionalmente- se han venido tratando por medio de terapias convencionales (amblioscopio, cordón de Brock, prismas sueltos). En la actualidad, es posible el entrenamiento viso-perceptual por medio de actividades especialmente diseñadas para fortalecer o mejorar el rendimiento

de las redes neuronales a nivel perceptual.

El desarrollo tecnológico ha producido videojuegos de múltiple naturaleza, que se sabe, modifican el procesamiento perceptual y motor (7), así como también otro tipo de dispositivos que podrían llegar a ser métodos efectivos de terapia, entrenamiento o rehabilitación visual.

Existe evidencia del uso del entrenamiento visoperceptual para el tratamiento de ambliopía en adultos (8) y para el entrenamiento de desempeño psicomotor, aprendizaje y habilidades espaciales (9). Así como también hay reportes de que dichas intervenciones no son efectivas, sobretodo en el tratamiento de problemas de aprendizaje (10).

No obstante, el entrenamiento viso-perceptual continúa siendo un tema

poco conocido o incluso controversial en la práctica optométrica (8), (9), (10). Así las cosas, el presente artículo busca primero aclarar las definiciones de terapia, entrenamiento y

rehabilitación visual y así describir los métodos de intervención usados para ello y la validez de sus resultados clínicos.

2. Materiales y métodos

Objetivo:

Reportar los resultados del uso de terapia viso-perceptual de relaciones espaciales y los cambios en los que se han incurrido en los últimos años con la implementación de videojuegos o procesos tecnológicos.

Fuentes de información:

Se realizó un estudio de revisión narrativa, observacional, retrospectivo entre los años 2000 y 2020 de artículos sobre habilidades viso-perceptuales y habilidades visoespaciales en bases de datos, PubMed, Ebsco host y google académico. Utilizando los siguientes descriptores: “visual training”, “vision therapy”, “perceptual abilities”, “neurovisual rehabilitation”, “visual spatial skills”, “visuospatial skills”, “neurovisual training”, “visual-spatial skills”, “visual-spatial abilities”, “training” combinados con operadores booleanos.

Se tuvieron en cuenta artículos con referencias en texto completo en inglés y español. Adicionalmente, para la clasificación de calidad de estos se aplicó la escala denominada Caspe (Critical Appraisal Skills Programme Español).

Caspe es un método de lectura crítica de literatura científica que consta de una serie de pruebas que evalúan artículos dependiendo del tipo de estudio. Tiene de dos o tres preguntas iniciales que son excluyentes relacionadas a la problemática o aleatoriedad (según aplique) y otras preguntas que analizan desde la idoneidad de los objetivos hasta la validez de los resultados, para completar un total de 11 preguntas.

2.1. Criterios de inclusión

- Publicaciones originales en inglés o español
- Publicados entre 2000 y 2020
- Artículos con reporte de resultados de terapia visual, entrenamiento o rehabilitación de habilidades viso-perceptuales o relaciones espaciales en pacientes de cualquier edad.

2.2. Criterios de exclusión

- Artículo que no dispongan de texto completo.

2.3. Definición de categorías de análisis

Para el análisis de la información se establecieron tres categorías conceptuales (transversales a todos los artículos) de la siguiente manera:

1. Definiciones de terapia visual, entrenamiento y rehabilitación
2. Métodos usados (convencionales, software o videojuegos).
3. Validez de los resultados clínicos.

3. Resultados

Posteriormente de la búsqueda de información se recuperaron 40 referencias, de las cuales se eliminaron 5 que no cumplieron con la escala de análisis de Caspe, para finalmente ser seleccionados 35 artículos.

Los textos fueron divididos en grupos de acuerdo a su temática (tabla 1):

1. Intervención convencional y ortóptica: es la terapia o entrenamiento de las alteraciones estrábicas y no estrábicas de la visión binocular o también de funciones visuales básicas como agudeza visual, sensibilidad al contraste, campos visuales.
2. Intervención de habilidades viso-perceptuales: es la terapia o entrenamiento de habilidades de procesamiento de la información luminosa; algunas de las clínicamente evaluadas son: discriminación visual, reconocimiento de figura fondo, constancia de forma, memoria visual, memoria secuencial, cerramiento visual, relaciones espaciales, entre otras.
3. Intervención de relaciones espaciales: es la terapia o entrenamiento de la habilidad para identificar la ubicación relativa de los objetos en el entorno.

Tabla 1. Estudios incluidos por tipo de intervención

Tipo de intervención	Autor	Tipo de publicación	Método de terapia o entrenamiento	Población	Resultados
Convencional	Kohmura, Y, et al. (2019) (11).	Experimental	C de Landolt en movimiento horizontal para agudeza visual dinámica, tres barras verticales móviles para medir la percepción de profundidad y estímulos luminosos proyectados para coordinación ojo mano.	46 jugadores de baseball: un grupo de entrenamiento de bateo convencional vs uno de entrenamiento enfocado en el seguimiento visual.	En este estudio se observó que la práctica de bateo y el entrenamiento visual (agudeza visual dinámica, estereopsis y coordinación ojo-mano), mejoran la capacidad de juego diferentes velocidades de lanzamientos de baseball.
	Laukkanen, H y Rabien, J (2006) (12)	Experimental	EYEPORT Barra de 36 pulgadas con LEDs	31 estudiantes	El grupo de pacientes que usó el dispositivo mejoró significativamente las vergencias, facilidad de acomodación, velocidad de lectura y estereopsis.
	Vera, J, et al, (2017) (13)	Experimental	Basketball	33 pacientes divididos en dos grupos: sedentarios vs jugadores de basketball semiprofesionales	El grupo de jugadores de basketball semiprofesionales mostró mejores niveles de frecuencia cardiaca en reposo, eficiencia visual (acomodación, vergencias y movimientos oculares) y habilidades viso-perceptuales (discriminación visual y coordinación- ojo mano).
	Fahle, M. (2009) (14)	Revisión bibliográfica	Revisión narrativa sobre entrenamiento de funciones visuales básicas.	Recolección de datos	Nos reportan casos exitosos de adaptaciones neuronales que mejoran las funciones visuales básicas (sensibilidad al contraste y agudeza visual)

					en tratamientos con prismas y en implantes de lentes intraoculares.
Di Russo, F, et al. (2003) (15)	Experimental	Estímulos controlados y proyectados por computador	15 participantes, 7 tiradores profesionales y 8 controles		El grupo de tiradores profesionales tuvo un mejor nivel de fijación y movimientos sacádicos que el grupo de control. Luego de 10 sesiones de 30 minutos de entrenamiento de movimientos sacádicos, uno de los sujetos del grupo control alcanzó niveles similares al de tiradores profesionales.
Paul, M., Biswas, S. et al. (2011) (16).	Experimental	Pelota de Marsden, cordón de Brock	38 participantes, 19 mujeres y 19 hombres		A los participantes se les evaluó, las habilidades básicas, se tuvo en cuenta la coordinación ojo-mano y la acomodación, se concluyó que el entrenamiento visual mejora las habilidades visuales y a su vez mejora las habilidades deportivas.
Copolillo, A. E Ivanoff, SD (2011) (17)	Revisión bibliográfica	El uso de varios tipos de gafas; prismas y lentes telescópicos para mejorar la atención visual	Recolección de datos		En este artículo se habla de nuevas tecnologías que pueden funcionar para el entrenamiento de personas con déficits neuronales, reportan que los profesionales pueden usar estas herramientas para mejorar la atención visual y déficits de campo visual en estos pacientes.

