



Doctorado en Ciencia Aplicada

José Amilkar Calderón Chagualá

Modelo de Inteligencia de Juego

Modelo de Inteligencia de Juego

José Amilkar Calderón Chagualá

Documento presentado como requisito para optar por el título de Doctor
en Ciencia Aplicada

Directores:

Codirector Temático:

Rodrigo Esteban González

Codirector Metodológico:

Rafael M Gutiérrez Salamanca

Doctorado en Ciencia Aplicada

Universidad Antonio Nariño

Bogotá D.C.

2020

Prefacio

La neuropsicología del deporte es un área en la que siempre había querido trabajar, pues considero, que aún hay mucho por explorar. Los adelantos que se han dado desde la neuropsicología clínica se vienen utilizando en el deporte y hoy cada vez más encontramos personas que trabajan con deportistas queriendo aplicar los avances científicos y en ese sentido esta tesis muestra adelantos en esta materia en Colombia y espero que contribuya al creciente desarrollo de las ciencias aplicadas al deporte.

Resumen

La presente tesis muestra el desarrollo de un modelo neurocognitivo basado en los procesos neuropsicológicos para mejorar la inteligencia de juego de deportistas de base e iniciación, amateur y profesionales. Se revisó y desarrolló el estado del arte del término inteligencia de juego y los procesos cognitivos implicados en ella, la base del modelo mediante redes neuronales y los programas existentes, además de la tecnología existente en el entrenamiento de procesos cognitivos, estableciendo una nueva definición de inteligencia de juego aplicada al deporte. El objetivo de este estudio fue implementar un modelo para el diagnóstico, desarrollo e incremento de habilidades cognitivas que proporciona un método estructurado en cuanto a actividades y procesos que permiten mejorar las habilidades cognitivas relevantes en las áreas del deporte. El modelo se probó en una investigación que se realizó con 40 jugadores de fútbol (hombres) entre las edades de 14 a 17 años de categoría pre juvenil y juvenil del Club Atlético Galicia de la ciudad de Ibagué. La población se dividió en dos grupos de 20 jugadores: grupo control y grupo experimental, a los cuales les fue aplicada la batería de pruebas Neuropsicológicas y al segundo grupo adicionalmente, se le implementó el modelo neurocognitivo. Los resultados se analizaron mediante análisis de medias y de componentes principales, mediante el paquete estadístico SPSS versión 22. Resultados: Un alto porcentaje de los procesos cognitivos evaluados mostraron un incremento significativo y en menor escala la toma de decisiones. Conclusiones: En esta investigación se ha comprobado que el modelo neurocognitivo diseñado, mejora en gran medida los procesos cognitivos en deportistas, llevándolos a incrementar su desempeño y por ende a convertirse en jugadores más inteligentes en el campo de juego. La propuesta de valor de la innovación y la aplicabilidad que puede tener en el deporte mundial, se encuentra consignada en los diferentes productos realizados en el Doctorado, debidamente presentados en este documento que soportan las contribuciones al conocimiento, en particular la patente desarrollada como protección del producto innovador, los artículos y congresos como desarrollo de ciencia y tecnología, las cooperaciones interinstitucionales como trabajo interdisciplinar de aplicación de conocimiento científico y tecnológico.

Abstract

This thesis shows the development of a neurocognitive model based on neuropsychological processes to improve the game intelligence of grassroots and initiation athletes, amateurs and professionals. The state of the art of the term game intelligence and the cognitive processes involved in it, the basis of the model through neural networks and the programs in addition to the existing technology in the training of cognitive processes, was reviewed and developed, establishing a new definition of game intelligence. game applied to sport. The objective of this study was to implement a model for the diagnosis, development and increase of cognitive abilities that provides a structured method in terms of activities and processes that allow improving the relevant cognitive abilities in the areas of sport. The model was tested in an investigation that was carried out with 40 soccer players (men) between the ages of 14 and 17 in the pre-youth and youth category of the Club Atlético Galicia of the city of Ibagué. The population was divided into two groups of 20 players: control group and experimental group, to which the Neuropsychological test battery was applied and to the second group additionally, the neurocognitive model was implemented. The results were analyzed by means and principal component analysis, using the SPSS version 22 statistical package. Results: A high percentage of the cognitive processes evaluated showed a significant increase, and decision-making to a lesser extent. Conclusions: In this research it has been proven that the designed neurocognitive model greatly improves the cognitive processes in athletes, leading them to increase their performance and therefore to become more intelligent players on the playing field. The value proposition of the innovation, the applicability that it may have in world sport, is consigned in the different products carried out in the Doctorate, duly presented in this document that support contributions to knowledge, in particular the patent developed as protection of the innovative product, articles and congresses such as science and technology development, inter-institutional cooperation as interdisciplinary work for the application of scientific and technological knowledge.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que a lo largo del desarrollo de los estudios de doctorado estuvieron presentes, los compañeros con los que compartí, los docentes, también a los expositores de los que recibí conocimiento y orientación, a las instituciones que facilitaron para que este proyecto fuera posible, por esta y muchas razones expreso mis agradecimientos y disposición para continuar con la realización de futuras investigaciones, que lleven a tener un deporte mucho más competitivo.

Al doctor Rafael M Gutiérrez, director metodológico quien, con sus conocimientos y largas jornadas de trabajo, me guío y me permitió adelantar estos estudios de doctorado, fue creador importante del modelo neurocognitivo y a quien debo que hoy termine este proceso. Al Doctor Rodrigo Esteban González que fue mi asesor temático y me orientó en temas desconocidos para mí y que fueron fundamentales para adelantar los estudios.

Finalmente, a la Universidad Antonio Nariño representada en todas sus dependencias académicas y administrativas, que ha sido parte fundamental en mi proyecto de vida a lo largo de estos 23 años que hace que llegue por primera vez como estudiante de pregrado.

Lista de Abreviaturas y acrónimos

A	Amígdala
C	Cerebelo
CTP	Cíngulo Temporoparietal
FDL	Frontal Dorso Lateral
FE	Funciones ejecutivas
FOR	Frontal Orbitofrontal
FPM	Frontal Premotora
FRA	Formación Reticular Ascendente
FVM	Frontal Ventromedial
GA	Giro Angular
GB	Ganglios Basales
HIP	Hipocampo
IJ	Inteligencia de Juego
IJD	Inteligencia de juego deportiva
LPS	Lóbulo Parietal Posterior
LTI	Lóbulo Temporal Inferior
LTM	Lóbulo Temporal Medio
TAL	Tálamo

Tabla de Contenido

Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Estado del Arte.....	5
Inteligencia de juego	5
Componentes de la inteligencia de juego.....	6
Atención.....	7
Memoria.....	7
Funciones ejecutivas	8
Toma de decisiones.....	9
Velocidad de procesamiento	10
Redes Neuronales.....	11
Tecnología existente	12
Dispositivos de entrenamiento Cognitivo	14
Capítulo 3: Metodología	16
Las Hipótesis planteadas fueron:	17
Definición del modelo.....	18
Descripción del modelo y método neurocognitivo	18
Construcción de la red o grafo	21
Capítulo 4. Resultados y Análisis	26
Capítulo 5. Producción.....	37
Productos	37
Participación en proyectos de investigación	41
Capítulo 6. Conclusiones	42
Bibliografía	44
Anexos	50
Patente.....	50
Método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia deportiva o de juego	50
Artículos.....	66
Trajectories of memory, language, and visuoperceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia.....	66
Rehabilitación neuropsicológica en daño.....	74
Definición de inteligencia de juego	81
Modelo para entrenamiento de inteligencia de juego	102

Capítulos de Libro.....	119
Neuropsicología en Colombia: Datos normativos, estado actual y retos al futuro	119
Neuropsicología Infantil	129
Neurociencias y analfabetismo	141
Ponencias	151
Influencia de las redes neuronales en la inteligencia de los deportistas.....	151
Funciones ejecutivas en futbolistas de rendimiento	152
Neuropsychological Profile of tolimenses Athlete.....	153

Lista de tablas

Nombre de la Tabla	Pagina
Tabla 1. Funciones cognitivas y áreas estructurales	20
Tabla 2. Enlaces entre los nodos de la red de un jugador específico.....	22
Tabla 3. Resultados evaluación Pre-test por grupos	26
Tabla 4. Sesión de entrenamiento.....	28
Tabla 5. Resultado de sesión de entrenamiento en Neuron Up	28
Tabla 6. Resultados evaluación Post- Test por grupos	29
Tabla 7. Resultados en la prueba Stroop – Velocidad de procesamiento.....	31
Tabla 8. Resultados en la prueba Trail Making Test parte B - Atención	32
Tabla 9. Resultados en la prueba Figura compleja Rey – Evocación.	33
Tabla 10. Resultados en la prueba Tarjetas de Wisconsin – errores perseverativos.....	34

Lista de figuras

Nombre de la figura	Pagina
Figura N. 1 Definición de las Áreas Funcionales (AF) del cerebro en términos de las Áreas Estructurales (AE).....	21
Figura 2. Red o grafo de un jugador.....	22
Figura 3. Modelo Neurocognitivo de Inteligencia de Juego.....	24
Figura 4. Evaluación de procesos cognitivos.....	27
Figura 5. Evaluación de procesos cognitivos de cada jugador.....	27
Figura 6. Evaluación del entrenador.....	29
Figura 7. Resultados de las pruebas Neuropsicológicas	30
Figura 8. Resultados prueba Stroop	31
Figura 9. Resultados prueba Trail Making Test parte B (TMT-B)	32
Figura 10. Resultados prueba Figura compleja de Rey – Evocación.....	33
Figura 11. Resultados prueba Tarjetas de Wisconsin – Numero de errores perseverativos	34
Figura 12. Resultados finales representados en medidas de red	35

Capítulo 1. Introducción

La inteligencia de juego en el fútbol, se define como la capacidad cognitiva para resolver problemas mediante la toma de decisiones acertadas y de forma dinámica en el campo de juego. Esta inteligencia incluye procesos cognitivos como (la percepción, la atención, la memoria procedimental, procesamiento viso espacial y funciones ejecutivas), que llevan al comportamiento adaptativo dirigido a comprender, evaluar y tomar decisiones acertadas en el menor tiempo posible en el campo de juego.

Para los entrenadores deportivos, la inteligencia de los jugadores se traduce en tener criterio, carácter, anticipar, leer las jugadas, conocer el juego, captar las jugadas, dominar el contexto, o tener visión del juego (Ruiz, 2014); así mismo destacan que lo que subyace a un rendimiento inteligente en los deportes colectivos es la capacidad para conocer la dinámica del juego, comprender las competencias que dicho deporte demanda en cada momento, saber cómo lograr el éxito y conocer qué aspectos son críticos para alcanzar ese objetivo (Miguel & López, 2008), lo que permite hablar de una inteligencia práctica o contextual para ser exitoso en el deporte (Sternberg, 2000).

Los teóricos de la inteligencia contextual, defienden la idea de que esta inteligencia es la que se pone en acción cuando la persona tiene que adaptarse a entornos de trabajos específicos caracterizados por su dinamismo y complejidad, con la finalidad de obtener objetivos personalmente validos (Cianciolo, Matthew, Sternberg & Wargner, 2006).

El deporte reclama la capacidad de resolver problemas de diferente nivel de complejidad y en los que son básicas la competencia para anticipar, planificar la solución más adecuada y posible de llevar a cabo (Elferink, Gemser, Visscher, Richard & Lemmink, 2005). Este hecho hace que se requiera una inteligencia para este tipo de problemas, una inteligencia ligada al contexto deportivo y diferente de otras inteligencias más utilizadas que han sido valoradas por los ambientes académicos (Shenk, 2011). Una inteligencia especializada en solucionar problemas que, en el caso deportivo, conllevan a la realización de movimientos coordinados y precisos en circunstancias de variada presión psicológica y ambiental. Lo anterior ha llevado a que surja la necesidad de mejorar la inteligencia de juego en jugadores de fútbol mediante un modelo de entrenamiento, que potencializa los procesos cognitivos implicados, mejorando el desempeño en el terreno de juego para conseguir los logros que desean obtener como deportistas de manera

individual o como equipo. El objetivo de esta invención fue desarrollar un modelo para el diagnóstico e incremento de la inteligencia de juego en deportistas, mediante el entrenamiento de los procesos cognitivos incluyendo la toma de decisiones en el menor tiempo, lo que se ve reflejado en el rendimiento del jugador.

La presente invención provee un modelo definido y estructurado en cuanto a actividades y procesos iterativos, que permiten evaluar y mejorar las habilidades cognitivas relevantes en las áreas del deporte, donde la evaluación se utiliza con el fin de clasificar objetivamente un jugador de acuerdo con su inteligencia de juego o inteligencia deportiva. El presente método representa ventajas en tanto que delimita pautas para evaluar cuantitativamente a los jugadores y con base en esto mejorar sus habilidades desde un punto de vista numérico, mientras se utilizan técnicas de medición de habilidades cognitivas y entrenamientos físicos que son aplicados periódicamente hasta que se llega a un rendimiento o mejora deseada.

Adicionalmente, el presente método utiliza pruebas neuropsicológicas prestigiosas y delimitadas, permitiendo su replicación extensiva y por tanto también la comparación en la ejecución del método, para tal efecto, también se tienen en cuenta promedios regionales estandarizados. El sistema que hace parte de la presente invención comprende una base de datos, una interfaz de ingreso de información, una interfaz que permite la visualización de información y un procesador de información, donde la interfaz de ingreso de información y visualización de la misma puede ser física o virtual.

La base de datos permite el almacenamiento de la información del modelo neurológico, correspondiente a los nodos que representan las diferentes regiones del cerebro y a los vínculos existentes según las definiciones del consenso neurológico seleccionado. Así mismo, permite el almacenamiento de la información propia de cada individuo en cuanto a la magnitud o peso de los vínculos de su modelo grafo particular; y en general a cualquier información relacionada con el método descrito anteriormente como su desempeño individual y colectivo en cuanto a la evaluación proveída por las pruebas neuropsicológicas. El procesador de información puede realizar procesamientos relacionados con el algoritmo de cálculo de pesos y los cálculos matemáticos relacionados con la implementación del método según la invención.

En el contexto local, se observa que los deportistas no cuentan con entrenamiento neuropsicológico que les permita rendir al máximo de sus posibilidades y así conseguir mejores resultados a nivel mundial.

El desarrollar ésta investigación, proporciona una herramienta fundamental en el proceso de entrenamiento neuropsicológico de deportistas, contribuyendo significativamente a la potencialización de los procesos cognitivos. A corto plazo, se desarrolla e implementa un programa de entrenamiento neuropsicológico que incluye protocolos de intervención, a mediano plazo, permite crear un espacio en la Universidad Antonio Nariño en el que se realice entrenamiento de procesos cognitivos a deportistas para mejorar la inteligencia de juego y por ende el rendimiento deportivo, aspecto que la haría pionera en desarrollar un método deportivo y científico de interés para el gremio deportivo nacional e internacional.

Los resultados obtenidos pueden llegar a ser un gran aporte para la comunidad científica en general a largo plazo, puesto que, el lograr en deportistas potencializar los procesos cognitivos, facilitará desarrollar inteligencia de juego, aspecto fundamental a la hora de rendir en el fútbol y a partir de ahí, se podrá contar con programas de entrenamiento utilizando las neurociencias de una forma permanente para esta población, generando un impacto significativo en el gremio, haciendo uso en este caso, de los avances de ciencia, tecnología y del modelo de entrenamiento neurocognitivo que se desarrolló para ser aplicado en el campo de la psicología del deporte y las neurociencias. Es así, como al realizar esta investigación, sus avances y resultados, brindan oportunidades más eficaces en el proceso de entrenamiento neuropsicológico de las funciones cognitivas del deportista, dando como resultado el mejoramiento de su inteligencia de juego y su rendimiento.

La tecnología utilizada para el desarrollo de esta nueva herramienta ha sido seleccionada por su utilidad de acuerdo al objetivo de utilización. Para la evaluación de procesos cognitivos implicados en el juego del fútbol, se utilizan pruebas neuropsicológicas existentes como la prueba Stroop (Golden, 2010), que evalúa la velocidad de procesamiento de la información, la figura de Rey (Rey, 2009), usada para la evaluación de memoria, las tarjetas de Wisconsin (Greve, (2001), con el fin de evaluar funciones ejecutivas (planificación, anticipación, secuenciación, entre otras) y Trail Making Test (TMT) (Strauss, Sherman & Spreen, 2006) para evaluar la atención. De esta forma, la universidad Antonio Nariño contribuye desde el área de la psicología del deporte y las neurociencias, a mejorar la calidad y productividad de los deportistas, dando respuesta a una de las necesidades locales, relacionada con la consecución de resultados a nivel mundial.

Por lo anterior, el impacto sobre el medio ambiente y la sociedad de este proyecto se da en el área de la neuropsicología del deporte, proporcionando un avance en programas de entrenamiento y potencialización de los aspectos neurocognitivos y psicológicos que intervienen en el mismo, teniendo en cuenta que en la actualidad no se vienen realizando, por lo tanto, esto hace que se contribuya significativamente al posicionamiento de las neurociencias en la psicología del deporte.

Este documento está organizado siguiendo los parámetros del documento “lineamientos de edición de tesis doctorado en ciencia aplicada”: el presente capítulo como introducción hace una breve descripción de la tesis, en el capítulo 2 se aborda el estado del arte sobre la inteligencia de juego y el entrenamiento de los procesos cognitivos mediante la utilización de la ciencia de redes. El capítulo 3 presenta la metodología utilizada en la investigación, analizando el tamaño de la población a la que puede llegar y cómo puede influir en el crecimiento del entrenamiento de los deportistas. En el capítulo 4 se presentan los resultados y el análisis de los mismos. El capítulo 5 presenta los principales productos de propiedad intelectual (PI) que como estudiante de doctorado en el proceso de I+D+I se han desarrollado, y permiten soportar y validar la importancia del modelo neurocognitivo, dada su revisión por expertos conocedores de las ciencias de las neurociencias y el entrenamiento deportivo. Estos productos generados como PI, soportan la importancia de la tesis y son utilizados como referencia en todo el cuerpo del trabajo para sustentar rigurosamente cada uno de los apartados.

Finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y perspectivas de I+D+I, que corresponden al sustento del producto y que, gracias a su aporte a la comunidad científica permiten mostrar nuevas perspectivas de investigación y desarrollo tecnológico e innovación relacionado con nuevas formas de entrenar a los deportistas a todo nivel y plantea cómo el desarrollo de esta metodología puede aumentar el rendimiento deportivo, trayendo como consecuencia ganancias en todos los aspectos en la industria del deporte.

Capítulo 2. Estado del Arte

Inteligencia de juego

El avance de las neurociencias en las dos últimas décadas ha sido bastante significativo, pese a que la inteligencia de juego es cada vez más mencionada a la hora de referirse a un jugador inteligente, debido a que reúne procesos cognitivos con condiciones sobresalientes, la investigación centrada en la exploración y entrenamiento de las habilidades perceptivo-cognitivas y su influencia en el rendimiento deportivo en los deportistas es todavía incipiente.

La inteligencia ha sido definida a lo largo de la historia por diferentes autores, mostrando lo complejo y abstracto del concepto, sin embargo, en todas ellas se hace referencia a la capacidad de las personas para ponerse en acción y rendir de forma competente en diferentes contextos (Gardner, 2001; Goleman & Cherniss, 2001; Sternberg, 2000; Terenzini, 1993).

En el ámbito deportivo tener criterio, carácter, anticipar la jugada, saber interpretar el juego, ser conocedor de la dinámica del mismo, son algunos de los aspectos considerados inteligentes a la hora de jugar (Pariante & Palomo, 2012). Estos autores destacan que lo que subyace a un rendimiento inteligente en los deportes colectivos, es la capacidad para conocer la dinámica del juego, comprender las competencias que dichos deportes reclaman en cada momento, saber cómo lograr el éxito y conocer qué aspectos son críticos para alcanzar ese objetivo, esto según Sternberg (2000), es lo que permite hablar de una inteligencia práctica o contextual para tener éxito en el deporte.

En la literatura científica, se han reportado previamente otras definiciones relacionadas con aspectos de la inteligencia de juego en deportistas (García, 2011; Pariante & Palomo, 2012b; Sternberg, 2000; Coca, 1985; Antonelli & Salvini, 1982; Lennartsson, 2015), sin embargo, estas definiciones no especifican ni abarcan los procesos neurobiológicos que en esta invención se consideran necesarios para establecer una definición adecuada de inteligencia de juego en deportistas; por lo tanto, en este trabajo se plantea una nueva definición de inteligencia de juego que si incluye todos los componentes implicados en ella.

A lo largo de la investigación, se encontraron algunas definiciones relacionadas con inteligencia de juego, de estas, algunas están centradas en la inteligencia táctica y las asocian con procesos por separado como: sensación, percepción, atención y toma de decisiones (García, 2011), las otras definiciones están enfocadas en la parte contextual (Antonelli 1982; Sternberg, 2000), resaltan la importancia de la adaptación, en como el individuo selecciona y se acomoda al entorno, para obtener objetivos o el éxito en el ambiente donde se desenvuelve de manera competente.

Estos procesos cognitivos se pueden explicar mejor, teniendo en cuenta las capacidades propias de un deportista, puesto que en todas existe una relación entre la inteligencia y los movimientos físicos (Wein, 2005). La evidencia sugiere que tener éxito en el deporte, es más que poseer unas cualidades físicas excepcionales o un conocimiento técnico-táctico elevado. Demanda conocer e interactuar de forma efectiva e inteligente en el contexto en el que se tiene que desenvolver el individuo (Brown, Gould, & Foster, 2005).

La inteligencia que se manifiesta para resolver problemas académicos no es la misma que se reclama en la solución de un problema deportivo pero están muy relacionados (Ruiz, 2014), ya que en los problemas deportivos la información necesaria para su solución no siempre está presente en su totalidad con antelación, su naturaleza cambiante y dinámica, los suele caracterizar como problemas mal definidos, que reclaman un proceso interactivo que supone una aplicación práctica del conocimiento (Sternberg, 2000). Así mismo, el juego inteligente supone el empleo coordinado y preciso de movimientos corporales, lo cual aproxima a la noción de Inteligencia Kinestésico Corporal planteada por Gardner (Gardner 1983; Ruiz, 2014), aunque se observa que está más relacionada con la habilidad de los movimientos y no con los procesos cognitivos.

Componentes de la inteligencia de juego

Existen procesos cognitivos en el deporte, implicados en la capacidad de reacción y toma de decisiones, dentro de estos se encuentran: la atención, la memoria y la velocidad de reacción. Se ha evidenciado que en todas las disciplinas deportivas se requiere de un sentido lógico, de un comportamiento racional donde están implicados los diferentes procesos cognitivos que sostienen su propia razón y lo identifica; sin inteligencia no hay sentido racional de lo que se está realizando (Elferink, 2005).

Atención

La atención es uno de los procesos más implicados en el deporte y es tomada como la capacidad del deportista de mantener activa su vigilancia (Halperin & Healey, 2011). De igual forma, la atención en deportistas se puede concebir como la forma de percibir conscientemente, cuantos estímulos exteriores le llegan desde los sentidos, sin distraerse concentrándose en todo lo aprendido y visto en los entrenamientos, lo que hace que un buen deportista no se disperse, sino que, por el contrario, viva la competencia atentamente (Pariente & palomino, 2012).

Se han establecido diferentes modelos atencionales para explicar el funcionamiento de la atención, algunos de ellos, el modelo de Broadbent (Broadbent, 1982), modelo de Norman y Shallise (Norman & Shallise, 1980), modelo de Mesulam (Mesulam, 1985), modelo de Posner y Petersen (Posner & Petersen, 1990) y el modelo de Stuss y Benson (Stuss & Benson, 1995). Estos modelos involucran áreas del cerebro que incluyen la formación reticular, los ganglios basales, el giro cingulado y la corteza heteromodal (Bisley, 2011), además de una serie de sistemas neurales y funcionales implicados directamente en el estado de alerta bien sea fásica o tónica (Oken, Salinsky, & Elsas, 2006).

La atención se ha conceptualizado como un conjunto de varios subsistemas interconectados anatómica y funcionalmente (Miyake, 2000). Estos subsistemas son la red atencional anterior, localizada anatómicamente en áreas frontales del cerebro, como el giro del cíngulo y el área prefrontal (Yogev, 2008), relacionada fundamentalmente con la detección y selección de objetos. La red atencional de vigilancia, responsable del mantenimiento de la disponibilidad del sujeto, se relaciona con la actividad noradrenérgica de las entradas al hemisferio derecho, desde el tronco cerebral.

Memoria

El segundo de los procesos cognitivos que constituyen la inteligencia de juego y que es importante en la adaptación visuomotora, es la memoria de trabajo espacial (Baddeley, 1986), importante en el proceso de adquisición y codificación de la información que se da en tres estadios: memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo (Cowan, 2009).

Se considera que después de haber recibido un estímulo sensorial, un individuo es capaz de retener solamente por unas décimas de segundo las características físicas del estímulo, únicamente la información que resulta importante, determinada por procesamiento neural del sistema nervioso central, pasando a la siguiente fase (Chooi & Thompson, 2012). La memoria a corto plazo, tiene una duración de segundos o algunos minutos, posterior a esto se pierde si no es sometida a repetición mental (Baddeley, 2010). Cuando la información resulta relevante para el individuo, pasa al siguiente nivel que es la memoria a largo plazo, esta información es codificada en términos semánticos y tiende a perdurar en el tiempo (Pecchinenda, 2006).

La memoria se clasifica en dos divisiones: la memoria procedimental y la memoria declarativa (Redick, 2015). La primera es automática, inconsciente y se desarrolla gradualmente con la repetición, se verifica observando el comportamiento y la mejora del rendimiento establece que la información ha sido retenida. La memoria procedimental se observa en habilidades motoras y perceptivas, variaciones del comportamiento dadas por el condicionamiento y el aprendizaje de Modelo de Inteligencia de Juego (Larry, 2015). Este tipo de memoria se relaciona con áreas como los ganglios basales, la corteza premotora, la corteza motora y el cerebelo.

Funciones ejecutivas

La memoria de trabajo y las funciones ejecutivas (FE), han evidenciado una estrecha relación para dirigir la conducta mediante una relación recíproca (Tirapu, 2002). Las FE se entienden como el grupo de habilidades cognoscitivas que tienen por objetivo la formulación de metas, planificación para su logro y ejecución de la conducta de un modo eficaz (Lezak, 1987). Las FE pueden agruparse en torno a una serie de componentes: las capacidades necesarias para formular metas (motivación, conciencia de sí mismo y modo en el que percibe su relación con el mundo), las facultades empleadas en la planificación de los procesos y las estrategias para lograr los objetivos (capacidad de adoptar una actitud abstracta, valorar las diferentes posibilidades y desarrollar un marco conceptual que permita dirigir la actividad) (Tirapu, 2002). Estas capacidades están implicadas en la ejecución de planes, capacidad de iniciar, proseguir y detener secuencias complejas para llevar a cabo esas actividades de un modo eficaz (controlar, corregir y autorregular el tiempo, la intensidad y otros aspectos cualitativos de la ejecución) (Lehto, 2003).

Entre los aspectos o tipos de funciones ejecutivas se encuentran: el control inhibitorio, incluyendo autocontrol (inhibición de la conducta) y el control de las interferencias (atención selectiva y la inhibición cognitiva), la memoria de trabajo (MT) y la flexibilidad cognitiva (también llamado conjunto variable, flexibilidad mental, o conjunto variable mental y estrechamente vinculados a la creatividad). De estos, las FE de orden superior se construyen como el razonamiento, resolución de problemas y la planificación (Collins & Koechlin, 2012; Lunt et al. 2012).

La corteza prefrontal es la región cerebral con un desarrollo filogenético y ontogénico más reciente, y constituye aproximadamente el 30% de la corteza cerebral (Nieuwenhuys, 2013). Desde un punto de vista funcional, se puede afirmar que en esta región cerebral se encuentran las funciones cognitivas más complejas y evolucionadas del ser humano, y se le atribuye un papel esencial en actividades tan importantes como la creatividad, la ejecución de actividades complejas, el desarrollo de las operaciones formales del pensamiento, la conducta social, la toma de decisiones, el juicio ético y moral (Tirapu, 2011).

Toma de decisiones

La toma de decisiones (TD) puede definirse como la selección de una alternativa dentro de un rango de opciones existentes, considerando los posibles resultados de las selecciones realizadas y sus consecuencias en el comportamiento presente y futuro (Tversky & Kahneman, 1981).

Desde un punto de vista anatómico, se ha considerado la corteza prefrontal (CPF) como el área donde se toman decisiones. Estructuralmente, la CPF está compuesta por 3 subregiones cerebrales: la corteza orbitofrontal (COF), el córtex cíngulado anterior (CCA) y la CPF dorsolateral (CPF DL), las que, en estrecha relación con otras regiones, como el tálamo, la amígdala y los ganglios basales, garantizando un adecuado proceso de TD (Rosenbloom, Schmahmann & Price, 2012).

Estas estructuras se organizan en 3 circuitos fundamentales que guardan relación con la TD: el primero es la COF y las conexiones límbicas, estrechamente relacionadas con las recompensas y las decisiones de base emocional; la segunda es la corteza dorsolateral del córtex prefrontal (CPF DL) especializada en la integración de múltiples fuentes de información y la tercera es la corteza cingulada

anterior (CCA) implicada en el manejo de información conflictiva y el procesamiento del feedback asociado a las decisiones. Además, el córtex prefrontal posee conexiones con otras regiones subcorticales que guardan relación con el funcionamiento de las estructuras mencionadas anteriormente (Krawczyk, 2002).

La evidencia recolectada hasta el momento demuestra la importancia de las estructuras corticales y subcorticales en la TD. Desde un punto de vista funcional, se ha demostrado la existencia de un circuito característico en situaciones de decisión bajo incertidumbre. Las interconexiones detectadas implican al córtex prefrontal dorsolateral (relacionado con la memoria de trabajo), la ínsula y el córtex cingulado posterior (asociado a la representación de estados emocionales), el córtex prefrontal mesial orbitofrontal y ventromedial (en la integración de los procesos descritos anteriormente), el estriado ventral y el córtex cingulado anterior (en la implementación de conductas de decisión propiamente dichas (Broche, Herrera & Martínez, 2016).

Velocidad de procesamiento

La velocidad de procesamiento de la información es un recurso cognitivo importante que facilita la cognición de orden superior permitiendo que múltiples procesos cognitivos estén disponibles simultáneamente (Alloza, Cox, Duff, Semple, Bastin, Whalley & Lawrie 2016).

La velocidad de procesamiento de la información (VPI) se define como la cantidad de tiempo requerida para procesar un conjunto de información o la cantidad de información que puede procesarse en una determinada unidad de tiempo (Chiaravalloti et al., 2013). Varias operaciones cognitivas requieren suficiente VPI para ejecutarse dentro de un intervalo de tiempo adecuado definido a partir de una población cognitivamente normal (Chiaravalloti et al., 2013). VPI desempeña un papel importante en la potencialización de los procesos posteriores, como la memoria, la atención y las funciones ejecutivas (Poggel & Strasburger, 2004). Por lo que se ha determinado que el funcionamiento cognitivo actúa como una red que en conjunto puede llegar a tener resultados inimaginables.

Redes Neuronales

Las tareas cognitivas reclutan regiones cerebrales múltiples, comprender cómo se influyen estas regiones entre sí (la estructura de la red) es un paso importante para caracterizar la base neuronal de los procesos cognitivos.

Las técnicas modernas de mapeo cerebral, como la Resonancia magnética (MRI), la MRI funcional, el electroencefalograma (EEG) y la magneto encefalografía (MEG), producen conjuntos de datos cada vez más grandes de patrones de conexión anatómicos o funcionales. Los avances tecnológicos concurrentes están generando conjuntos de datos de conexión igualmente grandes en campos biológicos, tecnológicos, sociales y otros campos científicos. Estos avances permiten a los investigadores hacer preguntas sobre cómo interactúan múltiples regiones del cerebro (Anzellotti & Coutanche, 2017).

Los esfuerzos tradicionales de mapeo cerebral basados en modelos lineales generales que usan neuroimagen funcional se complementan con análisis de patrones multivariados (MVPA) más recientes que aplican técnicas de aprendizaje automático para identificar los estados cognitivos asociados con los patrones de activación BOLD regionales, y análisis de conectividad que identifican redes de regiones que interactúan y que apoyan procesos cognitivos particulares (McNorgan, Gregory & Edwards, 2020).

Las regiones cerebrales están organizadas en redes funcionales (Fox, 2005) en las que las diferentes regiones tienen roles funcionales distintos, y la información se transforma de la región cerebral a la región cerebral para implementar los cálculos que respaldan la cognición; por lo tanto, para comprender completamente el procesamiento de la información en el cerebro, es necesario estudiar las interacciones regionales. La conectividad funcional ha sido un enfoque dominante para el estudio de las interacciones entre las regiones cerebrales, que se basa en la cuantificación de la sincronía de las respuestas entre regiones (o vóxeles) a lo largo del tiempo (Friston, 1997). Algunos estudios de conectividad han aplicado la medida a datos de estado de reposo (Van den Heuvel, 2010), mientras que otros han examinado cómo la conectividad regional se modula mediante diferentes tareas o estímulos, es decir interacciones psicofisiológicas (Friston, 1997).

Se ha determinado que existen redes anatómicamente correlacionadas de los procesos cognitivos, lo que ha permitido el estudio del funcionamiento cerebral, donde las redes anatómicas representan la arquitectura mediadora sobre la cual operan las dinámicas funcionales (Roberts, Anderson & Husain, 2013). Un aspecto analizado, es la materia blanca y como la integridad de la misma es fundamental para una función cognitiva eficaz. Aspectos como las diferencias individuales relacionadas con la edad, como la velocidad perceptiva y el funcionamiento ejecutivo están dadas por variaciones en la materia blanca (Madden, Bennett & Song, 2009).

Por otro lado, también se ha determinado la correlación en la red funcional de procesos cognitivos que están asociados con las actividad cerebral (Siebenhuhner, Weiss, Coppola, Weinberger & Bassett, 2013; Yu et al., 2013; Bassett, Nelson, Mueller, Camchong & Lim, 2012; Zalesky, Fornito & Bullmore, 2012), lo que permite identificar los patrones de conectividad funcional, y los procesos de red distribuidos que subyacen a la función mental y al comportamiento para una visión general de la representación de las redes cerebrales durante los estados cognitivos.

En la construcción de cualquier red, es necesario identificar elementos del sistema (nodos de la red) e interacciones bordes de la red (Butts, 2009). Estas preguntas permanecen abiertas en la extracción de redes anatómicas, morfométricas y funcionales a partir de datos de neuroimagen (Bullmore & Bassett, 2011; Bassett & Bullmore, 2009; Bullmore & Sporns, 2009; Bullmore et al., 2009).

Tecnología existente

Se ha solicitado anteriormente patentes con tecnología similar, pero que no tienen en cuenta las redes neuronales estructurales y funcionales que se han considerado en el presente producto, en ninguno de ellos se habla de inteligencia de juego. Se presentan a continuación algunos encontrados que han causado revisión previa para la patentabilidad del nuevo producto.

El documento de la patente US 20140222738 presenta un modelo cerebral basado en agentes y métodos relacionados, obtenida por Karen, Joyce, Paul, Laurienti y Satoru Hayasaka (2014). Esta patente

divulga un sistema de modelado basado en agentes para predecir y/o analizar el comportamiento cerebral; incluye un procesador de computadora configurado para definir Modelo de Inteligencia de Juego 18 nodos y bordes que interconectan los nodos, en conclusión, lo que busca es predecir y/o analizar el comportamiento del cerebro.