Tate, B., Paul, M., Jaspal, S. (2008) (18).	Experimental	Lecturas simples, partidos de Cricket televisados y prácticas de entrenamiento continuas.	30 bateadores de edades entre 16 y 25 años, realizaron tres grupos	Entrenamiento de habilidades visuales mejora las habilidades visuales básicas como el tiempo de reacción, la percepción de profundidad, los movimientos sacádicos de los ojos y la facilidad de acomodación de los jugadores de críquet, en esta investigación se pudo concluir que el entrenamiento visual mejora las habilidades visuales de jugadores de críquet y que mejora el rendimiento de bateo.
Polat, U. (2009) (19)	Experimental	Test de sensibilidad al contraste	70 mujeres, de edades entre 19 a 24 años	Se les realizó pruebas de sensibilidad al contraste espacial y temporal. En este estudio se encontraron buenos resultados de los participantes.
Alfailakawi, A (2016) (20)	Experimental	Entrenamiento con pelotas	20 jóvenes, menores de 16 años	Se les midió, coordinación de ojos y manos, la coordinación de ojos y pies y agudeza visual, en el programa de entrenamiento visual mostró ser eficaz para mejorar las funciones visuales y la habilidad de tiro entre los deportistas.
Michael F. Zupan PhD, et al. (2006) (21)	Experimental	Utilización de gráficos, prueba de Accuvision	922 deportistas, 759 hombres y 163 mujeres	En este estudio trataron movimientos sacádicos, acomodación, vergencia y velocidad y coordinación ojo-mano. Los resultados encontrados indican mejoría del sistema visual cuando los deportistas realizan el entrenamiento.
Deveau, J., Lovcik, G. y	Experimental	Software, analizador visual y analizador funcional visual	30 participantes, 18 hombres y 12 mujeres, de edades entre 18 y 55 años	Evaluaron la agudeza visual central, sensibilidad al contraste, agudeza funcional y orientación, esta investigación demostró que en el campo del

	Seitz, AR (2014) (22)				aprendizaje perceptivo la visión puede mejorar tanto en personas que ven bien, como en personas con alguna discapacidad visual.
Habilidades visoperceptuales	Nimmerichter, A., Weber, N. J., et al. (2016) (23)	Experimental	Videos pregrabados, oclusión y test de Sprint	34 hombres, dos grupos	Los resultados determinaron que el entrenamiento visual basado en videos mejora la toma de decisiones y el tiempo de reacción de los jugadores de fútbol.
	Sajan, JE, et al (2016) (24)	Experimental	Videojuego Nintendo Wii y terapia convencional para habilidades visoperceptuales y movilidad funcional.	Niños de 5 a 20 años con parálisis cerebral	Se observó una mejora significativa en las funciones de las extremidades superiores en el grupo de intervención con (wii), pero no en el grupo de control. Mientras que, en cuanto al control postural y balance, habilidades visoperceptuales y movilidad funcional no hubo diferencias significativas entre los dos grupos.
	Mitroff, S. et al, (2013) (25)	Prueba piloto	Gafas estroboscópicas	11 jugadores de hockey, 7 delanteros y 4 defensas	El grupo de jugadores que recibió entrenamiento con gafas estroboscópicas mejoró un 18% su rendimiento (atención visual y tiempo de reacción) en el juego con respecto al grupo que no usó dicho dispositivo.
	Wuang YP, Chiu, YH, et al. (2018) (26)	Experimental	Videojuegos CVPTP convencional y GBATS	Niños de 6 a 10 años, se dividieron en dos grupo	Se les midió la disfunción de percepción visual en niños con discapacidades y utilizaron unos sistemas de entrenamiento basado en juegos, este estudio demostró que el GBATS fue el que mejores

					resultados arrojó y puede ser utilizado como entrenamiento visual para las intervención de rehabilitación para tratar niños con disfunción de la percepción visual.
Poltavski, D., & Biberdorf, D. (2011) (27).	Experimental	'Software' and 'Hardware'	45 jugadores de tenis de mesa universitarios, hombres y mujeres edades entre 18 y 28 años, se dividieron en tres grupos		Evaluaron las variables cognitivas/motora, discriminación visual y memoria visual, mostraron una mejora significativa en el grupo experimental, el grupo placebo no mostró resultados de mejora el grupo control mostró resultados significativos.
Deveau, J. y Seitz, AR (2014) (28)	Revisión bibliográfica	No aplica		Recolección de datos	Estos autores exponen que el entrenamiento cerebral mejora los impactos de las enfermedades en la retina y curan las disfunciones corticales, como la ambliopía, también encontraron que el enfoque del aprendizaje perceptivo mejora los efectos de la presbicia y la función visual de personas con baja visión.
Gao, Y., Chen, L., et al. (2015) (29)	Revisión bibliográfica	Sistema de prueba, Optic 6500		Recolección de datos	Evaluaron las habilidades visuales: agudeza visual dominante, sensibilidad al contraste, alcance visual, memoria visual. Habilidades oculomotoras: agudeza dinámica, facilidad de acomodación, punto cercano de convergencia y forma cercana/lejana. en los resultados hallados se evidenció que los

					atletas tuvieron mejoras y los que no son atletas no se evidenció ningún cambio.
	Bhatt, SK, De León, et al. (2018) (30).	Experimental	Videojuegos	Niños de edad entre 8 y 15 años	En este estudio, diseñaron dos videojuegos para tratar niños con autismo, en este estudio se obtuvieron resultados satisfactorios con la implementación de estas nuevas herramientas.
	Solan, HA, et al. (2003) (31)	Experimental	Software	53 estudiantes de sexto grado, se dividieron en dos grupos	Se evaluaron niños de sexto grado con discapacidades lectoras moderadas y la atención visual, al finalizar las terapias se encontró que en el grupo experimental tuvo mejoras significativas a comparación del grupo control
Habilidades espaciales	Holznecht,C ; Schmidt, T ; Gould J (2012) (32).	Experimental	Laparoscopia, cámara	22 estudiantes de medicina, de edades entre 22 y 29 años	Se entrenó un grupo de estudiantes con un laparoscopia para entrenar las condiciones de alineación hacia adelante o hacia atrás con una tarea estandarizada en un entrenador de video. En ambas orientaciones obtuvieron puntuaciones significativas, se evidencio que las relaciones espaciales puede resultar bueno para cirujanos novatos.
	Pacella, F., et al. (2017) (33)	Experimental	Prueba de Eidomorfometria, programa TIGRAM	28 niños, 16 hombres y 12 mujeres con dislexia, de edades entre 6 a 12 años	Se evaluó la percepción de relaciones espaciales, la sensibilidad al contraste especialmente en frecuencias bajas, en esta investigación se demostró que el entrenamiento de rehabilitación en el programa TIGRAM es capaz de mejorar la

					percepción de las relaciones espaciales y aumentar la sensibilidad al contraste en pacientes con dislexia visual.
	Khanal, S. (2015) (34)	Revisión bibliográfica	Entrenamiento de bateo, software en computadora	Recolección de artículos	Se les realizó pruebas de habilidades espaciales: información visual y funciones cognitivas. Con los resultados evidenciados se recomienda el entrenamiento de estas habilidades en los atletas.
	Li, RW, Ngoc., Nguyen, J. y Levi, DM (2011) (35).	Experimental	Videojuegos de acción y sin acción	20 adultos con ambliopía, de edades entre 15 años	En este artículo de la plasticidad estimulada con entrenamiento visual y sobre todo a través de las nuevas tecnologías como lo son los videojuegos, se tuvieron en cuenta agudeza visual, posición, atención espacial y estereopsis, en el mecanismo neuronal aún no se ha encontrado resultados, comprobaron que las habilidades espaciales por medio de videojuegos de acción y sin acción, dan mejores resultados que los videojuegos que no tienen acción.
	Abernethy, B (2015) (36).	Experimental	Entrenamiento de squash, entrenamiento por medio de películas	16 sujetos expertos y 20 novatos	Les evaluaron la lateralidad (derecha, izquierda). Al final del estudio ambos grupos estaban sincronizados y al mismo nivel.
	Appelbaum, L. G., et al. (2018) (37).	Revisión bibliográfica	Simuladores de realidad virtual	Recolección de artículos	Realizaron una recolección de artículos sobre habilidades espaciales, con enfoque: concentración

					visual-espacial, memoria y velocidad a través de juegos.
Anastakis, DJ, et al. (2000) (38)	Revisión bibliográfica	No aplica		Recolección de artículos	En este artículo, evaluaron pruebas visoespaciales: orientación, discriminación visual, sensibilidad al contraste de frecuencias espaciales, y de capacidad quirúrgica, los autores concluyeron que por medio de recolección de datos bibliográficos se podía enseñar la relación de las relaciones espaciales y los procesos quirúrgicos.
Hedman L et. Al. (2006) (39)	Experimental	Simuladores, pruebas psicométricas, software: BalQ, MRT A y C, KSA, MIST		54 estudiantes de medicina, 27 mujeres y 27 hombres	Se evaluaron las relaciones espaciales y cognitivas, coordinación ojo-mano por medio de una prueba psicométrica, la capacidad visoespacial para principiantes quirúrgicos tuvo buenos resultados de la tarea visual-espacial con el software KSA.
Schlickum, M et al. (2011) (40).	Experimental	Simuladores, programa Robodemo		25 estudiantes de medicina, de edades entre 23 a 36 años.	En este estudio se demostró que existen diferencias en las habilidades visuales y el contenido de las tareas de rendimiento del simulador y se evidenció que las habilidades visoespaciales tienen relación con los simuladores quirúrgicos.
Milner-Bolotin, M. y Nashon, SM (2012) (41).	Revisión bibliográfica	Material multimedia especial		Recolección de artículos	En esta revisión los autores analizaron las disciplinas relacionadas con la ciencia, ingeniería y las matemáticas, estudian las habilidades de alfabetización visual-espacial y habilidades en 3D,

					el autor creó un curso donde al final los resultados fueron exitosos.
	Wright, R., Thompson, WL, et al. (2008) (42).	Experimental	Software de relaciones espaciales	31 participantes, 14 hombres y 17 mujeres	El entrenamiento visual mejora el desempeño de las tareas de habilidades espaciales, se encontró que hubo resultados significativos con las pruebas computarizadas.
	Sorby, S, Drummer, T, et al. (2005) (43)	Revisión bibliográfica	Bocetos y aplicaciones informáticas	Recolección de datos	Los autores exponen que el entrenamiento visual tiene funciones importantes en los individuos, ya que las personas nacen como habilidades, sin embargo, las habilidades espaciales, se aprenden por medio de terapias y entrenamiento.
	Sorby, SA (2009) (44).	Revisión bibliográfica	Croquis a lápiz, videojuegos, plataformas multimedia y web, realidad virtual y objetos físicos, software de modelado 3D	Estudiantes de ingeniería	Realizaron una revisión bibliográfica, donde evaluaron las habilidades cognitivas y espaciales y se obtuvo resultados favorables y de confianza en cada prueba, se realizó este estudio para mejorar las habilidades espaciales tridimensionales de los estudiantes.
	Lai, MY y Leung, FKS (2012) (45)	Experimental	Prueba de desarrollo de la percepción visual (DTVP-2)	72 niños chinos, 37 hombres y 35 mujeres	En este estudio se habla que el entrenamiento visual, es un factor importante en el aprendizaje de caracteres chinos. Se examinaron las habilidades perceptivas: coordinación ojo-mano, relaciones espaciales, posición en el espacio, cierre visual y constancia visual. Se demostró que las relaciones

					especiales y el aprendizaje son importantes para los niños.
--	--	--	--	--	---

Fuente: elaboración propia

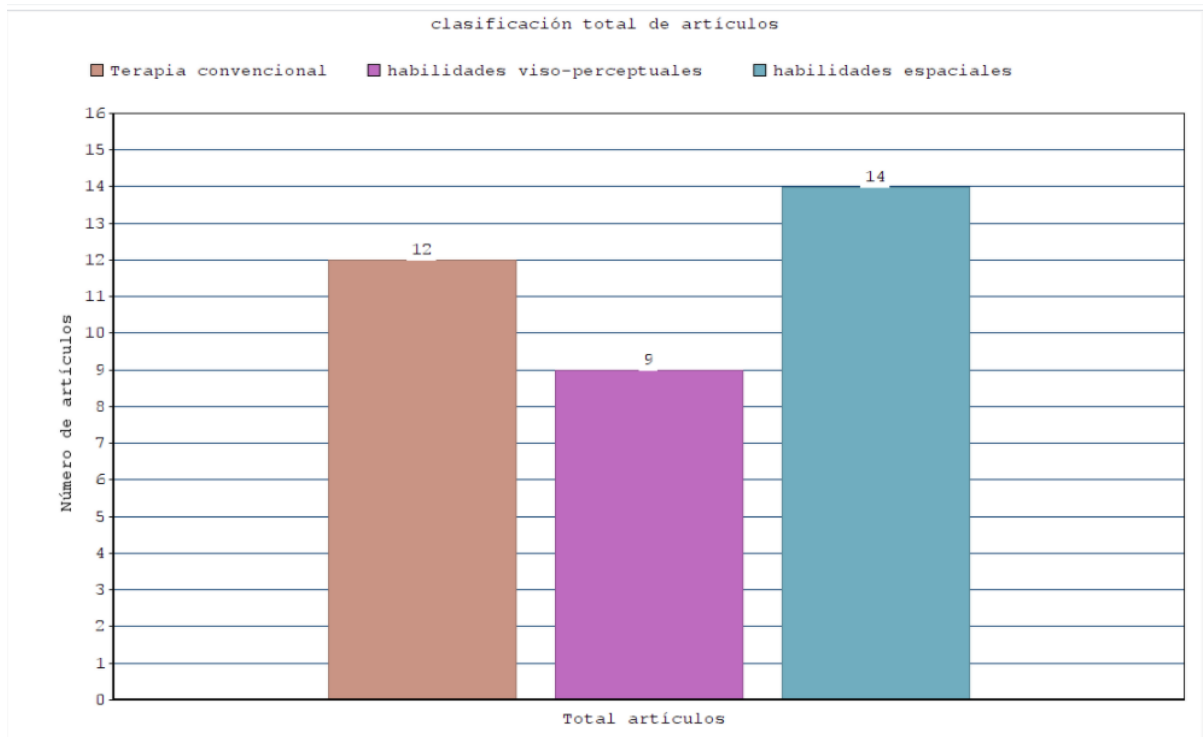


Gráfico 1: clasificación de estudios incluidos.