Otra patente obtenida con anterioridad por Guillermo Alberto, Cecchi, Srinivas Ravi Viraraghava Iyengar, Avi Ma'ayan, Ravishankar Rao, Gustavo Alejandro Stolovitzky y John Michael Wagner (2011), titulada: “caracterización de red, extracción de características y aplicación a la clasificación”. Divulga métodos, sistemas y aparatos para caracterizar redes. Allí, se proporciona un método para caracterizar una red representada por una pluralidad de nodos y una pluralidad de bordes.

“Dispositivo y método para evaluar y mejorar las capacidades perceptivo-cognitivas de un sujeto” (WO2010037222), concedida a Jocelyb Faubert y David Tinjust en el (2011) Universidad de Montreal. El método comprende mostrar objetos virtuales que se mueven en un entorno tridimensional dado durante pruebas sucesivas. En este caso el sujeto está en contacto visual con los objetos virtuales que se mueven en el entorno tridimensional y se varía la velocidad de movimiento de los objetos virtuales durante las pruebas sucesivas.

Los investigadores Ya'akov Greenshpan, Gil Hupert-Graff, Lilach Armony-Shimoni, Danny Dankner (2014) obtuvieron la patente titulada “Sistema y método para formar un sujeto para procesos de control, preferiblemente para una tarea particular” (WO 2004006747A2), un sistema y método para entrenar a un sujeto en procesos de control de una tarea particular, analizando una pluralidad de acciones para determinar las acciones cognitivas, diseñando una variedad de habilidades cognitivas para entrenar al sujeto en la tarea. Este sistema y método Modelo de Inteligencia de Juego 19 permite mejorar las habilidades cognitivas asociadas con la tarea de forma controlada para mejorar el desempeño de la tarea real.

“Sistema de estimulación cognitiva multisensorial para evaluar, perfilar, entrenar y mejorar el desempeño deportivo de atletas” (EE.UU. 20160253917 A1). Es un sistema que simula escenarios deportivos durante las acciones deportivas reales estimulando diferentes mecanismos perceptivo-cognitivos y motores típicamente experimentados por los atletas durante la competición real.

“Método para enseñar habilidades cognitivas de alto rendimiento según un determinado deporte”, (WO2012148524). Las habilidades cognitivas a las que se refiere como objeto de mejora son: la toma de decisiones a alta velocidad, el reconocimiento de patrones, el razonamiento espacial, la visualización, la imaginación, el enfoque, la concentración, la regulación emocional, la relajación, la reacción y la anticipación, entre otros. Este método establece unos patrones según el deporte y el deportista es evaluado.

Dispositivos de entrenamiento Cognitivo

La evidencia muestra un apoyo limitado para los beneficios de transferencias lejanas de los dispositivos de entrenamiento cognitivo disponibles en el comercio, a las tareas deportivas, en gran parte porque falta mucha investigación y aplicabilidad en este ámbito. Además, se observan varios problemas metodológicos con la literatura de tecnología utilizada para este tipo de entrenamiento, incluidos los tamaños de muestra pequeños, la falta de pruebas de retención y la replicación limitada de los hallazgos por parte de investigadores independientes del producto Modelo de Inteligencia de Juego 20 comercial. Por lo tanto, la evidencia de los beneficios deportivos está actualmente limitada por la escasez de pruebas de transferencia representativas y un enfoque en poblaciones con condiciones de salud (Harris, Wilson & Vine, 2018).

Actualmente se han encontrado diferentes dispositivos que se han venido empleando en el entrenamiento cognitivo, aquí se describen algunos de los más mencionados en la literatura: “Cogmed”, es una aplicación móvil e informática considerada como uno de los líderes del mercado, utilizado en niños y adultos con problemas de memoria. Este dispositivo ha sido utilizado en diferentes estudios de intervención para problemas de memoria de trabajo y atención (Brehmer 2012, Akerlund, 2013; Dunning et al., 2013). Lumosity es un sitio Web y aplicación móvil, dirigida a población en general y personas con dificultades en la memoria que ofrece más de 40 juegos de entrenamiento cerebral, básicamente se entrenan la flexibilidad, resolución de problemas, atención y memoria. (www.lumosity.com).

Posit science, dirigido a población en general para entrenar la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento, identificando dos productos: brain fitness e insight, que posteriormente formaron parte del programa BrainHQ. (Brainhg.com). Cognifit hecho para la población en general y que tienen dificultades

en alguno de los procesos cognitivos, inicialmente fue creado para el entrenamiento cognitivo de la conducción, Modelo de Inteligencia de Juego 21 con el objetivo de medir, entrenar y controlar funciones cognitivas como atención, memoria y velocidad de procesamiento. Neurotracker utilizado en atletas y militares, ha sido utilizado en jugadores de fútbol y en el fútbol americano. El entrenamiento consiste en el seguimiento visual de objetos en 3D en movimiento, para entrenar la memoria, la velocidad de procesamiento y la atención. El número de objetos y la velocidad aumenta con el entrenamiento (Faubert, 2011).

Actualmente hay poca evidencia directa de que el uso de dispositivos puede transferirse a beneficios para el rendimiento deportivo. Esta conclusión, sin embargo, se deriva más de la falta de estudios experimentales en el campo deportivo y la falta de rigor experimental, en lugar de efectos nulos convincentes. Posteriormente, existe una oportunidad para que los investigadores desarrollen hallazgos más confiables en esta área, a través de una evaluación sistemática en poblaciones atléticas y mejoras metodológicas importantes.

Capítulo 3: Metodología

Los especialistas en ciencias del deporte, consideran que habiendo alcanzado un gran avance en el desarrollo de implementación y de entrenamiento físico en los atletas, ahora mejorar el rendimiento debe estar dado por el desarrollo de los procesos cognitivos; lo que ha generado un gran interés por realizar investigaciones de este tipo.

Ésta investigación es de gran importancia para la comunidad deportiva, debido a que, en la actualidad, no se cuenta con centros especializados que brinden a los deportistas la posibilidad de acceder a un programa de entrenamiento de procesos cognitivos, que contribuya al avance de un manejo integral del potencial neuropsicológico, de su inteligencia de juego y por ende tener un mejor rendimiento deportivo.

El desarrollo de este modelo de entrenamiento está diseñado para mejorar los procesos cognitivos implicados en la inteligencia de juego en los futbolistas, como: la percepción, la atención, la memoria, las funciones ejecutivas, la velocidad de procesamiento de la información y la toma de decisiones; este entrenamiento se hace directamente interactuando con la herramienta mediante una serie de ejercicios, dirigidos a lograr objetivos de acuerdo al proceso.

Las ventajas importantes que otros productos no ofrecen y que el modelo neurocognitivo de inteligencia de juego posee, son: al entrena los procesos cognitivos de una forma integral se consigue mayor velocidad en el procesamiento de la información, mayor conciencia de la visión viso espacial, mayor concentración durante más tiempo, mejor lectura de juego, mayor utilización de la memoria táctica en el juego, mayor flexibilidad cognitiva, mejor toma de decisiones, aumento de la conciencia durante las situaciones cruciales.

El haber llevado a cabo esta investigación, también está dando un aporte al deporte desde el ámbito de las neurociencias, para concientizar a los directivos de las Instituciones encargadas del manejo de los deportistas, que cuenten con la posibilidad de acceder a un programa de entrenamiento teniendo en cuenta las características individuales de los deportistas, que les permita obtener nuevas herramientas e incrementar sus estrategias de afrontamiento a la hora de competir.

Esta nueva tecnología se enmarcó desde el paradigma emperico analítico, cuasi experimental pretest – posttest, con una muestra no pirobalística por conveniencia dado que los deportistas participantes en la investigación cumplieron ciertos criterios de inclusión.

La muestra estuvo conformada por 44 jugadores de fútbol (hombres) entre las edades de 14 a 17 años de categoría pre juvenil y juvenil del Club Atlético Galicia de la ciudad de Ibagué. La población se dividió en dos grupos de 20 jugadores: grupo control y grupo experimental, a los cuales les fue aplicada la batería de pruebas y al segundo grupo adicionalmente, se le aplicó el programa de entrenamiento de procesos cognitivos. Para la obtención de la información de los procesos cognitivos fueron utilizadas las pruebas: Tarjetas de Wisconsin, Test de Stroop, Figura compleja de Rey, Trail Making Test A y B y el Iowa Gambling Task (IGT); test neuropsicológicos altamente empleados en investigaciones a nivel mundial y que además cuentan con baremos para la población colombiana, lo que permitió mayor confiabilidad y validez de los resultados (Arango, 2015).

El procedimiento se llevó a cabo en tres fases: fase inicial de mediciones pre-test a los dos grupos (Control y Experimental), luego la fase de intervención, en la cual se realizó el entrenamiento al grupo experimental y por último la fase de evaluación post-test.

El análisis estadístico se realizó mediante análisis de medias y un análisis de componentes principales que permite la proyección según los datos, que queden ser mejor representados en términos de mínimos cuadrados, este análisis permite realizar una exploración de datos y construir modelos predictivos, el análisis fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS versión 22.

Para lograr la fase dos y poder cuantificar la Inteligencia de juego (IJ) a partir de mediciones de funciones cognitivas, mediante pruebas neuropsicológicas estandarizadas se construyó el modelo neurocognitivo y posteriormente se plantearon las siguientes hipótesis

Las Hipótesis planteadas fueron:

H1 La inteligencia de juego está determinada por la interacción de cinco funciones cognitivas siendo

estas: F_{c1} Funciones ejecutivas, F_{c2} Memoria, F_{c3} Atención, F_{c4} Velocidad de procesamiento, F_{c5} Toma de decisiones.

H2 Las funciones cognitivas son medibles mediante pruebas estandarizadas.

H3 El desarrollo de una función cognitiva necesita de la intervención de las otras cuatro funciones cognitivas.

H4 La construcción de una función cognitiva requiere del aporte de las otras funciones cognitivas. Ese aporte puede ser diferente para cada función cognitiva.

Definición del modelo

De acuerdo con las hipótesis planteadas, un modelo de IJ debe:

- Incorporar mediciones de funciones cognitivas. según H1 y H2,
- Considerar inter-relaciones entre las funciones cognitivas. Según H1
- Considerar la inter-dependencia de las funciones cognitivas Según H3 y H4

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores es posible plantear el modelo de IJ: como un modelo de grafo orientado para representar la interacción entre las funciones cognitivas, el modelo de Inteligencia de juego (IJ) utiliza medidas del grafo para definir la IJ.

Descripción del modelo y método neurocognitivo

El modelo neurocognitivo de la inteligencia de juego (IJ) permite definirla científicamente y poder medirla de forma práctica y precisa. Permitiendo diagnosticar y aumentar la IJ de la cual depende un en gran parte el rendimiento del jugador.

El Modelo neurocognitivo es para todo jugador, está dado en términos de una red o grafo cuyos nodos representan las Áreas Estructurales (AE) del cerebro humano y los enlaces entre nodos están definidos por las Áreas Funcionales (AF) del cerebro, como se describe a continuación. En el modelo neurocognitivo, dentro del contexto de la teoría de la complejidad, la IJ es una cualidad emergente que surge de las

interacciones de las diferentes partes del cerebro y se mide como una suma de diferentes medidas de red, M_i , donde i indica las cuatro (4) medidas de red utilizadas y VP corresponde a la Velocidad de Procesamiento como función cognitiva que favorece en general todas las demás funciones cognitivas que constituyen la IJ.

Formalmente la IJ teórica se expresa como:

$$IJ = VP \sum_{i=1}^4 M_i$$

Fuente: elaboración propia

Posterior al diseño de la fórmula de IJ, se analizaron los vínculos entre AE, para lo cual se creó una matriz de vínculos que permite apreciar las relaciones de un AE con todas las demás. Para completar la matriz fue necesario recopilar evidencia sobre las relaciones, estos vínculos fueron validados y complementados con el trabajo de campo, y posteriormente se les asignó un peso según criterios que se explicarán posteriormente, esto permitió utilizar diferentes métricas como: de segregación como la modularidad e integración como la Centralidad de un nodo, que indica el camino más corto en el grafo. Grado medio, número de vecinos (conexiones a otros nodos), el cual indica cuál es la media de conexiones que tiene un nodo, de manera que se puede saber su popularidad. La longitud de medida, cuán fácil es llegar a los otros vértices, indica, por lo tanto, cómo de cerca queda ese influenciador para llegar a contactar con otros. Esto permitió saber la importancia de ese nodo dentro de la red de influencia para eventuales comunicaciones o relaciones con otros nodos. Coeficiente de agrupamiento, nivel de agrupamiento de los nodos, para saber cómo están cohesionados o integrados. (Ver tabla al final).

El Modelo empírico define la estructura de red constante para todo jugador y los pesos de los enlaces que son específicos de cada jugador. La red está definida por quince (15) nodos, n_1 a n_N donde $N=15$, y los enlaces, l_{ij} están definidos por los pares de nodos i y j que unen y que contribuyen a un Área Funcional; cuando tienen superíndice J significa el valor para el jugador J . Las cinco (5) Funciones Cognitivas que corresponden a las cinco (5) Áreas Funcionales, medidas para cada jugador con su correspondiente test, son la Velocidad del Procesamiento de la información (VP) que interviene como factor

multiplicativo de la suma de las otras cuatro (4) Funciones Cognitivas (FC_i): FC_1 corresponde a Funciones Ejecutivas (FE), FC_2 corresponde a la Memoria (M), FC_3 corresponde a la Atención (A) y FC_4 correspondiendo a la Toma de decisiones (TD). En la tabla 1 se presentan las Áreas Funcionales con las Funciones Cognitivas que generan, los correspondientes test de medida y las Áreas Estructurales que las constituyen. Formalmente, el modelo empírico se expresa matemáticamente como:

$$l_{ij}^J = VP \sum_{i=1}^4 FC_i^J$$

Fuente: elaboración propia

Estas funciones cognitivas están dadas por áreas estructurales del cerebro y fueron medidas con pruebas neuropsicológicas de la siguiente manera: la FC_1 se evaluó con el test de las tarjetas de Wisconsin, FC_2 se evaluó con el test la figura Compleja de Rey, la FC_3 se evaluó con el Trail Making Test, la FC_4 se evaluó con el test IOWA.

Tabla 1

Funciones cognitivas y áreas estructurales

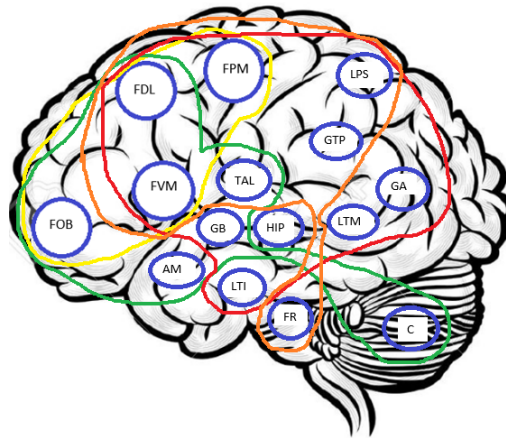
Test de medida		Función Cognitiva=Área Funcional	Áreas Estructurales
WSCT	→	$FC_1 \equiv FE$	(FDL, FVM, FOR, FPR).
FR	→	$FC_2 \equiv M$	(FDL, FVM, FPR LPS, CTP, TAL, HIP, GB, LTI, LTM, GA).
TMT	→	$FC_3 \equiv A$	(FDL, FVM, LPS, CTP, TAL, FRA).
IOWA	→	$FC_4 \equiv TD$	(FDL, FOB, FVM, GB, A, C).

Áreas Estructurales: Frontal dorso lateral (FDL), Frontal ventromedial (FVM), Frontal Orbitofrontal (FOR), Frontal Premotor (FPR), Lóbulo Parietal Posterior (LPS), Cíngulo Temporal Parietal (CTP), Tálamo (TAL), Hipocampo (HIP), Ganglios Basales (GB), Lóbulo Temporal Inferior (LTI), Lóbulo Temporal Medio (LTM), Giro Angular (GA), Formación Reticular Ascendente (FRA), Amígdala (A), cerebelo (C). (Ver cuadro de definiciones al final del documento).

Teniendo las áreas estructurales de cada proceso, se establecieron las áreas funcionales de cada función cognitiva.

Figura 1

Definiciones de las áreas funcionales



En la figura 1 se observan las áreas Funcionales (AF) del cerebro en términos de las Áreas Estructurales (AE) del mismo: AE encerradas en línea amarilla constituyen el AF de FE, en rojo M, naranja en A y en verde TD (ver Tabla 1). Se observa cómo algunas AE intervienen en más de una AF aunque todas las AE siguen siendo muy importantes para el funcionamiento global.

Construcción de la red o grafo

La estructuración del cerebro en términos de AF o FC y AE permite representar el cerebro y sus FC medibles por medio de test estandarizados, en términos de una red o grafo donde los nodos son las 15 AE y los enlaces entre pares de nodos n_i, n_j denotados, existen cuando las correspondientes AE pertenecen a una misma AF; de acuerdo a la gráfica 1, esto define solo $N_{ef}=73$ de $N=105$ enlaces posibles como se indica en la gráfica 2.

$l_{ij}; l_i = l_j = 0$, no se presenta conexión del nodo con él mismo, no hay enlace de bucle.