Fuente: elaboración propia

De los 35 artículos, se incluyeron categorías de terapia convencional (12), habilidades visoperceptivas (9) y habilidades espaciales (14) (gráfico 1).

3.1 Análisis de resultados

3.1.1. Definiciones de terapia visual, entrenamiento y rehabilitación

Tradicionalmente, la terapia visual es el tratamiento de alteraciones visuales y además de otras habilidades motoras como la fijación, los movimientos sacádicos, entre otros. Carrasco Bautista, MC (46), definió la terapia visual como el tratamiento optométrico, totalmente diferente para cada individuo que previene, corrige, elimina o

compensa los problemas del sistema visual cuando ya es manifestado; la terapia visual mejora las capacidades visuales y neurológicas de las personas para así lograr la eficiencia en actividades cotidianas (46). Por otro lado, Berrojo Domínguez, I, et al (47), dieron otra definición: la terapia es la estimulación del sistema visual que puede mejorar el rendimiento y funcionamiento por medio de entrenamientos, prácticas y actividades. Estos mismos autores, definen el entrenamiento visual como un conjunto de técnicas que tienen como propósito mejorar la calidad de la visión del individuo, con su máxima comodidad y un mínimo esfuerzo al realizar las tareas asignadas.

El entrenamiento visual (E.V), busca que el paciente aprenda a utilizar nuevas técnicas que le permitan obtener una gran cantidad de información de manera rápida. El E.V mejora las habilidades y el sistema visual trabaja de manera óptima, puede percibir, procesar y entender la información de forma adecuada (47).

Según la Organización Panamericana (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS):

La rehabilitación "...es un conjunto de intervenciones diseñadas para optimizar el funcionamiento y reducir la discapacidad en individuos con condiciones de salud en la interacción con su entorno..." (48).

Uson González, E, et al (49), por otra parte, menciona que la rehabilitación visual tiene como propósito principal obtener resultados concretos según el paciente. En niños, se busca conseguir un desarrollo general normal, psíquico, cognitivo, psicomotriz y socio-efectivo; en los adultos, restaurar las deficiencias que se puedan encontrar en cualquier aspecto; en ancianos, se averigua los intereses o actividades que realicen en su vida cotidiana.

En resumen, la terapia visual es el conjunto de actividades o tratamientos especialmente diseñados para tratar alteraciones manifiestas del sistema visual, que va de la mano con el entrenamiento visual que busca mejorar habilidades incluso por arriba de los valores de normalidad; la rehabilitación -en cambio- consiste en ciertas actividades o adaptaciones para optimizar el rendimiento de pacientes con discapacidades ya establecidas.

3.1.2. Métodos usados y su validez (convencionales, software y videojuegos).

En cuanto a la terapia convencional, se encontraron los siguientes métodos usados: Eyeport (12) para el tratamiento de vergencias, velocidad de lectura y estereopsis, Pelota de Marsden y cordón de Brock (16), para el entrenamiento de coordinación ojo-mano y acomodación, C de Landolt (11) agudeza visual dinámica, prismas y lentes telescópicos (17) atención visual, campo visual y software analizador visual (22) agudeza visual central, sensibilidad al contraste, agudeza funcional y orientación.

El dispositivo Eyeport (12), consiste en una barra de plástico de 36 pulgadas con una serie de 12 luces LED rojas y azules que permiten el entrenamiento y tratamiento de las vergencias, la facilidad de acomodación, la velocidad de lectura y la estereopsis, encontraron pequeñas mejoras en las variables trabajadas, los participantes evaluados tenían una visión normal corregida 20/20 y no presentaban ninguna alteración (estrabismo, ambliopía y demás), al terminar la intervención se evidenciaron mejoras significativas en los participantes. Entre tanto, Kohmura, Y, et al, (11), midieron variables similares a las anteriores en la práctica de bateo, donde utilizaron como método la C de Landolt para determinar la agudeza visual dinámica, dos barras verticales para medir la percepción de profundidad y estímulos luminosos

proyectados en una pantalla tangente para la coordinación ojo-mano. Este entrenamiento mejoró significativamente la agudeza visual dinámica pasando de 40.6 revoluciones por minuto (rpm) logrando 44.1 rpm; en la coordinación ojo-mano el tiempo de reacción mejoró de 74.2 a 75.8 seg y el tiempo de precisión de 109.8 antes del tratamiento y 113.7 después de cuatro meses de tratamiento.

Paul, M, et al, (16), realizaron terapia con el cordón de Brock y la pelota de Marsden con jugadores de tenis de mesa, donde trataron coordinación ojo-mano y acomodación, reclutaron pacientes con visión 20/20, al finalizar las sesiones de entrenamiento se tuvo en cuenta el antes y después de la terapia se encontró una mejoría en la puntuación de los jugadores principalmente en el grupo experimental, respecto al placebo y el control.

Coppolillo, A. e Ivanoff, SD (17), utilizaron prismas y lentes telescópicas para la valoración de la atención visual y déficits neuronales "trastornos posquiasmáticos del campo visual" y "Trastornos visuales centrales", en esta revisión reportaron que estas herramientas funcionan para mejorar el déficit de campo y atención visual. Al igual que, Deveau, J, et al, (22), evaluaron la agudeza visual central, la sensibilidad al contraste, la agudeza funcional, es decir, -que se tuvo en cuenta el ojo con mejor visión- y la orientación, aquí también se valoraron pacientes con aprendizaje perceptivo, incluida la participación, la atención, los estímulos multisensoriales y los estímulos múltiples dimensiones, se escogieron participantes con agudeza visual normal o corregida (20/20) y sin ningún problema neurológico, demostrando que por medio de este entrenamiento se puede mejorar la velocidad de procesamiento visual tanto en individuos con desarrollo visual óptimo como en aquellos con baja visión.

Siguiendo con la terapia viso-perceptual se encontraron métodos basados en videojuegos, videos pregrabados y software: Nintendo Wii, videos, entre otros.

El videojuego para Nintendo Wii creado por Sajan, J. E., John, J. A., et al, fue especialmente diseñado para entrenar habilidades viso-perceptivas en pacientes con parálisis cerebral (24), pero no se encontraron resultados significativos en la percepción visual y movilidad funcional en la rehabilitación de estos niños. Por otro lado, se realizó este estudio para valorar niños con autismo, estos autores diseñaron dos tipos de videojuegos (happy minions y emotion game) dando resultados positivos y mostrando mejoras en el seguimiento de los movimientos de lateralidad de los niños (30).

Deveau, J, et al, exponen por medio de una revisión bibliográfica que la visión reducida puede tener un impacto negativo en las personas al interactuar con el mundo que los rodea, ya que nuestra capacidad de ver se basa no solo en un buen funcionamiento visual, sino que también cómo el cerebro utiliza la información, muchos ejemplos de mala visión, son debido a derrames cerebrales, daño cerebral traumático o ambliopía, debido a ello nace la necesidad de desarrollar terapias para el entrenamiento cerebral y si mejorar impactos sobre la retina y las condiciones corticales como en la ambliopía (28), incrementando el enfoque del aprendizaje perceptivo y las funciones visuales de personas con baja visión.

En cuanto a las habilidades viso-perceptuales de relaciones espaciales, Sorby, S, et al (43) mencionan que el entrenamiento visual de relaciones espaciales tiene funciones importantes en los individuos, ya que éstas se desarrollan al nacer y se ejercitan por medio de terapias y entrenamiento. Milner-Bolotin, M, et al, también

realizaron una revisión bibliográfica sobre el papel del aprendizaje viso-espacial (habilidad de visualizar o imaginar objetos en 3D) y reportan que las adquisiciones de dichas habilidades son vitales el desarrollo de las ciencias biológicas modernas y aunque se deben adquirir en los niveles primarios de educación también se pueden aprender en los niveles superiores (41).

Wright, R, et al, (42) entrenó las relaciones espaciales por medio de pruebas computarizadas del -Shepard-, que consiste en Tarea de rotación mental (MRT), una tarea mental de doblar papel (MPFT) y una tarea de analogías verbales (IVA), se encontró una mejoría en el desempeño de las tareas espaciales indicadas en el sistema, mostrando buenos resultados en las pruebas computarizadas; así como, Khanal, S, (34) quien empleó dos métodos de entrenamiento (bateo y software en computadora) para tratar la información visual y las funciones cognitivas, con los resultados se evidenció que el entrenamiento de estas habilidades en los atletas es importante para restablecer el rendimiento deportivo.

Anastakis, DJ, et al, (38) dentro de su revisión bibliográfica, reporta autores que evaluaron las capacidades viso-espaciales: orientación, discriminación visual, sensibilidad al contraste y capacidad quirúrgica, determinando la importancia entre las habilidades espaciales en actividades como los procesos quirúrgicos. Así también Schlickum, M, et al, (40) evaluaron las habilidades visuales usando la prueba MRT-A y la memoria de trabajo visual con el programa de computadora RoboMemo y encontraron que existen diferencias entre ambas, los autores sugieren la necesidad de diseñar nuevos programas de entrenamiento ajustado a las tareas quirúrgicas

específicas que permitan capacitar a los estudiantes y así tener mejores resultados.

Li, RW, et al, (35) realizaron una revisión experimental, donde emplearon métodos como videojuegos con y sin acción en pacientes con ambliopías, midieron la agudeza visual, la posición de objetos, atención espacial y estereopsis, estimularon la plasticidad a través del entrenamiento visual donde hallaron que los videojuegos con acción presentaban mejores resultados en estos pacientes; de igual manera Lai, MY et al, (45) evaluaron variables similares en una población de niños chinos, midieron la coordinación ojo-mano, relaciones espaciales, constancia visual y cierre visual, en el que observaron que el entrenamiento visual es un factor importante en el aprendizaje de caracteres chinos; por el contrario, Pacella, F, et al, (33) emplearon un software para la rehabilitación en niños con dislexia, con el programa de neuro potencia visual TRIGRAM, el cual mejoró positivamente la percepción de las relaciones espaciales y aumentó la sensibilidad al contraste de estos pacientes.

4. Discusión:

Según el objetivo propuesto para la presente investigación, reportar los resultados del uso de terapia viso-perceptual de relaciones espaciales y los cambios en los que se han incurrido en los últimos años con la implementación de videojuegos o procesos tecnológicos. La información recolectada en la revisión narrativa mostró que las terapias convencionales en comparación con el entrenamiento y las nuevas tecnologías aún tienen efectos válidos luego de su ejecución tanto en pacientes sanos como con alguna alteración visual, no obstante, las nuevas tecnologías muestran ser efectivas principalmente en deportistas o atletas (11), con mejoría de las habilidades

viso-perceptuales, así mismo, las relaciones espaciales de los sujetos participantes en los estudios quienes reportaron resultados positivos y mostraron la efectividad de los métodos utilizados, aunque los investigadores sugirieron confirmar dichos hallazgos por medio de nuevas investigaciones clínicas para validar lo concluido anteriormente.

Los resultados más relevantes demuestran que la terapia o entrenamiento visual en deportistas tienen efectos positivos, como por ejemplo, en el entrenamiento del bateo (11) como se evidenció en el presente estudio, este puede mejorar la capacidad de juego desde diferentes velocidades de lanzamiento de deportistas, con esto se puede suponer que el entrenamiento visual con los métodos tradicionales aún tienen validez para el tratamiento de la agudeza visual dinámica, la estereopsis, y la coordinación ojo-mano, entre tanto, Rodríguez Calala, JS (50), realizó un estudio titulado, Análisis de la discriminación visual en deportistas que practican Ecuavoley en la ciudad de Quito en el periodo 2018-2019, luego de evaluar las habilidades viso-perceptivas con métodos convencionales, propusieron que estos métodos terapéuticos mejoran las habilidades viso-perceptuales con seguimiento de la visión de los jugadores para lograr un rendimiento óptimo en el entrenamiento deportivo.

Así mismo, para el manejo de la ambliopía en adultos (35), los mejores tratamientos fueron las nuevas herramientas tecnológicas como, videojuegos, software y simuladores de realidad aumentada, estos demostraron mayor efectividad en menos tiempo; Muñío de la Puente, B. (51) en su estudio, concluyó de igual manera, que en los nuevos tratamientos para la ambliopía -basándose principalmente en la estrábica y refractiva- se han venido usando terapias más novedosas para obtener mejores resultados en niños como en adultos (oclusión + terapia visual o videojuegos), luego

de dos semanas de tratamiento con el videojuego obtuvo 0.08 logMAR y con parche 0.08 logMAR, a las cuatro semanas se igualaron los resultados, con videojuegos 0.10 logMAR y con el parche 0.12 logMAR concluyendo que es un método eficaz, teniendo en cuenta, que no solo se habla de la agudeza visual sino también de la acomodación, movimientos oculares, localización espacial y estereopsis, es decir, el trabajo del sistema visual en conjunto, destacando que para los pacientes adultos el esfuerzo es mayor y se demora más tiempo en obtener los resultados deseados.

De igual forma, Díaz N, et al, (52) en su trabajo el Tratamiento binocular de la ambliopía basado en la realidad virtual, exponen que en los últimos años la ambliopía se maneja desde una perspectiva binocular con resultados positivos y buscaron utilizar ambos ojos, bajo dos estrategias: i) tratamiento binocular interactivo, tiene como objetivo mejorar la agudeza visual, pero a diferencia de la oclusión se incluyen ambos ojos para completar las actividades del videojuego Pacman y, ii) el tratamiento antisupresión, tiene como propósito mejorar las habilidades binoculares con base en la disminución de la supresión, la estrategia es obtener un duplicado con el contraste, la utilización de videoclips en 3D, el cual pueda incidir positivamente en la recuperación de la estereopsis.

En relación a pacientes con autismo (30), la implementación de nuevas herramientas (videojuegos), demostró buenos resultados en los participantes, como lo demuestran también, Guzmán, G., Putrino, N, Martínez, F y Quiroz, N (53) en su estudio titulado Nuevas tecnologías: puentes de comunicación en el trastorno del espectro autista (TEA), quienes incluyeron videojuegos, interfaces virtuales, realidad virtual, entornos 3D, robótica, entre otros, con los cuales midieron habilidades cognitivas, lingüísticas, académicas, motrices, de conducta, sociales, viso-espaciales y de memoria,

concluyendo –al igual que en el presente estudio- que estas nuevas estrategias de terapia son efectivas en personas con esta discapacidad, reportando que el principal objetivo es mejorar el aprendizaje y también facilitan la adherencia al tratamiento.