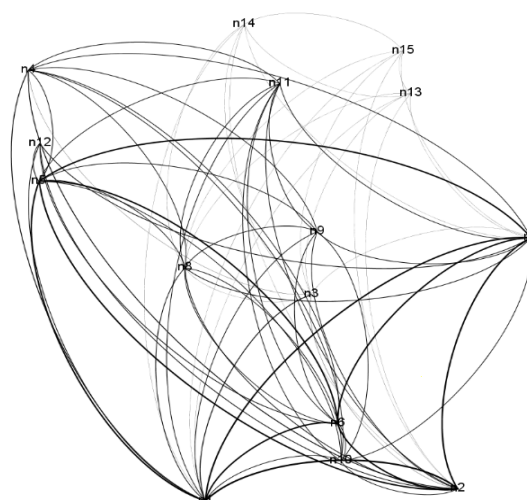
$l_{ij} = l_{ji}$, enlaces no direccional

Tabla 2*Enlaces entre los nodos de la red de un jugador específico*

FDL	FVM	FOR	FPR	LPS	GTP	TAL	HIP	LTI	LTM	GA	FR	AM	C	GB
11.2	12.3	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9	19.10	110.11	10	10	113.14	114.15	10
11.3	12.4	10	14.6	15.7	16.8	17.9	18.10	19.11	10	10	10	113.15		
11.4	12.5	10	14.7	15.8	16.9	17.10	18.11	10	10	10	10			
11.5	12.6	13.7	14.8	15.9	16.10	17.11	10	10	10	10				
11.6	12.7	13.8	14.9	15.10	16.11	17.12	18.13	10	10					
11.7	12.8	10	14.10	15.11	16.12	17.13	18.14	10						
11.8	12.9	10	14.11	15.12	10	17.14	18.15							
11.9	12.10	10	10	10	10	17.15								
11.10	12.11	10	10	10	10									
11.11	12.12	13.13	10	10										
11.12	12.13	13.14	10											
11.13	12.14	13.15												
11.14	12.15													
11.15														

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se observa los enlaces entre los nodos de la red de un jugador

Figura 2*Red de un jugador*

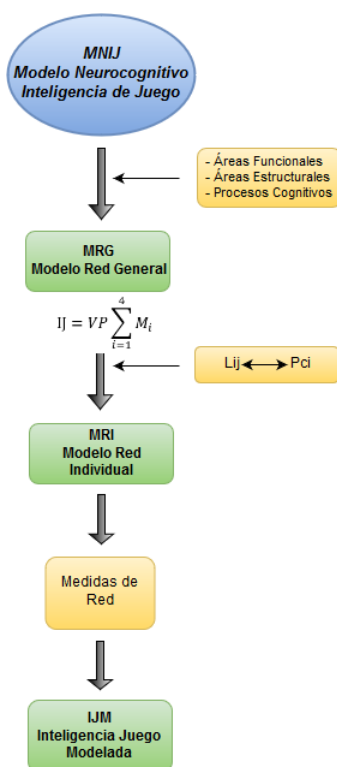
En la figura 2 se observa la red o grafo de un jugador con 15 nodos y solo los $N_{ef} = 73$ enlaces de los $N = 105$ posibles según modelo neurocognitivo.

Para medir el peso o intensidad de cada enlace, lo que caracteriza a cada jugador, se mide cada FC con su correspondiente test estándar para llenar el formato indicado a continuación.

$FC_i^J \equiv$ Función cognitiva medida para cada $J=1, \dots, 15$.

El peso del enlace l_{ij} para un jugador J se calcula con la suma de los valores medidos para dicho jugador de las 4 FC_i donde se encuentre el correspondiente enlace, es decir, los dos nodos conectados o las AE que contribuyen al AF o FC; si el enlace no hace parte de una FC_i particular, el valor de la medida que corresponde al jugador J no contribuye a la suma; finalmente se multiplica por VP por lo que se explicó anteriormente.

Una vez obtenidos los pesos de la red para un jugador se puede calcular su IJ emergente del grafo de acuerdo a las medidas que dieron los test de las 5 FC y con el modelo teórico en términos de las 4 medidas de red M_i .

Figura 3*Modelo Neurocognitivo de Inteligencia de Juego*

En la figura 3 se puede observar el proceso realizado para obtener la inteligencia de juego de un deportista.

El entrenamiento cognitivo se realizó a través de la implementación de ejercicios en campo de juego y la herramienta NeuronUP. Esta es una plataforma virtual creada para procesos de rehabilitación y estimulación cognitiva, que se encuentra alojada en el sistema Cloud Computing, lo cual permitió el acceso tanto en el laboratorio como en el sitio de práctica en cualquier momento y desde cualquier dispositivo con internet, (computador).

En NeuronUP se diseñaron 16 sesiones para los deportistas, a los cuales les fue creado un usuario y asignada una contraseña para acceder de manera personalizada a cada una de las sesiones. Cada sesión tenía una duración de 16 minutos distribuidos en 4 actividades, cada una de 4 minutos, clasificadas por áreas de intervención que se intercambiaban en función de los procesos cognitivos objetivo de

entrenamiento en cada sesión (memoria, atención, velocidad de procesamiento, funciones ejecutivas y toma de decisiones).

Las primeras 3 sesiones se realizaron actividades catalogadas en niveles bajos de complejidad, con el fin de que los participantes siguieran el proceso de adaptación. Posteriormente, la dificultad incrementó conforme cada deportista fue superando los niveles de dificultad. En total se utilizaron 20 actividades, que distribuidas de acuerdo a los procesos cognitivos objeto de estudio, permitieron que en 11 de ellas se estimulara la visualización espacial, en 14 diferentes tipos de atención (sostenida, selectiva, alternante), en 10 se estimuló la memoria (de trabajo, semántica, episódica, procedimental), en 16 las funciones ejecutivas (razonamiento, planificación, inhibición, flexibilidad, toma de decisión) y en 14 la velocidad del procesamiento.

Para observar los resultados, la plataforma permitió conocer de cada actividad, detalles como el número de fases completadas, de pantallas realizadas, entendidas como el total de las pantallas superadas, aceptables y fracasadas. De igual forma, el promedio de tiempo de reacción se registró y al final de cada actividad, cada participante valoraba su nivel de desempeño (malo, regular, bien, excelente).

Una vez cumplidas las dos fases anteriores y después de haber realizado el entrenamiento cognitivo durante 8 semanas con una frecuencia de dos sesiones por semana se volvieron a evaluar los procesos cognitivos en el grupo experimental.

Capítulo 4. Resultados y Análisis

En este apartado se encuentran consignados los resultados que fueron logrados a lo largo del doctorado representados en los diferentes Productos que se encuentran enumerados y sustentados al final del documento.

Uno de los aportes importantes a la psicología del deporte es la nueva Definición de **inteligencia** de juego que a partir de la revisión del estado del arte, al no encontrar una definición desde los procesos neurocognitivos esta fue creada y es parte de la producción científica. A partir de la nueva definición de inteligencia de juego y viendo la necesidad de medirla, entrenarla y potenciarla para mejorar el rendimiento deportivo, se crea el Modelo **para** entrenamiento de inteligencia de juego, que da origen a la **Patente** de invención.

Este modelo fue comprobado mediante la realización de un proyecto de investigación que permitió identificar los cambios en cada uno de los procesos cognitivos implicados en la inteligencia de juego y que fueron obtenidos después de ser implementados en un programa de intervención a un grupo de jugadores de fútbol. Para esto, en la fase inicial se realizaron mediciones para obtener un diagnóstico del estado de los procesos (evaluación pre-test) y posteriormente en la fase final nuevamente se evaluaron (pos-test) a los 40 deportistas participantes de este estudio, los cuales fueron divididos en dos subgrupos: Grupo Control (GC) y Grupo Experimental (GE).

Tabla 3

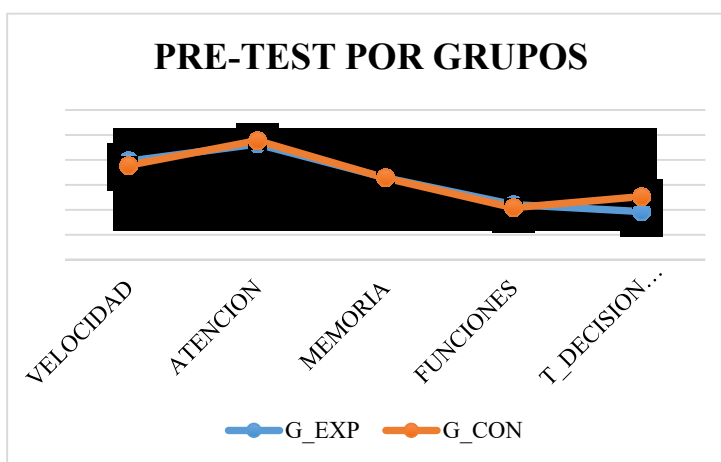
Resultados evaluación Pre-test por grupos

PRE	VELOCIDAD	ATENCION	MEMORIA	FUNCIONES	T_DECISIONES
G_EXP	79,25	92,8	65,75	44,25	38,75
G_CON	75,75	95,6	65,55	41,75	50,75

Nota. Los valores en cada caso corresponden al promedio expresado en percentiles (0 a 100), de los 20 jugadores de cada grupo

Figura 4

Evaluación de procesos cognitivos general



La grafica 4 muestra la medición inicial de procesos cognitivos, los resultados de desempeño son similares entre el grupo experimental (G_EXP) y grupo control (G_CON). No se observaron diferencias significativas entre los grupos.

Figura 5

Evaluación de procesos cognitivos de cada jugador



La figura 5 permite observar resultados de los procesos cognitivos evaluados de manera individual para el caso del grupo experimental en el Pre-Test.

Posterior a la evaluación de procesos cognitivos, fue diseñado el programa de intervención; cada una de las 16 sesiones fueron planeadas estratégicamente, en función del proceso cognitivo implicado, la complejidad de las actividades, tiempos de ejecución y objetivos de las mismas.

Tabla 4

Sesión de entrenamiento planificada en la plataforma Neuron UP

	<i>Procesos</i>	<i>Actividades</i>	<i>Tiempo parcial</i>	<i>Tiempo Total</i>
Sesión 1	Visualización espacial	Entrelazados	4 Minutos	16 Minutos
	Atención sostenida / Inhibición	Chapas	4 Minutos	
	Memoria de trabajo	Entrega a domicilio	4 Minutos	
	Planificación / Velocidad de Proces.	Que empiece el partido	4 Minutos	

La tabla 4 muestra un ejemplo de sesión de entrenamiento de procesos cognitivos, con sus actividades y el tiempo entrenado

Tabla 5

Resultado de sesión en la plataforma NeuronUp

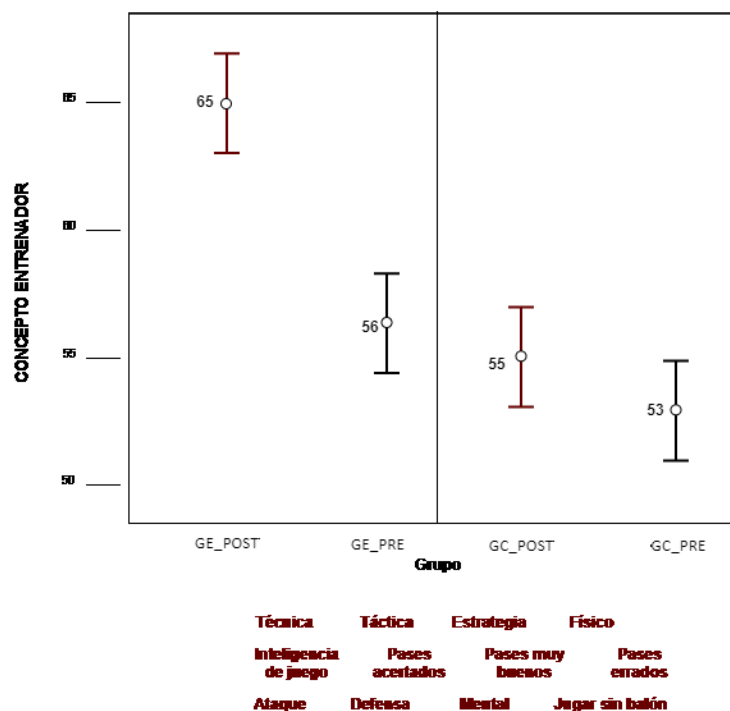
Juego: Entrelazados Fecha: 13/03/17					Juego: Chapas Fecha: 13/03/17				
Resultados generales	Fácil				Resultados generales	Fácil			
	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
Fase completada	Sí	Sí	Sí	No	Fase completada	Sí	Sí	Sí	No
Pantallas realizadas	5	5	5	3	Pantallas realizadas	6	5	6	1
Pantallas superadas	5	5	5	2	Pantallas superadas	5	5	5	0
Pantallas aceptables	-	-	-	-	Pantallas aceptables	1	0	1	0
Pantallas fracasadas	0	0	0	1	Pantallas fracasadas	0	0	0	1
Tiempo medio	00:02	00:03	00:05	00:06	Tiempo medio	00:01	00:02	00:05	00:06
Autoevaluación	Bien				Autoevaluación	Bien			

La tabla 5 muestra una de las sesiones y el resultado que la plataforma Neuro Up arrojó por jugador .

Otro de los aspectos que se tuvo en cuenta a la hora de evaluar a los jugadores del grupo experimental fue el concepto del entrenador, tanto previo al entrenamiento cognitivo, como posterior.

Figura 6

Evaluación del entrenador



La gráfica permite observar un aumento en el desempeño conductual en el campo de juego según la opinión del entrenador. Claramente los resultados posteriores al entrenamiento cognitivo, mostraron diferencias significativas entre los dos grupos (G_EXP vs G_CON), evidenciando una mejora importante en los procesos cognitivos del grupo experimental de acuerdo al concepto del entrenador.

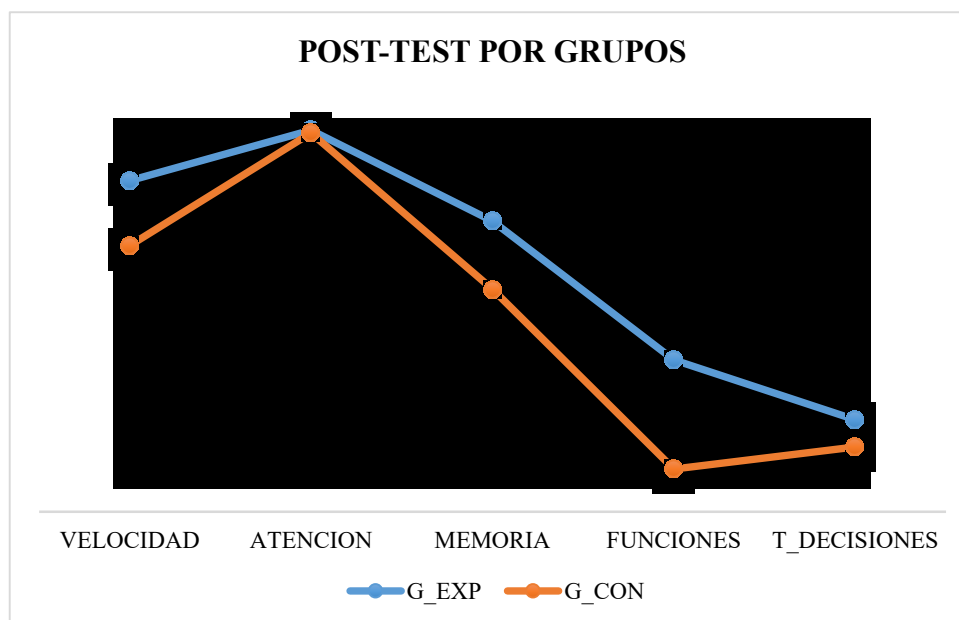
Tabla 6

Resultados evaluación Post- Test por grupos

POST	VELOCIDAD	ATENCION	MEMORIA	FUNCIONES	T_DECISIONES
G_EXP	88,5	95,95	82,6	62,25	53,5
G_CON	79	95,5	72,6	46,25	49,5

Figura 7

Resultados de las pruebas Neuropsicológicas



En la figura 7 se puede observar que hubo diferencias que a la postre fueron significativas para el mejoramiento de la inteligencia de juego de los deportistas entrenados.

A continuación, se muestran los resultados detallados del desempeño de la población evaluada de acuerdo al grupo al que fueron asignados en las diferentes pruebas neuropsicológicas, que miden procesos cognitivos como la velocidad de procesamiento (Stroop), la atención (Trail Making Test), la memoria (Figura compleja de Rey), las funciones ejecutivas (Test de clasificación de Tarjetas de Wisconsin), y la toma de decisiones (Iowa Gambling task). Estos resultados son aquellos que arrojó el programa estadístico por el que fueron medidos y analizados.

Las pruebas neuropsicológicas antes mencionadas han sido descritas más ampliamente en la Patente de invención. Además se pueden adquirir libros donde hay capítulos que muestran la forma de aplicar, calificar e interpretar con baremos estandarizados para Neuropsicología en Colombia: Datos normativos, estado actual y retos al futuro

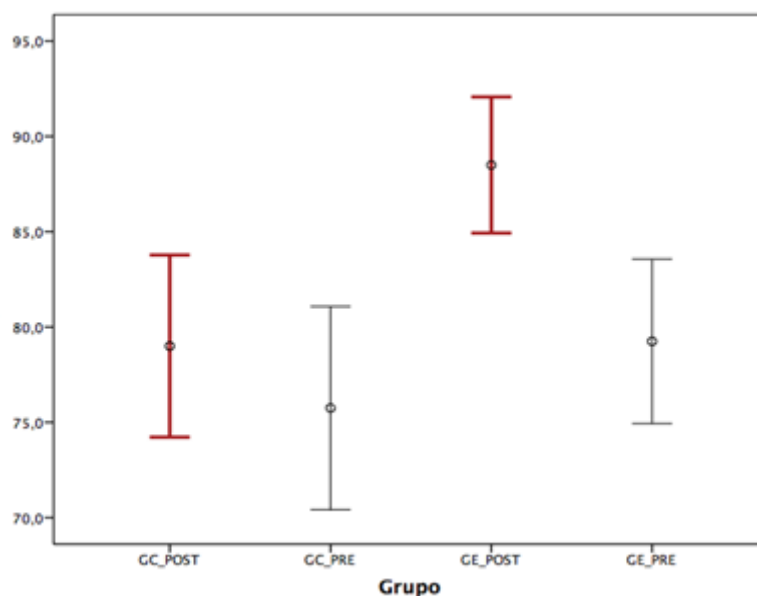
Tabla 7

Medidas descriptivas de los resultados en la prueba Stroop – Velocidad de procesamiento

		GC_POST	GC_PRE	GE_POST	GE_PRE	
Media		79	75,75	88,5	79,25	
95% IC para la media	Límite inferior	74,222	70,421	84,931	74,937	
	Límite superior	83,778	81,079	92,069	83,563	
STROOP						
	Varianza	104,211	129,671	58,158	84,934	
	Mínimo	45	45	75	65	
	Máximo	90	90	95	90	
Nota: IC= Índice de Confianza		Rango	45	45	20	25

Figura 8

Resultados prueba Stroop



Nota: GC=

Grupo control; GE= Grupo Experimental

Claramente se evidencia que existen diferencias significativas entre el pretest y el postet en el grupo que fue intervenido, indicando un aumento en habilidades cognitivas como velocidad perceptual-motora y

el seguimiento visual. Uno de los aspectos con mayor relevancia que se tiene en cuenta en esta prueba es la interferencia que permite finalmente poder inhibir estímulos poco relevantes y mejorar la flexibilidad cognitiva. Ver Definición de **inteligencia** de juego y Modelo para entrenamiento de **inteligencia** de juego.