Por otro lado, las habilidades visoperceptuales de relaciones espaciales, de acuerdo con varios estudios como Sorby, S, Drummer, et, al (43), Sorby, SA. (44), en estudiantes de ingenierías u otras carreras, se evidenció que para mejorar las habilidades en 3D, se podía por medio de métodos convencionales; así como también, con herramientas tecnológicas nuevas (videojuegos, softwares, entre otros), esto se contrasta con el estudio realizado por Tristancho Ortiz, JA., Contreras Bravo, LE. y Vargas Tamayo, LF. (54) quienes evaluaron con técnicas tradicionales y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) el desarrollo de habilidades espaciales en alumnos de primer semestre de ingeniería industrial, con software y realidad aumentada, concluyen que las técnicas con los dos talleres isométricos y de realidad aumentada dieron resultados similares.

Agregado a lo anterior, Villa Sicilia, A (55), realizó una investigación basada en el desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de estudiantes de ingeniería, bajo la evaluación de actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales, usó métodos tradicionales y nuevos, como videojuegos, software, realidad aumentada, entre otros, y encontró buen rendimiento de los estudiantes con las nuevas tecnologías.

Otro estudio sobre habilidades espaciales llevado a cabo por Fernández Rivera, DA, (56), denominado Videojuego Future-Machine en el entrenamiento de habilidades espaciales con soporte para las plataformas de realidad virtual Oculus Rift y computadoras personales, demostró la validez del videojuego y buenos resultados del entrenamiento con esta herramienta. Lo anterior evidencia, que todos los estudios recomiendan que el tratamiento de las habilidades espaciales se ejecute por medio de las nuevas tecnologías como los softwares y realidad aumentada.

El éxito de las intervenciones a nivel de habilidades básicas (agudeza visual, sensibilidad al contraste, campos visuales y binocularidad) dependen del tipo de alteración orgánica y de la etapa del desarrollo al momento del tratamiento; mientras que el éxito de las intervenciones a nivel de habilidades visoperceptuales (procesamiento visual superior) es mucho más flexible, es decir, se pueden obtener buenos resultados independientemente de la edad del paciente y de ciertos daños orgánicos (14). En ese orden de ideas, el futuro de la terapia visual en estas alteraciones expuestas, con la terapia convencional aún se obtienen buenos resultados, no obstante, con las nuevas tecnologías se consiguen mejores resultados en menor tiempo.

Adviértase que, en el desarrollo del estudio, se presentaron algunas limitaciones relacionadas con la consecución de los artículos que apoyaran la resolución del objetivo, como también las variables para su análisis.

5. Conclusiones.

Se concluye que el entrenamiento y la terapia visual con videojuegos y softwares -en la actualidad- han demostrado mejores resultados en la terapia, entrenamiento y

rehabilitación de habilidades visoperceptuales, especialmente las relaciones espaciales, ya que esto evidencia mayor interés y motivación por parte del paciente, de modo que, el tiempo de entrenamiento y terapia va a ser menor logrando mejores resultados, en relación con las terapias convencionales como los optotipos, cordón de Brock y la pelota de Marsden, entre otros.

Tanto los métodos convencionales como los videojuegos y softwares para terapia visual, como, el Nintendo Wii, el programa convencional de entrenamiento visoperceptual (*CVPTP*, por sus siglas en inglés), el sistema auxiliar de entrenamiento apoyado en videojuegos (*GBATS*, por sus siglas en inglés), mejoran las habilidades básicas como la agudeza visual, coordinación ojo-mano y estereopsis, y demás, no obstante, estos últimos permiten mayor adherencia y motivación de los pacientes al tratamiento.

Los métodos modernos, como el laparoscopio de alineación directa e inversa, los simuladores de realidad virtual y el software de modelado 3D, son alternativas útiles para mejorar las habilidades viso-perceptivas y restablecen las habilidades visoespaciales, y se consolidan como técnicas de entrenamiento visual que brinda mayor adherencia, mejor respuesta y seguimiento en el tratamiento de las alteraciones.

Finalmente, se puede concluir, que en la actualidad no existe un único tratamiento para el manejo de las habilidades viso-perceptuales y espaciales, sino que su eficacia mejora combinando terapias convencionales, videojuegos y softwares, y a futuro –se espera- el predominio de los tratamientos con nuevas alternativas tecnológicas.

6. Bibliografía

1. Scheiman, M. Rouse, M. Optometric management of learning-related vision problems, 2da edición, año de publicación: 2006, P, 3 a 245
2. Fernández Biazan C, Núñez P, Aras JL y Méndez M. Egocentric and allocentric spatial memory in typically developed children: Is spatial memory associated with visuospatial skills, behavior, and cortisol?. Brain Behav. EPUB [Internet] 2020 [consultado 14 marzo 2020]
Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1002/brb3.1532> DOI:10.1002/brb3.1532
3. Ardilla y Roselli, Rains. Procesamiento espacial. [Internet] 2020 [consultado 27 abril 2021]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Procesamiento_espacial
4. Chen, Guifen, et al. "How vision and movement combine in the hippocampal place code." Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. [Internet] 2013 [consultado 14 febrero 2021]; 110(1), 378-383. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1073/pnas.1215834110> DOI:10.1073/pnas.1215834110
5. Moser, E I, Kropff, E y Moser, MB. "Places cells, grid cells, and the brain's spatial representation system". Annu. Rev. Neurosci. [Internet] 2008 [consultado 10 febrero 2021]; 31: 69-89. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1146/annurev.neuro.31.061307.090723>
DOI:10.1146/annurev.neuro.31.061307.090723
6. Merchán, MS. Oyasa, JF. Software interactivo para el entrenamiento visoperceptual de relaciones espaciales en niños de 6 a 12 años de edad. Facultad

- de Ciencias de la Salud. Bogotá, noviembre de 2018. P, 3. Consultado: 10 de febrero de 2021
- 7.** Mishra, Jyoti, et al. "Neural basis of superior performance of action video game players in an attention-demanding task. J. Neurosci. [Internet] 2011 [consultado 10 febrero 2021]; 31(3), 992-998. Consultado 10 de febrero de 2021. Disponible en: <https://www.jneurosci.org/content/31/3/992> DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4834-10.2011>
 - 8.** Polat, U, Manaim, T, Belkin, M y Sagi, D. Improving vision in adult amblyopia by perceptual learning. U.S.A. [Internet] 2004 [consultado 27 abril 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15096608/> DOI: 10.1073/pnas.0401200101
 - 9.** Abich, J, Parker, J, Murphy, J y Eudy, M. A review of the evidence for training effectiveness with virtual reality technology. VR. [Internet] 2021 [consultado 27 abril 2021]. Disponible en: <https://www.x-mol.com/paper/1347643041100226560> DOI: 10.1007/s10055-020-00498-8
 - 10.** Handler, S y Fierson W. Reading difficulties and the pediatric ophthalmologist. J AAPOS. [Internet] 2017 [consultado 27 abril 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28939535/> DOI: 10.1016/j.jaapos.2017.09.001
 - 11.** Kohmura, Y, Nakata, M, Kubota, A y et al. Effects of batting practice and visual training focused on pitch type and speed on batting ability and visual function, J Hum Kinet [Internet] 2019 [consultado 10 febrero 2021]; 70(1), Disponible en: <https://cutt.ly/5llzni7> . DOI: <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-00341>

- 12.** Laukkanen, H., & Rabin, J. A prospective study of the EYEPORTR Vision Training System. J AM OPTOM ASSOC [Internet] 2006 [consultado 10 febrero 2021]; 77(10), 508–514. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.optm.2006.06.008> DOI:10.1016/j.optm.2006.06.008
- 13.** Vera, J., Jiménez, R., Cárdenas, D., Redondo, B., & García, J. A). Visual function, performance, and processing of basketball players versus sedentary individuals. J Sport Health Sci [Internet] 2017 [consultado 10 febrero 2021]. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.jshs.2017.05.001>. DOI: 10.1016/j.jshs.2017.05.001
- 14.** Fahle, M. Perceptual learning and sensomotor flexibility: ¿cortical plasticity under attentional control? Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biol. Sci. [Internet] 2009 [consultado 03 marzo 2020]; 364(1515), 313–319. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0267>. DOI:10.1098/rstb.2008.0267
- 15.** Di Russo, F., Pitzalis, S., & Spinelli, D. Fixation stability and saccadic latency in élite shooters. Vision Res. [Internet] 2003 [consultado 10 febrero 2021]; 43 (17), 1837–1845. Disponible en: [https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(03\)00299-2](https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0042-6989(03)00299-2) DOI:10.1016/s0042-6989(03)00299-2
- 16.** Paul, M., Biswas, SK y Sandhu, JS. Role of sports vision and eye hand coordination training in performance of table tennis players. Rev. Bras. [Internet] 2011 [consultado 10 febrero 2020]; 5(2), 106-116. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/228488499> ISSN 1981-6324

- 17.** Coppolillo, A. e Ivanoff, SD. Assistive technology and home modification for people with neurovisual deficits. NeuroRehabilitation [Internet] 2011 [consultado 03 marzo 2020];) 211–220. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.3233/NRE-2011-0650>. DOI:10.3233/NRE-2011-0650
- 18.** Tate, B., Paul, M., & Jaspal, S. The Impact Of Visual Skills Training Program On Batting Performance In Cricketers. Serb J Sports Sci [Internet] 2008 [consultado 12 febrero 2020]; (1), 17-23. Disponible en: <https://cutt.ly/8lkf9Fc>
- 19.** Polat, U. Making perceptual learning practical to improve visual functions. Vision Res. [Internet] 2009 [consultado 12 febrero 2020]; 4(1), Disponible en : <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.06.005>. DOI: 10.1016/j.visres.2009.06.005
- 20.** Alfailakawi, A. The effects of visual training on vision functions and shooting performance level among young handball players. J Sport Health Sci. [Internet] 2016 [consultado 7 febrero 2021]; 16 (1), 19-24. Disponible en: <https://cutt.ly/klldnBK>
- 21.** Michael F. Zupan PhD, Alan W. Arata PhD, Alfred - Wile MS and Ryan Parker OD. Visual adaptations to sports vision enhancement training, Sports Vision [Internet] 2006 [consultado 21 febrero 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/3lll97b>
- 22.** Deveau, J., Lovcik, G. y Seitz, AR. Broad-based visual benefits from training with an integrated perceptual-learning video game, Vision Res. [Internet] 2014 [consultado 21 febrero 2020]; 99, 134-140. Disponible en :

<https://sci-hub.se/10.1016/j.visres.2013.12.015>

DOI:10.1016/j.visres.2013.12.015

- 23.** Nimmerichter, A., Weber, N., Wirth, K., & Haller, A. Effects of Video-Based Visual Training on Decision-Making and Reactive Agility in Adolescent Football Players. *Sports* [Internet] 2015 [consultado 11 febrero 2021]; 4(1), 1. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.3390/sports4010001>

DOI:10.3390/sports4010001

- 24.** Sajjan, J. E., John, J. A., Grace, P., Sabu, S. S., & Tharion, G. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Dev Neurorehabil* [Internet] 2016 [consultado 21 febrero 2020]; 20(6), 361–367. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1080/17518423.2016.1252970>

DOI:10.1080/17518423.2016.1252970

- 25.** Mitroff, S. R., Friesen, P., Bennett, D., Yoo, H., & Reichow, A. W. Enhancing ice hockey skills through stroboscopic visual training: a pilot study. *Athl. Train. Sports Health Care* [Internet] 2013 [consultado 10 febrero 2020]; 5(6), 261-264. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/276006700> DOI: 10.3928/19425864-

20131030-02

- 26.** Wuang, Y.-P., Chiu, Y.-H., Chen, Y. J., Chen, C.-P., Wang, C.-C., Huang, C.-L., Ho, W.-H. Game-Based Auxiliary Training System for improving visual perceptual dysfunction in children with developmental disabilities: A proposed design and evaluation. *Comput Educ* [Internet] 2018 [consultado 03 marzo 2020]; 124, 27-36. Disponible en: <https://sci->

[hub.se/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.008](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.008)

DOI:

10.1016/j.compedu.2018.05.008

- 27.** Poltavski, D., & Biberdorf, D. The role of visual perception measures used in sports vision programmes in predicting actual game performance in Division I collegiate hockey players. *J. Sports Sci. Med.* [Internet] 2014 [consultado 14 febrero 2020]; 33(6):1-12. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1080/02640414.2014.951952>.

DOI:

10.1080/02640414.2014.951952

- 28.** Deveau, J., & Seitz, A. Applying perceptual learning to achieve practical changes in vision. *Front. Psychol.* [Internet] 2014 [consultado 20 marzo 2020]; Disponible en: <https://sci-hub.se/10.3389/fpsyg.2014.01166>.

DOI:10.3389/fpsyg.2014.0116

- 29.** Gao, Y., Chen, L., Yang, SN, Wang, H., Yao, J., Dai, Q. y Chang, S. Contributions of Visuo-oculomotor Abilities to Interceptive Skills in Sports. *Optom Vis Sci* [Internet] 2015 [consultado 14 febrero 2020]; 92(6). Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1097/OPX.0000000000000599>

DOI:

10.1097/opx.0000000000000599

- 30.** Bhatt, SK, De León, NI y Al-Jumaily, A. Systematic Review on Augmented Reality Application for Autism Children. *JARDCS* [Internet] 2018 [consultado 12 febrero 2020]; 10(11). Disponible en: <https://cutt.ly/blkdHOB>
ISSN 1943-023X

- 31.** Solan, H. A., Shelley-Tremblay, J., Ficarra, A., Silverman, M., & Larson, S. Effect of Attention Therapy on Reading Comprehension. *J. Learn. Disabil.* [Internet] 2003 [consultado 21 febrero 2020]; 36(6), 556–563. Disponible en:

<https://sci-hub.se/10.1177/00222194030360060601>

DOI:10.1177/00222194030360060601

- 32.** Holznecht, C, Schmidt, T ; Gould J. The impact of training under different visual-spatial conditions on reverse-alignment laparoscopic skills development, *Surg Endosc* [Internet] 2012 [consultado 12 febrero 2020]; 26:120–123. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1007/s00464-011-1836-5>. DOI: 10.1007/s00464-011-1836-5
- 33.** Pacella, F., Migliorini, R., Marchegiani, C., Segnalini, A., Turchetti, P., Carlesimo, SC y Pacella, E. Neurovisual training (TRIGRAM) in young patients with visual-perceptual dyslexia, *Senses Sc.* [Internet] 2017 [consultado 10 febrero 2021]; 4(1):323-330. Disponible en: <https://sensesandsciences.com/index.php/Senses/article/view/103/94>
DOI:10.14616/sands-2017-1-323330
- 34.** Khanal, S. Impact of Visual Skills Training on Sports Performance: Current and Future Perspectives. *AOVS* [Internet] 2015 [consultado 14 febrero 2020]; (1):26-28. Disponible en: <https://cutt.ly/NlITIQV> DOI: 10.15406/aovs.2015.02.00032
- 35.** Li, RW, Ngo, C., Nguyen, J. y Levi, DM. Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia, *PLoS Biol.* [Internet] 2011 [consultado 21 febrero 2020]; Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1371/journal.pbio.1001135>. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001135
- 36.** Abernethy, B. Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *J. Sports Sci.* [Internet] 2015