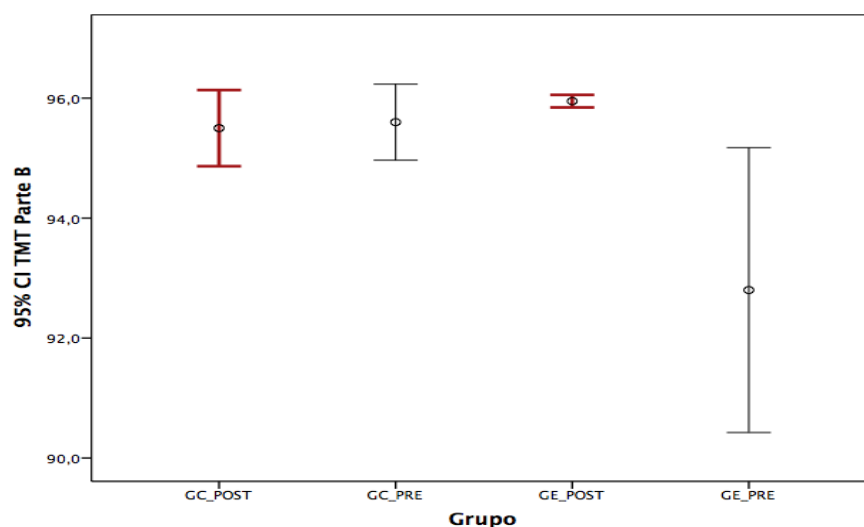
Tabla 8

Medidas descriptivas de los resultados en la prueba Trail Making Test parte B - Atención

		GC_POST	GC_PRE	GE_POST	GE_PRE
Media		95,5	95,6	95,95	92,8
95% IC para la media	Límite inferior	94,865	94,967	95,845	90,425
	Límite superior	96,135	96,233	96,055	95,175
TMT Parte B					
	Varianza	1,842	1,832	0,05	25,747
	Mínimo	90	90	95	80
	Máximo	96	96	96	96
	Rango	6	6	1	16

Figura 9

Resultados prueba Trail Making Test parte B (TMT-B).



Los resultados de la subprueba Trail Making Test parte B permiten observar el rendimiento en habilidades como la atención compleja, planificación, flexibilidad cognitiva y la inhibición de respuesta,

los resultados indican que los participantes del grupo control obtuvo un mejor desempeño en esta subprueba respecto a los participantes del grupo experimental en el pre-test y que lo mantuvieron con una mínima disminución en el post-test; a diferencia del grupo experimental que obtuvo resultados inferiores en el pre-test, no obstante mostró un aumento en la eficacia con una diferencia estadísticamente significativa en el post-test. Ver Modelo para entrenamiento de **inteligencia** de juego.

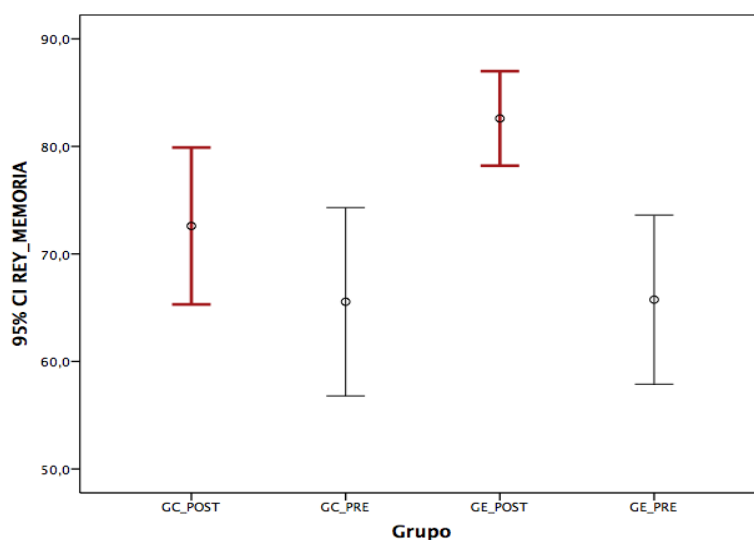
Tabla 9

Medidas descriptivas de los resultados en la prueba Figura compleja Rey – Memoria

		GC_POST	GC_PRE	GE_POST	GE_PRE
	Media	72,6	65,55	82,6	65,75
95% IC para la media	Límite inferior	65,305	56,791	78,203	57,886
	Límite superior	79,895	74,309	86,997	73,614
REY_MEMORIA	Varianza	242,989	350,261	88,253	282,303
	Mínimo	45	30	65	40
	Máximo	96	96	96	95
	Rango	51	66	31	55

Figura 10

Resultados prueba Figura compleja de Rey – Evocación.



Análogo a los resultados de la prueba de copia, en la evocación de la figura compleja de rey los resultados indican un desempeño homogéneo en habilidades viso-espaciales, memoria, planificación y memoria de trabajo en los dos grupos convirtiendo estos resultados en un pilar fundamental del **Modelo** para entrenamiento de inteligencia de juego y la comprobación de la eficacia del mismo.

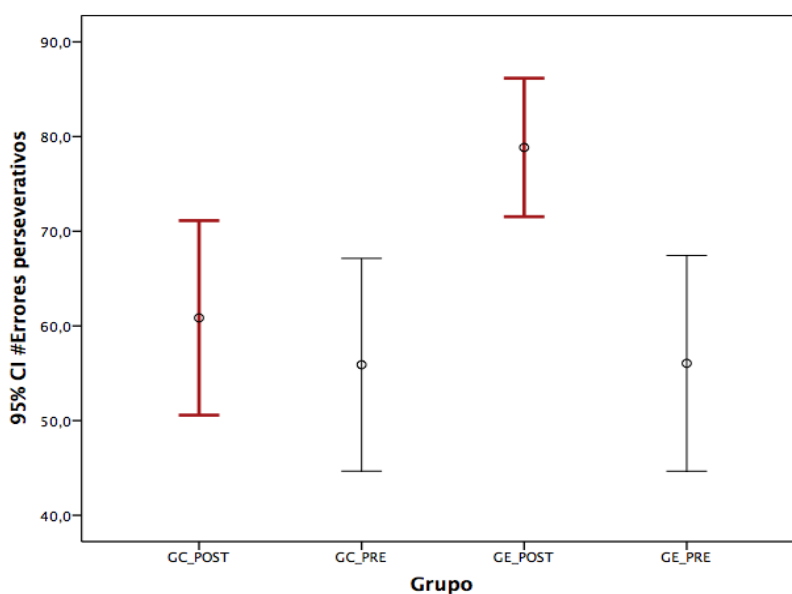
Tabla 10

Medidas descriptivas de los resultados en la prueba Tarjetas de Wisconsin – Numero de errores perseverativos.

		GC_POST	GC_PRE	GE_POST	GE_PRE	
#Errores perseverativos	Media	60,85	55,9	78,85	56,05	
	95% IC para la media	Límite inferior	50,578	44,664	71,536	44,657
		Límite superior	71,122	67,136	86,164	67,443
	Varianza	481,713	576,411	244,239	592,576	
	Mínimo	10	20	55	10	
	Máximo	96	96	96	96	
	Rango	86	76	41	86	

Figura 11

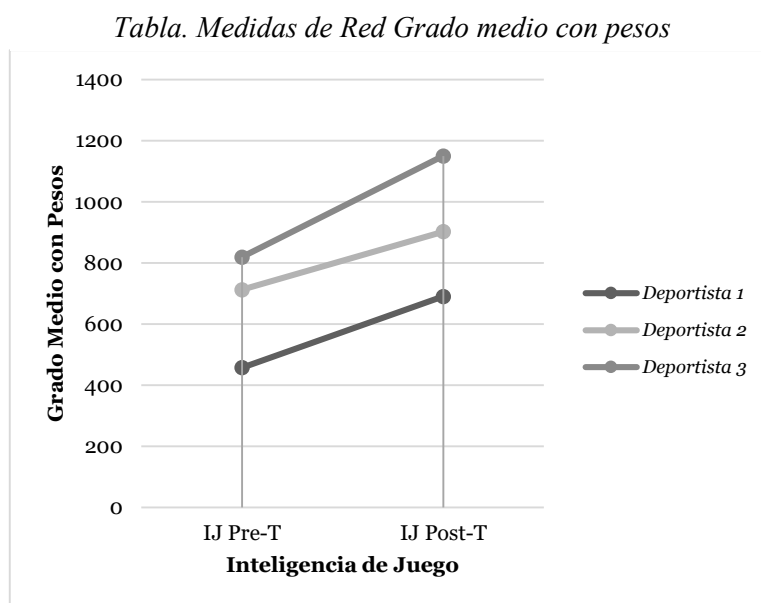
Resultados prueba Tarjetas de Wisconsin – Funciones ejecutivas



Los resultados observados indican que el grupo control obtuvo una mínima disminución en la cantidad de errores de perseverativos cometidos en el pre-test, respecto al post-test, evidenciando que se mantienen las dificultades para modificar las estrategias cognitivas en función de los cambios que se producen en el ambiente. El grupo experimental en el pretest igualmente mostro un resultado deficiente, sin embargo, tras el entrenamiento cognitivo realizado y evaluado en el post-test se evidencia una diferencia estadísticamente significativa que da cuenta de una mayor habilidad de modificación de estrategias cognitivas.

Figura 12

Resultados finales representados en medidas de red



Para evidenciar el resultado del método diseñado se tomaron diferentes tipos de medidas de red, la más importante de ellas conocida como *grado medio de pesos*, permite observar un aumento de la inteligencia de juego.

Estos resultados permitieron realizar medidas de red para determinar la inteligencia de juego; medidas que generalmente se basan en las propiedades básicas de la conectividad de red y que a su vez detectan diversos aspectos de la integración funcional y la segregación, como la

modularidad, la centralidad, el grado medio con pesos, que permiten cuantificar la importancia de las regiones cerebrales individuales establecidas en el *Modelo para entrenamiento de **inteligencia** de juego*.

El aumento en las estadísticas de los resultados de los procesos cognitivos implicados en la inteligencia de juego, permitió observar un aumento en las diferentes medidas de red, dentro de ellas la modularidad, definida como la principal de las medidas de segregación de red. En el caso de la centralidad se observó que en estos jugadores mejoró la capacidad de combinar rápidamente información especializada entre las diferentes regiones representadas en nodos, descritos ampliamente en la Método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la **inteligencia** deportiva o de juego.

Este análisis también permitió explorar las relaciones de conectividad en jugadores de manera individual y grupal, lo que permite realizar una comparación de redes que arroja información a nivel tanto estructural como funcional. Adicionalmente, fueron tomados los grados medios con pesos, que permiten hacer una interpretación neurobiológica directa, presumiendo que los nodos con un alto grado, están interactuando estructural o funcionalmente con muchos otros nodos en la red.

Capítulo 5. Producción

Durante el doctorado se gestaron los productos que a continuación se relacionan, estos productos hacen parte de la revisión del estado del arte, la producción durante el doctorado en investigación, innovación y comunicación científica.

Productos

Clase de producto	Título	Medio de publicación	Clasificación	Fecha	Estado	Anexo Nro.
Patente	Método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia deportiva o de juego	Súper intendencia de industria y comercio		Julio 25 de 2018	Radica da Exame n de fondo	1
Artículo	Trajectories of memory, language, and visuoperceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia	Disability and Rehabilitation	Q1	Junio de 2019	Public ado	2
Artículo	“Rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual”	Revista Mexicana de Neurociencias	Q4	Enero de 2019	Public ado	3
Artículo	Definición de inteligencia de juego en deportes basada en un marco neurocognitivo	Revista	Q3	Noviembre 2020	Someti do	4
Artículo	Modelo para entrenamiento de inteligencia de juego	Revista	Q3	Noviembre 2020	Someti do	5
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de aprendizaje verbal de	Libro Neuropsicología En Colombia:		2015	Public ado	6

	Hopkins-Revisado para población colombiana	Datos Normativos, Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales				
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de colores y palabras (Stroop) para población colombiana	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	7
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de copia y reproducción de memoria de la figura geométrica compleja de rey para población Colombiana	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	8
Capítulo de libro	Datos normativos del test de trazo TMT A & B para población colombiana	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	9
Capítulo de libro	Datos normativos del Test modificado de clasificación de tarjetas de Wisconsin (M-WCST) para población colombiana	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	10
Capítulo de libro	Datos normativos para el Test de simulación de problemas de memoria para la población colombiana	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	11
Capítulo de libro	Ética y neuropsicología en Colombia	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	12

Capítulo de libro	Situación actual de la neuropsicología en Colombia	Estado Actual Y Retos Futuros. Editorial: U. Autónoma de Manizales		2015	Publicado	13
Capítulo de libro	Datos normativos del test de atención d2 en población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	14
Capítulo de libro	Datos normativos del test de Copia y Reproducción de Memoria de la Figura Geométrica Compleja de Rey en población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	15
Capítulo de libro	Datos normativos del test de Fluidez Verbal en población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	16
Capítulo de libro	Datos normativos del test de Símbolos y Dígitos (SDMT) en población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	17
Capítulo de libro	Datos normativos del test de Vocabulario en Imágenes Peabody III en población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	18
Capítulo de libro	Datos normativos del test de Aprendizaje Verbal - Infantil (TAMV-I) en población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	19
Capítulo de libro	Datos Normativos para el Test Stroop de Colores y Palabras en Población colombiana de 6 a 17 años de edad	Neuropsicología Infantil. Manual Moderno		2017	Publicado	20

Capítulo de libro	Datos normativos del Test breve de atención en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	21
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de aprendizaje verbal de Hopkins revisado en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	22
20 Capítulo de libro	Datos normativos del Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin-Modificado (M-WCST) en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	23
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de copia y de reproducción de memoria de la figura geométrica compleja de rey en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	24
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de denominación de Boston en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	25
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de fluidez verbal semántica en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	26
Capítulo de libro	Datos normativos del Test de símbolos y dígitos en una población de personas analfabetas de América Latina	Neuropsicología y Analfabetismo Manual Moderno		2018	Publicado	27

Ponencia	Influencia de las redes neuronales En la inteligencia de los deportistas	II Congreso de la Sociedad colombiana de Neuropsicología Septiembre 12-14 de 2019		2019		28
Ponencia Publicada en memoria del congreso	Funciones Ejecutivas En Futbolistas De Rendimiento	I Congreso Iberoamericano de Neuropsicología Bilbao España junio 1-4 /2016 Revista Neurología (España)	Q3	2016	Publicado	29
Poster publicado en memoria de congreso	Neuropsychological Profile of tolimenses Athlete.	Journal of the international Neuropsychological Society Jerusalen Israel julio 9 - 11/ 2014	Q2	2014	Publicado	30

Participación en proyectos de investigación

Nombre del Proyecto	Entidad	Año	Valor (Especie y Contrapartidas)
Estudio de datos normativos para pruebas neuropsicológicas en niños colombianos de 7 a 17 años de edad	Universidad Antonio Nariño y 10 entidades más del País	2016	110.000.000
Estandarización y normalización de pruebas neuropsicológicas para países de Latinoamérica	Universidad Antonio Nariño y 10 entidades más del País	2014	159.000.000
Programa de Rehabilitación Neuropsicológica en el Daño Cerebral Adquirido por ACV en Procesos Cognitivos Mediante el uso de Técnicas de Visión Artificial	Universidad Antonio Nariño	2014	180.315.000

Capítulo 6. Conclusiones

El modelo para entrenamiento de la inteligencia de juego en deportistas implementado y evaluado, mostró diferencias estadísticamente significativas que da cuenta de una mayor habilidad de atención compleja, escaneo visual, habilidades viso espaciales, planificación, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, al igual que un incremento importante en la velocidad de procesamiento en los deportistas entrenados.

La mayoría de los procesos cognitivos evaluados (atención, memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento), mostraron un incremento significativo, aunque es necesario incrementar el tiempo de entrenamiento y realizar la transferencia en más experiencias del contexto propio del deporte que se esté entrenando, esto respecto a la toma de decisiones.

Queda comprobado que el modelo neurocognitivo diseñado, mejora en gran medida las funciones cognitivas en deportistas, llevándolos a incrementar su desempeño y por ende convertirse en jugadores más inteligentes en el campo de juego.

No se puede continuar haciendo alusión a la inteligencia de juego, como algo incomprensible y menos solamente teniendo en cuenta la parte técnica, la fuerza, la agilidad o la resistencia; en adelante se debe ahondar en los componentes de la inteligencia de juego propuestos.

La nueva definición de inteligencia de juego presentada por los autores de esta tesis doctoral, crea un consenso sobre la utilización de los componentes de la misma para ser aprovechados mediante el entrenamiento neuropsicológico.

El nuevo concepto de inteligencia de juego en los deportes, debe ser tomado como la capacidad cognitiva para resolver situaciones de juego de manera precisa y eficiente a través de la correcta toma de decisiones en un entorno dinámico.

La nueva definición de IJ permite desarrollar planes de entrenamiento medibles y cuantificables para un mejor aprovechamiento, y de esta manera mayor potencialización de jugadores inteligentes con gran impacto en el rendimiento deportivo.

Es necesario seguir explorando en qué medida, se pueden potencializar estos procesos neurocognitivos para mejorar este tipo de inteligencia y aumentar el rendimiento. Los programas específicos de entrenamiento cognitivo deben implementarse y combinarse con los programas tradicionales de entrenamiento como una preparación deportiva integral.