- [consultado 10 febrero 2021]; 8(1), 17–34. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1080/02640419008732128>. DOI:10.1080/02640419008732128
- 37.** Appelbaum, LG, & Erickson, G. Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *Int Rev Sport Exerc Psychol*. [Internet] 2016 [consultado 10 febrero 2020]; 11(1), 160-189. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1080/1750984X.2016.1266376>
DOI: 10.1080/1750984x.2016.1266376
- 38.** Anastakis, DJ, Hamstra, SJ y Matsumoto, ED. Visual-Spatial Abilities in Surgical Training. *Am. J. Surg.* [Internet] 2000 [consultado 20 febrero 2020]; 179: 469-471 Disponible en: [https://sci-hub.se/10.1016/s0002-9610\(00\)00397-4](https://sci-hub.se/10.1016/s0002-9610(00)00397-4) DOI:10.1016/s0002-9610(00)00397-4
- 39.** Hedman L, P. Strom, P. Andersson, A. Kjellin, T. Wredmark, L. Fellander-Tsai. High-level visual-spatial ability for novices correlates with performance in a visual-spatial complex surgical simulator task. *Springer Ser. Surf. Sci.* [Internet] 2006 [consultado 12 febrero 2020]; 20: 1275 - 1280. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1007/s00464-005-0036-6> DOI: 10.1007/s00464-005-0036-6
- 40.** Schlickum, M., Hedman, L., Enochsson, L., Henningsohn, L., Kjellin, A., & Felländer-Tsai, L. Surgical Simulation Tasks Challenge Visual Working Memory and Visual-Spatial Ability Differently. *World J. Surg.*, [Internet] 2011 [consultado 12 febrero 2020]; 35(4), 710–715. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21327603/>
- 41.** Milner-Bolotin, M. y Nashon, SM (2012). The essence of student visual–spatial literacy and higher order thinking skills in undergraduate biology. *Hum.*

- Genet. [Internet] 2011 [consultado 20 mar 2020]2020]5 - 30. Disponible en:
<https://sci-hub.se/10.1007/s00709-011-0346-6> DOI: 10.1007/s00709-011-0346-6
- 42.** Wright, R., Thompson, WL, Ganis, G., Newcombe, NS y Kosslyn, SM (2008). Training generalized spatial skills. Psychon Bull Rev. [Internet] 2008 [consultado 14 febrero 2020]; 15 (4), 763-771. Disponible: <https://sci-hub.se/https://link.springer.com/article/10.3758/PBR.15.4.763> DOI: 10.3758/PBR.15.4.763
- 43.** Sorby, S, Drummer, T, Hungwe, K y Charlesworth, P, Developing 3-D Spatial Visualization Skills. Vision Res. [Internet] 2005 [consultado 12 febrero 2020]; 63 (2): 21 Disponible en: <https://diggingdeeper.pbworks.com/f/Developing+Spatial+Skills.pdf>
- 44.** Sorby, SA. Educational research in developing 3-d spatial skills for engineering students. Int J Sci Educ [Internet] 2009 [consultado 10 febrero 2020]; 31(3): 459-480. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1080/09500690802595839> DOI:<https://doi.org/10.1080/09500690802595839>
- 45.** Lai, MY y Leung, FKS. Motor-reduced visual perceptual abilities and visual-motor integration abilities of Chinese learning children. Hum Mov Sci [Internet] 2012 [consultado 21 febrero 2020]; 31(5), 1328–1339. Disponible: <https://sci-hub.se/10.1016/j.humov.2011.12.003> DOI: 10.1016/j.humov.2011.12.003

- 46.** Carrasco Bautista, MC. Tratamiento activo de la ambliopía. casos clínicos. UPC [Internet] 2020 [consultado 10 marzo 2021]; pág. 27, Disponible: <https://cutt.ly/mxhJ0bj>
- 47.** Berrojo Domínguez, I. Escolar de la Torre, MC. Gómez Barranco, E, y Ronda García, F. Terapia visual en la escuela. XIII Máster en Optometría y entrenamiento visual. [Internet] 2002 [consultado 10 marzo 2021]; pág. 32-33, Disponible: <https://cutt.ly/ExhJ3oz>
- 48.** Organización Panamericana de la Salud (OPS), Rehabilitación, [Internet] Washington, D.C, 2003 [consultado 21 marzo 2021]; disponible en: <https://cutt.ly/YxhJ4ZB>
- 49.** Uson González, E. Sobrado Calvo, P. Avellaneda Guirado, MI, y López López, M. Baja visión y rehabilitación visual: una alternativa clínica. Superficie ocular, O Théa [Internet] [consultado 10 marzo 2021]; pág. 5, Disponible: https://www.laboratoriosthea.com/medias/thea_superficie_ocular_38.pdf
- 50.** Rodríguez Calala, JS. Análisis de la discriminación visual en deportistas que practican ecuavoley en la ciudad de Quito en el periodo 2018-2019. elaboración de un manual de prevención visual para deportistas que practican ecuavoley. Tecnológico superior Cordillera [Internet] 2019 [consultado 11 de marzo de 2021], Disponible en: <https://cutt.ly/sxhKqS4>
- 51.** Muñío de la Puente, B. Nuevos métodos en el manejo de la ambliopía. [Internet] [consultado 11 de marzo de 2021], Disponible en: http://www.saera.eu/wp-content/uploads/2017/11/TFM_BM.pdf
- 52.** Díaz Núñez, YC, Díaz Núñez, YJ. Tratamiento binocular de la ambliopía basado en la realidad virtual. Rev. Cuba. oftalmol. [Internet] 2016 [consultado

11 de marzo de 2021], Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v29n4/oft09416.pdf>

- 53.** Guzmán, G., Putrino, N., Martínez, F y Quiroz, N, Nuevas tecnologías: Puentes de comunicación en el trastorno del espectro autista (TEA). Scielo [Internet] 2017 [consultado 11 de marzo de 2021], vol.35, Disponible en: <https://cutt.ly/txhKiwO>, DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082017000300247>
- 54.** Trisancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. Evaluación de técnicas tradicionales y TIC para el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de primer semestre de ingeniería industrial. Revista UCN [Internet] 2014 [consultado 11 de marzo de 2021], Disponible en: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/download/550/1096>
- 55.** Villa Sicilia, A. Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería. actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales. Universitat politècnica de catalunya departament d'expressió gràfica a l'enginyeria [Internet] [consultado 11 de marzo de 2021], Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/96294>
- 56.** Fernández Rivera, DA. Videojuego Future-Machine en el entrenamiento de habilidades espaciales con soporte para las plataformas de realidad virtual Oculus Rift y computadoras personales. Universidad continental [Internet] 2019 [consultado 11 de marzo de 2021], Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7139>