La nueva definición de inteligencia de juego en deportes incluye elementos cognitivos claves basados en un marco neurobiológico, que resulta en un modelo que permite entender, medir y desarrollar la IJ y por lo tanto, aprovecharla para entrenar deportistas que desarrollen más sus talentos y cumplan sus objetivos.

Bibliografía

- Akerlund, E., Esbjörnsson, E., Sunnerhagen, K. S., and Björkdahl, A. (2013). Can computerized working memory training improve impaired working memory, cognition and psychological health? *Brain Inj.* 27, 1649–1657.
- Alloza, Clara. Cox, simon; duff, simon; semple, scott, bastin mark;, whalley, heather; lawrie, stephen. 2016. Information processing speed mediates the relationship between white matter and general intelligence in schizophrenia. *Psychiatry research: neuroimaging*. Volume 254, páginas 26-3.
- Antonelli, F., & Salvini, A. (1982). *Psicología del deporte*. Valladolid: Miñón.
- Anzellotti, Stefano & Coutanche, Marc N. 2018, beyond functional connectivity: investigating networks of multivariate representations.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Curr Biol*, 20(4), R136-140.
- Baddeley, A. D. (2006) Working memory: An overview. En S. Pickering *Working Memory on Education*. Nueva York, Academic Press, 1-31.
- Barbas H. Flow of information for emotions through temporal and orbitofrontal pathways. *J Anat.* 2007; 211:237—49.
- Barbas H. Flow of information for emotions through temporal and orbitofrontal pathways. *J Anat.* 2007; 211:237—49.
- Bassett DS, Nelson BG, Mueller BA, Camchong J, Lim KO. Altered resting state complexity in schizophrenia. *Neuroimage.* 2012; 59:2196–2207.
- Bassett, D.S., Bullmore, E.T., 2009. Human brain networks in health and disease. *Curr. Opin. Neurol.* 22, 340–347.
- Bisley, J. W. (2011). The neural basis of visual attention. *J Physiol*, 589(Pt 1), 49-57.
- Brehmer, Y., Westerberg, H., & Bäckman, L. (2012). Working-memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 63.
- Broche, y. Herrera, L. Martínez, O. 2016. Neural substrates of decision-making. *Neurología*. Volume 31, Issue 5, pages 319-325.
- Brown, C. H., Gould, D., & Foster, S. (2005). A framework for developing Contextual Intelligence (CI). *Sport Psychologist*, 19(1), 51-62.
- Bullmore, E., Sporns, O., 2009. Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nat. Rev., Neurosci.* 10, 186–198.
- Butts, C.T., 2009. Revisiting the foundations of network analysis. *Science* 325, 414–416.

- Cecchi, G. a., Lake, M., Avi, M., Stolovizky, G.A., Wagner, J. M. (2009). Network Characterization to classification. Patent United States.
- Chiaravallotti, N., Genova, H., Deluca, J., Glenn, W. (2013). The Relationship between Executive Functioning, Processing Speed and White Matter Integrity in Multiple Sclerosis” *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 35(6) · June 2013 *with* 123 Reads
- Cianciolo, A. T., Matthew, C., Sternberg, R. J., & Wagner, R. K. (2006). Tacit knowledge, practical intelligence and expertise. En K. A. Ericsson, N. Charness, P.J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (pp. 613-632). Cambridge: Cambridge University Press.
- Coca Fernández, S. (1985). *Hombres para el fútbol: una aproximación humana al estudio psicológico del futbolista en competición*. Madrid: Gymnos.
- Collins A, Koechlin E. Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biol.* 2012; 10: e1001293.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Prog Brain Res*, 169, 323-338.
- Dunning, D. L., and Holmes, J. (2014). Does working memory training promote the use of strategies on untrained working memory tasks? *Mem. Cogn.* 42, 854–862.
- Dunning, D. L., Holmes, J., and Gathercole, S. E. (2013). Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial. *Dev. Sci.* 16, 915–925.
- E. J. T. Matser, A. G. Kessels, M. D. Lezak, B. D. Jordan, and J. Troost, “Neuropsychological impairment in amateur soccer players,” *Journal of the American Medical Association*, vol. 282, no. 10, pp. 971–973, 1999.
- Elferink-Gemser M, Visscher C, Lemmink K, et al. T. Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players. *J Sports Sci* 2004;22(11–12):1053–63.
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Richart, H., & Lemmink, K. A. (2004). Development of the Tactical Skills Inventory for Sports. *Percept Mot Skills*, 99(3 Pt 1), 883-895.
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Richart, H., & Lemmink, K. A. (2004). Development of the Tactical Skills Inventory for Sports. *Percept Mot Skills*, 99(3 Pt 1), 883-895.
- Erin, J. M., & Healey, D. M. (2011). The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: can we alter the developmental trajectory of ADHD? *Neurosci Biobehav Rev*, 35(3), 621-634.

- Fox, M.D. et al. (2005) The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 102, 9673–9678.
- Fox, M.D. et al. (2005) The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 102, 9673–9678.
- Friston, K.J. et al. (1997) Psychophysiological and modulatory interactions in neuroimaging. *Neuroimage* 6, 218–229.
- Friston, K.J. et al. (1997) Psychophysiological and modulatory interactions in neuroimaging. *Neuroimage* 6, 218–229.
- García, S., Rodríguez, A., & Garzón, A. (2011). Conceptualización de inteligencia táctica en el fútbol: Consideraciones para el desarrollo de un instrumento de evaluación en campo desde las funciones ejecutivas. *Cuad. Psicol. Deporte.*, 11(1), 69-78.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (2001). La inteligencia reformulada. Las inteligencias múltiples en el siglo XXI. Barcelona: Paidós.
- Golden, C. J. (2010). Manual de Stroop: Test de colores y palabras (Departamento I+D de TEA Ediciones, trad). Madrid, España: TEA Ediciones S.A.
- Goleman, D., & Cherniss, C. (2001). Inteligencia emocional en el trabajo. Barcelona: Kairós.
- Greve, K. W. (2001). The WCST-64: A standardized short-form of the Wisconsin Card Sorting Test. *The clinical Neuropsychologist*, 15(2), 228-234.
- Harris, D. J., Wilson, M. R., and Vine, S. J. (2018). A systematic review of commercial cognitive training devices: implications for use in sport. *Front. Psychol.* 9:709.
- Huijgen, B. C., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburch, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., et al. (2015). Cognitive Functions in Elite and Sub-Elite Youth Soccer Players Aged 13 to 17 Years. *PLoS One*, 10(12), e0144580.
- Karen, E., Salem, W., Hayasaka, S., (2014). Agent-Based Brain Model and related methods. Patent United States.
- Krawczyk DC. 2002. Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision-making. *Neurosci Biobehav Rev.* 2002; 26:631—64.
- Krawczyk DC. 2002. Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision-making. *Neurosci Biobehav Rev.* 2002; 26:631—64.
- Krawczyk DC. 2002. Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision-making. *Neurosci Biobehav Rev.* 2002; 26:631—64.
- Lehto JE, Juujärvi P, Kooistra L, Pulkkinen L. (2003). Dimensiones de funcionamiento ejecutivo: Pruebas de los niños *Br. J. Dev. . Psychol.*

- Lennartsson, J., Lidstrom, N., & Lindberg, C. (2015). Game intelligence in team sports. *PLoS One*, 10 (5), e0125453.
- Lezak, M. (1983). *Neuropsychological assessment* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Lunt L, Bramham J, Morris RG, Bullock PR, Selway RP, et al. Prefrontal cortex dysfunction and “jumping to conclusions”: bias or deficit? *J. Neuropsychol.* 2012; 6:65–78.
- Madden DJ, Bennett IJ, Song AW. Cerebral white matter integrity and cognitive aging: Contributions from diffusion tensor imaging. *Neuropsychology Review.* 2009; 19:415–435.
- McNorgan, C. Gregory j. Smith. Edwards, Erica S. (2020). Integrating functional connectivity and mypa through a multiple constraint network analysis. *Neuroimage.* Vol: 208, 116412.
- Mesulam, M. M. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. *Ann Neurol*, 28(5), 597-613.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *J Exp Psychol Gen*, 130(4), 621-640.
- Nieuwenhuys , R. (2013). The myeloarchitectonic studies on the human cerebral cortex of the Vogt–Vogt school, and their significance for the interpretation of functional neuroimaging data. *Brain Struct Funct* 218:303–352
- Oken, B. S., Salinsky, M. C., & Elsas, S. M. (2006). Vigilance, alertness, or sustained attention: physiological basis and measurement. *Clin Neurophysiol*, 117(9), 1885-1901.
- Pariente, R. Palomo, M. (2012). Original Contextual Intelligence and Expertise in Soccer. *Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte-* vol. X.
- Pecchinenda et al., 2006. A. Pecchinenda, M. Dretsch, P. Chapman Working memory involvement in emotion-based processes underlying choosing advantageously. *Experimental Psychology*, 53 (2006), pp. 191-197.
- Poggel and Strasburger, 2004. D.A. Poggel, H. Strasburger Visual perception in space and time—mapping the visual field of temporal resolution *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 64 (2004), pp. 427-437.
- Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludas, Y., & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Netw*, 19(9), 1422-1429.
- Redick, Thomas S. (2015). Working memory training and interpreting interactions in intelligence interventions. *Journal: Intelligence*, Vol. 50. P. 14-20.
- Rey, A. (2009). *Test de copia y reproducción de una figura compleja*. Madrid: TEA Ediciones.
- Roberts RE, Anderson EJ, Husain M. White matter microstructure and cognitive function. *Neuroscientist.* 2013; 19:8–15.

- Rosenbloom MH, Schmahmann JD, Price BH, 2012. The Functional Neuroanatomy of Decision-Making. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 24:266—77.
- Rosenbloom MH, Schmahmann JD, Price BH, 2012. The Functional Neuroanatomy of Decision-Making. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 24:266—77.
- Ruiz, L. M., Palomo, M., Garcia, V., Navia, J. A., & Miñano, J. (2014). Contextual intelligence and expertise in soccer. *Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte*, 54(14), 307-317.
- Ruiz-Perez, L. M., Navia, J. A., Miñano-Espin, J., Garcia-Coll, V., & Palomo-Nieto, M. (2015). [Game intelligence and perceived competence to decide on soccer players]. *Rev Int Cienc Deporte*, 11(42), 329-338.
- Shenk,D. (2011).El genio que todos llevamos dentro. Por qué todo lo que nos han contado sobre genética, talento y CI no es cierto. Barcelona: Ariel.
- Siebenhuhner F, Weiss SA, Coppola R, Weinberger DR, Bassett DS. Intra- and inter-frequency brain network structure in health and schizophrenia. 2013;8: e72351.
- Sternberg, R. J. (2000a). *Handbook of intelligence*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2000b). *Practical intelligence in everyday life*. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press.
- Strauss, E, Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). A Compendium of neuropsychological Test.: Administration, norms and commentary. New York. Osford University Prees.
- Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychol Bull*, 95(1), 3-28.
- Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Terenzini, P. T. (1993). On the nature of institutional research and the knowledge and skills it requires. *Res High Educ*, 34(1), 1-10.
- Tirapu-Ustarroz, J., Munoz-Cespedes, J. M., & Pelegrin-Valero, C. (2002). [Executive functions: the need for the integration of concepts]. *Rev Neurol*, 34(7), 673-685.
- Trends in cognitive sciencies. Volume 22, Issue 3, páginas 258-269
- Tversky A, Kahneman D. The Framing of decisions and the psychology of choice. *Science*. 1981; 211:453—8.
- Tversky A, Kahneman D. The Framing of decisions and the psychology of choice. *Science*. 1981; 211:453—8.
- Tversky, A., Kahneman, D., 1981. The framing of decisions and the psychology of choice. *Science* 211, 453–458.

- Van den Heuvel MP, Mandl RC, Stam CJ, Kahn RS, Hulshoff Pol HE. Aberrant frontal and temporal complex network structure in schizophrenia: A graph theoretical analysis. *Journal of Neuroscience*. 2010; 30:15915–15926.
- Van den Heuvel MP, Sporns O. Network hubs in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*. 2013; 17:683–696.
- Van den Heuvel, M.P. and Hulshoff Pol, H.E. (2010) Exploring the brain network: a review on resting-state fMRI functional connectivity. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 20, 519–534.
- van den Heuvel, M.P. and Hulshoff Pol, H.E. (2010) Exploring the brain network: a review on resting-state fMRI functional connectivity. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 20, 519–534
- Wein, H. (2005). Requisitos necesarios para la formación de jugadores creativos. *Revista Training Fútbol*, diciembre (118).
- Weng-Tink Chooi a,b, *, Lee A. Thompson a. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence* 40 - 531–542.
- Yogev, S., Schejter, E.D., Shilo, B.Z. (2008). Drosophila EGFR signalling is modulated by differential compartmentalization of Rhomboid intramembrane proteases. *EMBO J.* 27(8): [1219--1230](#).
- Yu Q, Sui J, Liu J, Plis SM, Kiehl KA, Pearlson G, et al. Disrupted correlation between low frequency power and connectivity strength of resting state brain networks in schizophrenia. *Schizophrenia Research*. 2013; 143:165–171.
- Zalesky A, Fornito A, Bullmore E. (2012). On the use of correlation as a measure of network connectivity. *Neuroimage*; 60:2096–2106.

Anexos

En este apartado se encuentran los productos de propiedad intelectual que fueron reportados en la tabla de producción científica.

Patente

Método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia deportiva o de juego

Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (SIC) - Reporte detallado de solicitudes

Fecha y hora: 27 jun 2018 08:34:20 a.m.

Número de Patente (11): NC2018/0006503

Fecha de radicación: 25 jun 2018

Referencia de solicitante: U Antonio Nariño

Estado de la solicitud: Bajo Verificación de Requisitos

Mínimos

Tipo de solicitud: NC Solicitud de Patente/Modelo/

Trazado

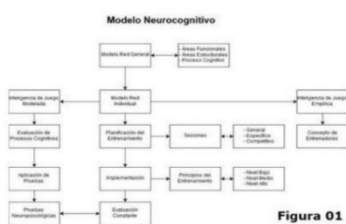
Área Tecnológica: Electricidad, Electrónica y

Telecomunicaciones

Título: MÉTODO PARA EL DIAGNÓSTICO, DESARROLLO E INCREMENTO ACELERADO DE LA INTELIGENCIA DEPORTIVA O DE JUEGO

Tipo: Patente de Invención Nacional

Resumen:



Inventor(es):

RAFAEL MARÍA GUTIÉRREZ SALAMANCA
Andres Ignacio Hernández Duarte
JOSÉ AMILKAR CALDERÓN CHAGUALA

Apoderado :

ARLETH AROCA ALMANZA	Dirección Física : Carrera 5 66 - 17, BOGOTÁ, D.C., CO Correo electrónico: notificaciones@munozab.com
-------------------------	--

Solicitante(s) :

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	DerechoDirección Física : Calle 58 A No. 37 - 94 Bogotá, BOGOTÁ, D.C., CO
-------------------------------	---

Datos de contacto : ARLETH AROCA ALMANZA, Carrera 5 66 - 17, BOGOTÁ, D.C., CO

Historial:

Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (SIC) - Reporte detallado de solicitudes

Fecha y hora: 27 jun 2018 08:34:20 a.m.

Tipo	Descripción	Gaceta	Publicado
Solicitud de Patente Convención de París	La Solicitud de Patente Convención de París es enviada.		26 jun 2018

Solicitudes vinculadas: Ninguna

Esta funcionalidad de búsqueda provee información desde los registros de Propiedad Intelectual gestionada por SIC. Aunque SIC tome el máximo cuidado posible en la provisión de estos servicios, SIC no asume ninguna responsabilidad por cualquier acción realizada con respecto a estos contenidos o sus posibles errores, inexactitudes, deficiencias, defectos u omisiones. Este sitio no pretende ser una fuente exhaustiva o completa de información de Propiedad Intelectual. Para obtener más orientación y asistencia en el uso de este sitio Internet, contáctenos por favor.

CONTRATO DE CESION DE DERECHOS PATRIMONIALES DE AUTOR

En Bogotá, a los 08 días del mes de Mayo de 2018

Los suscritos a saber, JOSÉ AMILKAR CALDERÓN CHAGUALA, RAFAEL MARÍA GUTIÉRREZ SALAMANCA, y ANDRÉS IGNACIO HERNÁNDEZ DUARTE, mayores de edad, identificados con cédula de ciudadanía No. 93.385.884 de Fusagasugá, cédula de ciudadanía No. 19439502 de Bogotá y cédula de ciudadanía 80417160 de Bogotá, actuando en nombre propio, en calidad de Profesores de la Universidad Antonio Nariño denominados en adelante como **CEDENTE(S)**, por medio del presente documento manifestamos que cedemos a la **UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**, Institución de Educación Superior de carácter privado, de utilidad común y sin ánimo de lucro, identificada con el NIT No. 860.056.070-7, con personería jurídica reconocida mediante Resolución No. 4571 del 24 de mayo de 1977 expedida por el Ministerio de Educación Nacional, quien en adelante se denominara el **CESIONARIO**, todos nuestros derechos patrimoniales de autor, incluyendo los de prioridad, título e interés sobre nuestra invención "MÉTODO PARA EL DIAGNÓSTICO, DESARROLLO E INCREMENTO ACELERADO DE LA INTELIGENCIA DEPORTIVA O DE JUEGO", según lo establecido en las siguientes cláusulas:

Cláusula Primera-: Que **LAS PARTES** han acordado suscribir este contrato de Cesión de Derechos Patrimoniales de autor, en adelante el **CONTRATO**, el cual se regirá por lo estipulado en el Estatuto de Propiedad Intelectual de la Universidad Antonio Nariño, por la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Ley 603 de 2000, Ley 1032 de 2006 y demás normas concordantes que regulen el tema.

Cláusula Segunda-. El **CEDENTE(S)** manifiesta que de manera voluntaria y gratuita se cede a favor del **CESIONARIO** todos los derechos patrimoniales a los que tiene derecho como creador del "MÉTODO PARA EL DIAGNÓSTICO, DESARROLLO E INCREMENTO ACELERADO DE LA INTELIGENCIA DEPORTIVA O DE JUEGO", y que se realiza por el **CEDENTE(S)** como objeto de las actividades desarrolladas por el mismo, dentro de sus actividades desarrolladas con el apoyo de la Universidad Antonio Nariño.

Cláusula Tercera-. Los derechos que a través de éste **CONTRATO** se ceden durante un período de 20 años, corresponden a todos los derechos patrimoniales, que incluyen pero no se limitan a los de transformación, traducción a otros idiomas, reproducción, comunicación pública, distribución y cualquiera otro que represente la explotación comercial de los mismos, y son otorgados por el **CEDENTE(S)** de forma exclusiva al **CESIONARIO** y sin ninguna limitación de uso en cuanto a territorio geográfico se refiere, dentro y fuera de la República de Colombia. //

Página 1 de 3



ANDRÉS IGNACIO HERNÁNDEZ DUARTE
C.C 80417160 de Bogotá

CESIONARIO:



MARTHA ALICE LOSADA FALK
C.C. No. 51.899.621 de Bogotá



referencia o de partida o con un objetivo de llegada en particular, e.g. que la velocidad de respuesta supere un promedio regional en un 10%.

Dentro de las clasificaciones de las habilidades cognitivas en seres humanos, se han definido varias de ellas como aquellas que presentan especial importancia y diferenciación con respecto a las demás, como vigilia, conciencia, lenguaje natural, aprendizaje, toma de decisiones, funciones ejecutivas, memoria, coordinación motriz, percepción, planificación, solución de problemas, pensamiento, entre otras.

Para evaluar las habilidades cognitivas de las personas se han planteado diferentes pruebas neuropsicológicas; entre la diversidad de pruebas que se pueden encontrar en la bibliografía están la prueba de cartas de Wisconsin, la prueba del efecto Stroop, la prueba de figuras de Rey-Osterrieth, el test del trazo TMT-A o TMT-B, el juego de azar de Iowa, entre otras.

Además, en el sector técnico y tecnológico que abarca el diseño e implementación de planes de entrenamiento para deportistas y evaluación y mejoramiento de capacidades y procesos cognitivos existen sobre todo desarrollos que se centran en el entrenamiento de procesos cognitivos aislados y en lo que se refiere a dispositivos de entrenamiento y plataformas de rehabilitación, pero es común que estos se centren en rehabilitar pacientes y no en mejorar la inteligencia y reacción de una persona que no ha sufrido un accidente o enfermedad, o más específicamente, de una persona cuyo desempeño quiera ser mejorado para que ejerza una profesión o actividad determinada, e.g. una actividad deportiva.

El documento WO2012148524(A1) divulga un medio por computador en el que es posible simular un escenario deportivo con el fin de evaluar la respuesta de un usuario frente a estímulos deportivos continuos o interrumpidos, y en donde es posible simular los escenarios de diferentes deportes y recibir entradas de información por parte del usuario con diferentes métodos de entrada. Sin embargo, en dicho documento no se contempla la posibilidad de medir integral y cuantitativamente valores que determinen de manera concisa la inteligencia deportiva o inteligencia de juego de un usuario; ni la posibilidad de evaluar al usuario sin la necesidad de recurrir a medios de simulación.



El documento US20160253917(A1) divulga un sistema de simulación cognitivo o multisensorial para el entrenamiento y mejoramiento de atletas y otras poblaciones, que consiste en un sistema de lenguaje semántico para transmitir información e instrucciones a un individuo, de manera normal o confusa, y que permite realizar mediciones de procesos cognitivos en el individuo con base en sus reacciones a dichos estímulos, y en donde es posible, entre otras actividades adicionales, advertir al individuo de un estímulo entrante. Sin embargo, dicho documento tampoco menciona la posibilidad de medir de manera integral y cuantitativa valores que determinen de manera concisa la inteligencia deportiva o inteligencia de juego de un usuario; ni la posibilidad de evaluar al usuario sin la necesidad de recurrir a medios de simulación.

La presente invención provee un método definido y estructurado en cuanto a actividades y procesos iterativos que permiten evaluar y mejorar las habilidades cognitivas relevantes en las áreas del deporte, en donde la evaluación se utiliza con el fin de clasificar objetivamente un jugador de acuerdo con su inteligencia de juego o inteligencia deportiva. El presente método representa ventajas en tanto que delimita pautas para evaluar cuantitativamente a los jugadores y con base en esto mejorar sus habilidades desde un punto de partida numérico, mientras se utilizan técnicas de medición de habilidades cognitivas y entrenamientos físicos que son aplicados iterativamente hasta que se llega a un rendimiento o mejora deseada. Además, el presente método utiliza preferiblemente pruebas neuropsicológicas conocidas y delimitadas, permitiendo su replicación extensiva y por tanto también la comparación en la ejecución del método, para tal efecto también se tienen en cuenta promedios regionales estandarizados de acuerdo con la descripción de la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención corresponde a un método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia de juego en personas, especialmente deportistas, que comprende una serie de procesos iterativos, en los que se utilizan pruebas neuropsicológicas, orientados a la mejora de las diferentes habilidades que componen la inteligencia de juego de una persona. En donde los procesos iterativos comprenden



de un número mayor de pruebas y entrenamientos en aquella habilidad cognitiva que se encuentre por debajo de las demás en cuanto a su medición cuantitativa. Estos entrenamientos se realizan mediante sesiones periódicas que a su vez se realizan con diferentes frecuencias, duración e intensidad según los objetivos de cada caso, teniendo en cuenta que las sesiones con entrenamientos de nivel alto se realizan preferiblemente en los periodos inmediatamente anteriores a una competencia.

Finalmente, en la fase de evaluación se realizan mediciones cuantitativas de la inteligencia de juego, con el objeto de identificar el progreso en cada una de las habilidades trabajadas. Según los resultados obtenidos, se realizan realimentaciones con respecto al estado post-entrenamiento de las habilidades cognitivas del individuo y se procede a realizar un re-planeamiento de las sesiones en sus diferentes niveles de complejidad según las nuevas características y las nuevas deficiencias relativas de las habilidades cognitivas del individuo.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

La Figura 1 muestra un mapa conceptual en el que se describen las características e interrelaciones generales para el método de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema y/o dispositivo, y también a un método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia deportiva o inteligencia de juego en personas, especialmente deportistas, en donde en el método y sistema se utilizan pruebas neuropsicológicas para la medición y mejora de las diferentes características que componen la inteligencia de juego de una persona. Dichos método y sistema se apoyan en un modelo neurológico que es posible crear a partir de una relación entre cualesquiera habilidades neurológicas medibles y cualesquiera de las regiones del cerebro humano identificables; y en donde dichos método y sistema comprenden una serie de procesos iterativos en donde es posible utilizar pruebas neuropsicológicas para complementar la mejora de las habilidades que constituyen la inteligencia de juego. Así mismo, los procesos iterativos comprenden



la iniciativa, motivación, constancia, autocontrol, flexibilidad cognitiva, inhibición, anticipación, entre otras.

Las áreas estructurales, o regiones, del cerebro humano se definen según el consenso más reciente en cuanto a divisiones del cerebro humano según sus funcionalidades o relaciones, por ejemplo, la región frontal dorso lateral, la región frontal ventromedial, el lóbulo parietal posterior, el lóbulo temporal inferior, el giro angular, la formación reticular ascendente, la amígdala, el cerebelo, entre otros. En el marco de la presente invención, dichas divisiones del cerebro humano no se encuentran limitadas al conocimiento y consenso actuales, sino que pueden ser actualizadas conforme a los avances de la ciencia en este sentido, lo anterior en tanto que el método y sistemas aquí descritos utilizan el estado del arte vigente para crear un modelo neurológico que se describe en mayor detalle en párrafos subsecuentes.

El modelo neurológico que se tiene en cuenta al momento de implementar el método y sistema aquí descritos se crea primeramente a partir del lenguaje propio de la teoría de grafos, en donde se define un número de nodos que es preferiblemente equivalente al número total de regiones del cerebro humano identificadas en el consenso científico actual, y en donde cada uno de los nodos corresponde a una región específica e identificable del cerebro humano; así mismo, se define el número de habilidades cognitivas a tener en cuenta con base en el deporte o actividad humana que se desee potencializar, preferiblemente las cinco mencionadas con anterioridad: la memoria, la atención, la velocidad de procesamiento, la toma de decisiones, y las funciones ejecutivas, y de manera similar a las definiciones para las regiones del cerebro, se utilizan estudios actualizados y consensos actuales de la comunidad científica para determinar la relación entre las habilidades cognitivas seleccionadas y las regiones del cerebro humano, se define a cada conjunto de relaciones o vínculos entre regiones del cerebro, en donde cada conjunto de relaciones o vínculos está relacionado con una habilidad cognitiva, como un área funcional del cerebro.

En la definición del modelo basado en la teoría de grafos se cuenta con un conjunto de nodos (relacionados con regiones del cerebro) que se relacionan mediante vínculos posibles entre dichos nodos, en donde la existencia de cada uno de los posibles



$$l_{ij} = H_1 \sum_{h=2}^N H_h$$

En donde los subíndices i y j representan cualquier par de nodos denotados por i y j , y en donde la letra H representa el valor numérico, preferiblemente estandarizado de acuerdo con lo que se dice en párrafos subsecuentes, asignado a una habilidad cognitiva y en N representa el número total de habilidades cognitivas a utilizar. Dado que las habilidades cognitivas a utilizar son preferiblemente la velocidad de procesamiento, la memoria, la atención, la toma de decisiones y las funciones ejecutivas, se tiene que el valor preferido para N es equivalente a cinco. El valor preferido para la habilidad H con el subíndice 1 corresponde al valor medido para la velocidad de procesamiento, y subsecuentemente, las habilidades cognitivas denotadas con H con subíndices de 2 a N corresponden, cada una, al valor medido para las demás habilidades cognitivas a utilizar en el método de la presente invención.

Cualquier ecuación equivalente y en general cualquier ecuación que pretenda calcular un valor asociado a cada uno de los enlaces se encuentra dentro del espíritu de la presente invención.

La densidad, en el contexto de teoría de grafos, se define en su forma más general como la proporción de lazos existentes con respecto a los lazos posibles según la cantidad de nodos, siendo entonces el cociente de las relaciones efectivas R con las relaciones que, según el número N de nodos, equivale a $N(N-1)$ cuando los lazos son direccionales o a $N(N-1)/2$ cuando los lazos son no-direccionales. En concordancia con el modelo neurológico cuya construcción está comprendida por el método de la presente invención, en donde los vínculos que relacionan los nodos se caracterizan por ser no-direccionales, la ecuación de densidad para un modelo de grafo G relacionado con la presente invención:



posibles entre todos los pares de nodos de una red, que comprenden a dicho nodo j en su recorrido, es posible también definir la centralidad medial media como el promedio de dichos valores para todos los nodos de la red, entre otros valores estadísticos.

De manera que es posible definir una inteligencia de juego cuantitativa a partir del análisis de cada realización del modelo grafo particular de un individuo en un momento determinado, en donde la inteligencia de juego cuantitativa se define como la sumatoria de un conjunto de cualidades emergentes que se pueden medir del modelo grafo, en donde las cualidades emergentes se seleccionan de modularidad, grado nodal ponderado medio, entre otras. Preferiblemente densidad, modularidad, diámetro de red y grado nodal ponderado medio. La ecuación matemática que describe lo anteriormente descrito es:

$$IJ = \sum_{i=0}^N M_i$$

En donde: IJ denota la inteligencia de juego cuantitativa; la letra M con el subíndice i denota cada una de las cualidades emergentes seleccionadas para el modelo según la realización de la invención; y la letra i denota una variable discreta que pertenece al intervalo de números naturales denotado por $(1,N)$, en donde N corresponde al número de cualidades emergentes seleccionadas para la realización específica de la invención. La definición cuantitativa anteriormente descrita permite evaluar de manera más objetiva el desempeño o estado actual de un individuo, así como también el desarrollo en su desempeño y la comparación de valores cualitativos a lo largo de las diferentes iteraciones del método y sistema aquí expuestos.

Como se ha mencionado con anterioridad los presentes métodos y sistema se apoyan, en diferentes fases de su puesta en práctica, en la realización de pruebas neuropsicológicas con el fin de evaluar y potencializar las habilidades de un individuo, especialmente las de un deportista del área del fútbol. Las pruebas neuropsicológicas son preferiblemente pero no se limitan a la prueba de cartas de Wisconsin, la prueba



entender el único color que se ve representado, para cada elemento, en la tercera página se instruye al sujeto a que se concentre solamente en el color representado en lenguaje escrito, o solamente en el color visible en la tipografía.

La prueba de la figura compleja de Rey o de Rey-Osterrieth se realiza con el fin de evaluar la organización perceptual y la memoria visual de un individuo. Durante la prueba se pide a un individuo que reproduzca un dibujo complicado, primero copiándolo y luego apoyándose solamente en su memoria. Además, existe preferiblemente un intervalo de tiempo luego de que el individuo realice la copia del dibujo y antes de que dicho individuo realice la reproducción del dibujo a partir de su memoria, en donde dicho intervalo de tiempo es invertido en actividades que preferiblemente no están relacionadas a la figura o dibujo. Se califica según la precisión del dibujo reproducido.

La prueba del trazo, en las modalidades TMT-A y TMT-B, consiste en instruir a un individuo a conectar los puntos de un gráfico que contiene un número finito de elementos, en una modalidad de la prueba los elementos corresponden a números, en otra modalidad los elementos corresponden a caracteres de lenguaje escrito, y en otra posible modalidad a un grupo que comprende números y caracteres en general del lenguaje escrito. Se miden el tiempo empleado en realizar la tarea y los errores cometidos al realizar la tarea.

El juego de azar de Iowa permite clasificar el comportamiento de un sujeto en cuanto a su aversión o propensión al riesgo mediante un experimento en el cual el participante debe elegir tarjetas o cartas con el fin de ganar o perder dinero, simulando de manera indirecta la generalidad de escenarios de toma de decisiones en la vida real.

Entonces, el método según la invención está conformado por una serie de etapas, las cuales se describen en detalle a continuación. La primera etapa consiste en el diagnóstico o implementación de pruebas neuropsicológicas para la medición de las habilidades cognitivas de un individuo. Esta fase tiene por objeto la determinación del estado actual de la inteligencia de juego de un individuo mediante la aplicación de pruebas neuropsicológicas y el análisis de la información obtenida, del cual se obtiene



entrenar, de esta manera se garantiza la estandarización a la hora de comparar los avances a la hora de aplicar el método en diferentes individuos.

Preferiblemente se utilizan los valores numéricos obtenidos de las transformaciones numéricas recién mencionadas para el cálculo del peso de los enlaces comprendidos por el modelo neurológico que representa las áreas estructurales de un individuo, para luego calcular la inteligencia de juego cuantitativa, de acuerdo con lo anteriormente descrito en la presente memoria descriptiva.

A partir de la inteligencia de juego y de las habilidades cognitivas cuantitativas del individuo, se identifican aquellas que tuvieron un menor y un mayor desempeño, y aquellas que representan fortalezas o debilidades importantes dentro de su rendimiento. Lo cual se tendrá en cuenta para la siguiente etapa del método de la presente invención.

Luego del diagnóstico, siguen las etapas de diseño del plan de desarrollo de la inteligencia de juego y su implementación. Primero, se elabora un plan de entrenamiento que se centra en potencializar las deficiencias o las habilidades cognitivas que se encuentren por debajo de las demás u opcionalmente mejorar las habilidades deseables según la posición preferida de un deportista; por ejemplo, en un delantero de fútbol se tiene prelación sobre la mejora en habilidades como funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento, mientras que en un arquero se tiene prelación sobre habilidades como atención y velocidad de procesamiento. Para el planeamiento de las actividades, sobre todo de las actividades físicas, se tienen en cuenta principios de entrenamiento seleccionados de continuidad, individualidad, progresión, alternación, especificidad, entre otros.

La implementación del plan de desarrollo de la inteligencia de juego se base en el entrenamiento que consiste en un régimen físico que se ajusta a los lineamientos convencionales del deporte o actividad que el individuo practique o aquella actividad en la que el individuo desee mejorar su desempeño; el entrenamiento físico comprende preferiblemente competencias contra otros jugadores o deportistas, según la actividad en la que el individuo desee mejorar su desempeño. Las actividades realizadas durante



análisis de dichos resultados permitirá evidenciar el progreso del individuo en la actividad que realiza.

En todas las instancias en las que se realizan las pruebas neuropsicológicas para la evaluación de las habilidades de un individuo se permite que dichas pruebas se empleen mediante la utilización de un dispositivo electrónico con una interfaz con la cual pueda interactuar dicho individuo, en donde dicho dispositivo electrónico se selecciona preferiblemente de pero no se limita a un ordenador con pantalla, unas gafas de realidad virtual, una tableta electrónica, un teléfono inteligente, entre otros; en donde dichos dispositivos electrónicos permiten la evaluación automática de las habilidades cognitivas mediante la realización de pruebas neuropsicológicas; opcionalmente, las pruebas se realizan sin dispositivos electrónicos: mediante la implementación de pruebas que un usuario debe leer y completar con lápiz y papel o mediante la evaluación personal, por parte de un supervisor psico-técnico, de las habilidades de un individuo mientras entrena realizando ejercicios físicos, preferiblemente los de un deporte y preferiblemente los del fútbol, o mientras dicho individuo juega en un partido deportivo de competencia, preferiblemente en un partido de fútbol. Durante la realización de cualquier modalidad de las pruebas neuropsicológicas, se emplea preferiblemente la evaluación complementaria y acompañamiento por parte de un supervisor psico-técnico, quien podrá evaluar de manera complementaria al individuo y quien podrá dar lineamientos para las pruebas que dicho individuo ha de tomar. La Figura 1 muestra de manera general las características antes mencionadas y las interrelaciones entre algunos de los pasos y los conceptos descritos en la presente memoria descriptiva.

En la modalidad de la invención en la cual se realizan las pruebas neuropsicológicas por medio de un dispositivo electrónico, el individuo puede interactuar con dicho dispositivo mediante elementos de entrada seleccionados de un teclado, un ratón, un apuntador, un acelerómetro, una cámara, un sensor de movimiento, un sensor de luz, una palanca de mando, un timón, en general cualquier dispositivo electrónico de entrada y cualquier combinación posible de dichos elementos; asimismo, el individuo puede interactuar y recibir información visual, auditiva, entre otros, por medio de una pantalla, un altavoz, un visor de realidad aumentada, un visor de realidad virtual, en



general los cálculos matemáticos relacionados con la implementación del método según la invención.

Las figuras presentadas en esta descripción corresponden a propósitos meramente ilustrativos de la invención. Se da a entender que las figuras descritas no limitan el alcance de la invención divulgada. Una persona versada en el arte es capaz de concebir modificaciones posteriores a los principios determinados en el presente documento.

Aunque algunas modalidades de la invención se describen en la presente descripción, se apreciará que numerosas modificaciones y otras modalidades pueden concebirse por aquellos expertos en la materia con posterioridad a la divulgación de la presente invención. Por ejemplo, las características aquí descritas pueden aplicarse en otras modalidades. Por lo tanto, se entenderá que las reivindicaciones anexas pretenden cubrir todas las modificaciones y modalidades que están dentro del espíritu y alcance de la presente descripción.

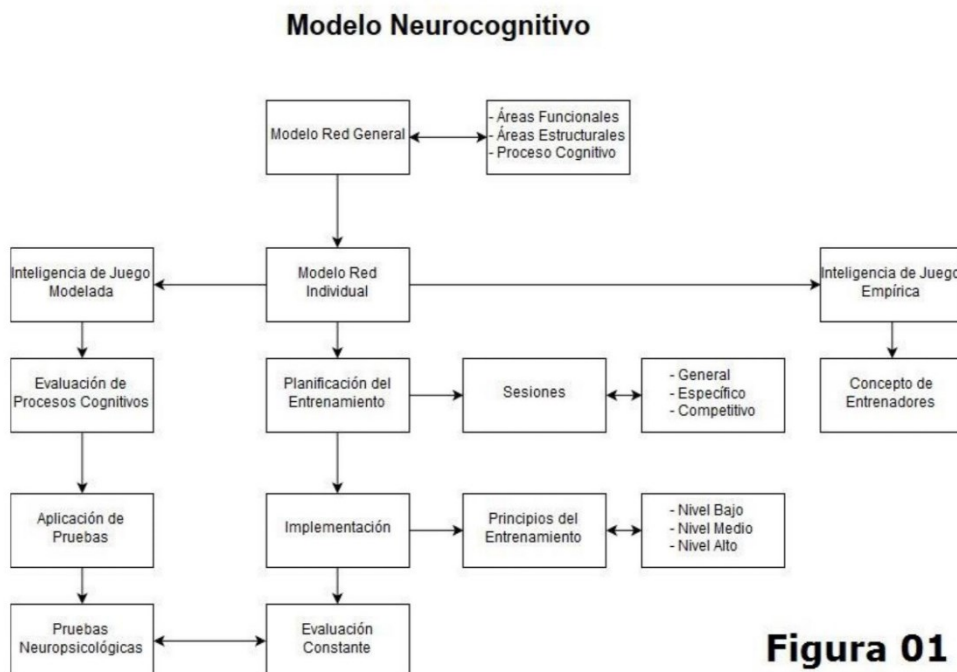


Figura 01

6. Un sistema para el desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia de juego de un individuo que comprende una base de datos, una interfaz de ingreso de información, una interfaz de visualización de información, y un procesador de información; en donde la base de datos almacena la información correspondiente a un modelo de red en el que los nodos que representan las diferentes regiones del cerebro y a los vínculos existentes entre estos.

7. El sistema para el desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia de juego de un individuo de la reivindicación 6 en donde la base de datos almacena la información de cada individuo correspondiente a la cantidad, relaciones y peso de cada uno de los vínculos en el modelo de red del individuo.

8. El sistema para el desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia de juego de un individuo de la reivindicación 6 en donde el procesador de información procesa y obtiene información de los vínculos del modelo de red con base en la información numérica seleccionada de la aplicación individual de pruebas neuropsicológicas y el concepto de un entrenador frente a las habilidades cognitivas de un individuo.

9. El sistema para el desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia de juego de un individuo de la reivindicación 6 en donde la interfaz de ingreso de información se selecciona de teclados, ratón, apuntador, acelerómetro, cámara, sensores de movimiento, sensores de luz, palancas de mando, timones, entre otros y combinaciones de estos.

10. El sistema para el desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia de juego de un individuo de la reivindicación 6 en donde la interfaz de visualización de información se selecciona de pantallas, altavoz, visores de realidad aumentada, visores de realidad virtual, entre otros y combinaciones de estos.


SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT: 800.176.089-2
COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI
Radicado: NC2018/0006503
Recibo: 18-46944
Fecha: 25/06/2018
ARLETH AROCA ALMANZA
CC: 36.718.415
Pago PSE No: 192194
CUS: 347459349

 Patente de Invención Nacional
 método para el diagnóstico, desarrollo e incremento acelerado de la inteligencia deportiva o de juego

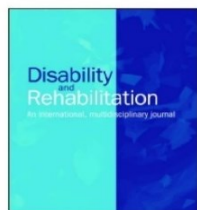
Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-01	TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCION PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 73,000	\$ 73,000
TOTAL					\$ 73,000

Sede Centro: Carrera 13 No.27-00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá D.C. - Colombia
Web: www.sic.gov.co e-mail: contactenos@sic.gov.co Conmutador:(571)5870000 Contact Center: (571)5920400

Artículos

Trajectories of memory, language, and visuoperceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia



Disability and Rehabilitation



ISSN: 0963-8288 (Print) 1464-5165 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/idre20>

Trajectories of memory, language, and visuoperceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia

Laiene Olabarrieta-Landa, Mickeal Pugh Jr, Amilkar Calderón Chagualá, Paul B. Perrin & Juan Carlos Arango-Lasprilla

To cite this article: Laiene Olabarrieta-Landa, Mickeal Pugh Jr, Amilkar Calderón Chagualá, Paul B. Perrin & Juan Carlos Arango-Lasprilla (2019): Trajectories of memory, language, and visuoperceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia, Disability and Rehabilitation, DOI: 10.1080/09638288.2019.1622799

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1622799>



Published online: 05 Jun 2019.



Submit your article to this journal [↗](#)





View Crossmark data [↗](#)

ORIGINAL ARTICLE



Trajectories of memory, language, and visuo-perceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia

Laiene Olabarrieta-Landa^a , Míckéal Pugh Jr^b, Amilkar Calderón Chagualá^c, Paul B. Perrin^b  and Juan Carlos Arango-Lasprilla^{a,d,e}

^aBioCruces Bizkaia Health Research Institute, Cruces University Hospital Barakaldo, Bizkaia, Spain; ^bDepartment of Psychology, Virginia Commonwealth University, Richmond, VA, USA; ^cDepartment of Psychology, Universidad Antonio Nariño, Ibagué, Colombia; ^dIKERBASQUE, Basque Foundation for Science, Bilbao, Spain; ^eDepartment of Cell Biology and Histology, University of the Basque Country UPV/EHU, Leioa, Spain

ABSTRACT

Aim: Neuropsychological normative data for Latin America have been recently published, and for Colombia, in particular, but longitudinal neuropsychological outcomes after stroke have not yet been examined in this global region. The purpose of the current study was to compare functioning of individuals with stroke in Colombia, South America during the first year post-stroke to healthy controls across neuropsychological assessments of memory, language, and visuo-perceptual impairments.

Method: A sample of 50 individuals with stroke (mean age = 51.58) and 50 matched healthy controls (mean age = 51.54) from Colombia were included in this study. Because of a lack of access to health services, individuals with stroke did not receive any inpatient or outpatient cognitive or behavioral rehabilitation. Participants were assessed on 10 visuo-perceptual, language, and memory tasks at 3, 6, and 12 months.

Results: Trajectories of neuropsychological performance were significantly worse among individuals with stroke than healthy controls across every index. Further, hierarchical linear models suggested that although both individuals with stroke and controls generally improved over time on these assessments, the improvements among individuals with stroke were often of no greater magnitude than the improvements seen in controls, suggesting extremely low levels of rehabilitation gains in Colombia. Only three of the 10 neuropsychological assessments did a significant time*group interaction occur, suggesting greater gains for the stroke group than controls.

Conclusion: These findings suggest profound disparities in post-stroke cognitive functioning in Colombia compared to other more developed global region and underscore the importance of comprehensive cognitive rehabilitation services for individuals with stroke in Colombia and other similar global regions.

ARTICLE HISTORY

Received 20 December 2018
Revised 17 May 2019
Accepted 20 May 2019

KEYWORDS

Stroke; rehabilitation; Latin America; Colombia; memory; language



► IMPLICATIONS FOR REHABILITATION

- Because this study found only negligible cognitive improvements beyond practice effects over the first year after stroke in Colombia among individuals without access to acute rehabilitation, it is imperative that comprehensive cognitive rehabilitation services be implemented immediately during the acute rehabilitation period.
- Memory, language, and visuo-perceptual training strategies can be implemented for people with stroke in underserved global regions as part of the standard of care for stroke rehabilitation.
- Cognitive rehabilitation strategies should be adapted into Spanish and pilot tested in Latin America to ensure cultural equivalence.
- Culturally competent cognitive rehabilitation strategies should be tailored based on varied educational and literacy levels.

Introduction

Stroke is the second most common cause of fatality in developed nations, accounting for 11.8% of all deaths worldwide [1]. Ischemia, inadequate blood supply to an area of the brain, and hemorrhage, one or more ruptured blood vessels, are the two types of stroke [2], with cerebral ischemia being more common than cerebral hemorrhage [3]. Between 1990 and 2013, global prevalence rates of both ischemic and hemorrhagic stroke increased in younger adults globally. Further, research has shown greater decreases in stroke death rates in developing

nations as compared to stroke death rates in developed nations [1]. Despite these observed decreases in mortality within young adults, general rates of people who died from stroke, were disabled from stroke, were affected by stroke, or survived a stroke increased significantly for both ischemic and hemorrhagic stroke, with about 6.5 million deaths, and 10.3 million new incidents [1]. The improvement of stroke care, increased life expectancy, and the growing world population are believed to increase the number of stroke survivors and those affected by stroke [4].

CONTACT Juan Carlos Arango Lasprilla  jcalasprilla@gmail.com  Grupo de Psicología y Salud BioCruces Health Research Institute. Cruces University Hospital IKERBASQUE. Basque Foundation for Science. Plaza de Cruces s/n. 48903 Barakaldo, Bizkaia, Spain.

© 2019 Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group

Demographic variables such as age, gender, ethnicity, heredity, or hypertension differently influence stroke incidence and rehabilitation in Western developed nations [5]. A study found stroke prevalence rates in Latin America to be similar to those in the United States and urban China, suggesting that geographical differences may not generate prevalence disparities [6]. Despite these data, the study identified stroke prevalence to vary between urban and rural locations. Demographic variables such as age, sex, and education were not found to influence the variability in prevalence rates among Latin America, China, and the United States [6]. However, these findings are not generalizable beyond the specific borders of the countries included in the Latin American sample for this study (e.g., Dominican Republic, Peru, Cuba, Venezuela, and Mexico) [6].

Global cognitive ability generally declines prior to stroke in older adults [7,8]. However, cognitive difficulties commonly present following stroke as well, and post-stroke memory impairments vary from 23% to 55% three months following stroke and decline to 11% to 31% after one year [9,10]. Complex cognitive processing, language generation and processing, and memory abilities have been found to decline following stroke [11]. Verbal short-term memory and working memory abilities have been shown to not only decline in stroke, but to also negatively affect to long-term memory ability [12].

Diminished memory ability has been connected to impairments in language [13]. Post-stroke language disorders (e.g., aphasia, alexia, agraphia, and acalculia) are abnormal presentations of verbal communication and have underlying effects on all components of language [14]. Outcomes are difficult to predict, due in part to the unclear relationship between brain damage site and type of aphasia observed [15,16]. The connection between language ability and the localization of the stroke is more understood, and ischemic strokes localized to the left frontotemporal area of the brain directly affect semantic and phonological fluency and confrontation naming [17]. Despite negative outcomes, language comprehension and processing are malleable post-stroke, and different patient characteristics may explain this process [18].

Visuoperceptual deficits commonly occur following stroke but have been shown to improve over a six-month period [19]. Eighty-three percent of the participants meeting the criteria for disordered visuoperceptual functioning were recovered from deficits at a six-month follow-up, regardless of the stroke severity and location [20]. Assessing visuoperceptual ability is important for rehabilitation purposes because patients may not present with visual symptoms of impairment and improve over time [21]. Moreover, 85% of the stroke patients with no visual symptoms of visuoperceptual impairment met classification for impairment, which suggests that proper examination is integral for post-stroke rehabilitation procedures [21].

Stroke has been extensively researched in developed nations, but data from a meta-analysis suggested stroke prevalence rates in different parts of the world is sparse, which accounts for differing stroke management strategies [22]. However, normative data for verbal fluency and naming tests and for the Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF) [23] measuring visuoperceptual processing and immediate recall have recently been published for 11 countries in Latin America [24,25]. Further, a book presenting the Colombian-specific norms from this overall sample was published opening up this global region for the first time and in Colombia more specifically to systematic studies of memory, language, and visuoperceptual impairments after stroke [26]. The current study will expand upon these recently published norms in Latin America to assess neuropsychological functioning in these

domains over the first year after stroke in Colombia compared to a control.

Materials and method

Participants and procedures

Fifty individuals with stroke and 50 age- and gender-matched healthy controls were recruited from the Psychological Attention Centre of the Antonio Nariño University in Ibagué, Colombia. Because of a lack of access to health services, individuals with stroke did not receive any inpatient or outpatient cognitive or behavioral rehabilitation. Inclusion criteria for stroke patients were: (a) having a confirmed diagnosis of stroke by neurological or laboratory examination, (b) being three months post-stroke at assessment, (c) living in the community at the time of assessment, and (d) being between 14 and 65 years old. The control group was formed by people in the community with similar characteristics to the stroke group across age, education, and gender. Exclusion criteria for both the groups were: (a) history of physical, psychological, or neurological disorder or some kind of disability before the stroke, and in control group's case, before the assessment, and (b) aphasia at assessment.

The fifty stroke patients were recruited from a disease-specific registry maintained by the Secretary of the Health Department of Ibagué that includes all diagnoses of stroke in any hospital in metropolitan area. The participants were generally recruited who were under the age of 65 because in Colombia, mean life expectancy is lower compared to developed countries. Additionally, older people are at higher risk of presenting comorbidities (e.g., dementia, depression, etc.) that may contribute to memory, language, and visuoperceptual impairments, contributing to the error in the planned comparisons. Researchers contacted participants by telephone in order to determine whether they met inclusion criteria. The objective of the present study was explained to those who met the criteria, and they were invited to participate. If the participant agreed, they were invited to the university where the informed consent was signed and the neuropsychological assessment performed. The control group was recruited from the community using snowball sampling methodology. Once a stroke patient was recruited, that person was asked to identify a family member or friend with similar socio-demographic characteristics who did not have a history of any neurological or psychiatric conditions. The potential control participant was contacted by telephone and the same procedures for the patient group were followed. The ethics committee at Antonio Nariño University approved the study protocol. Data collection occurred from January 2012 to December 2014.

Measures

Demographic information (gender, age, marital status, etc.) was collected using a self-reported questionnaire designed for the purposes of this study. Patient information was collected from the medical records of the patient. Patients requested a copy of their medical history and passed this information on to the research team for review. The patients and, in the case of patients, additional information was collected related to the disease. A comprehensive neuropsychological assessment was also performed using the tests below.

Mini Mental State Examination (MMSE). The MMSE [27] is the most commonly used instrument for screening cognitive function. The test requires 5–10 min to administer, and it indexes

orientation, registration, attention and calculation, short-term memory, language, and praxis.

Ardila's Verbal Memory Curve (VMC). The VMC [28] is a subtest derived from a battery consisting of visuospatial and memory ability tasks, whereby most of the memory tasks were from the original Wechsler Memory Scale [28]. The test assesses participants' ability to retain ten common two-syllable nouns.

Rey-Osterrieth Complex Figure (ROCF). In the ROCF [23], participants are presented a complex figure that contains 18 different elements. In the first part (Copy), subjects have to copy the figure on a white paper. In the second part (Recall), 20–25 min after they finish the copy, participants are asked to draw it again without the figure in front of them.

Categorical and phonological verbal fluency tasks. In these tasks, the participant has to generate as many words as possible in one minute. In the categorical fluency version, the words have to be related to a specific category, in this study animals and fruits. In the phonological fluency task, words have to begin with a specific letter, in this case F, A, or S. The number of correct responses is summed to produce a total score, excluding proper names or derivatives.

Boston Naming Test (BNT). The BNT [29] is a confrontation naming test composed of a series of pictures presented to participants in increasing difficulty. Participants have to name the pictures, and if they provide an incorrect response, a phonological cue is given, which is the first syllable of the stimulus. If then the person responds correctly, it is still scored as correct. The semantic cue, a brief definition of the item, is only given if the incorrect answer is because of misperception. If the response is correct, the item is scored as correct. The test provides a total score, total of phonological and semantic cues, and total of correct responses after phonological or semantic cues. The current study only used the total score.

Data analyses

To determine whether individuals with stroke and controls differed significantly in demographic characteristics, analyses of variance (ANOVAs) were run for continuous demographic variables and chi-square tests for categorical variables. Ten hierarchical linear models (HLMs) were then performed to examine whether linear trajectories of ten indices of different cognitive measures differed over 3, 6, and 12 months between controls and individuals with stroke. Participant group (control vs. stroke), time, and the time*group interaction term were all entered simultaneously as fixed effects into the HLMs. The different cognitive measures scores at each of the three time points were entered into the ten HLMs as the dependent variable. Statistically significant fixed effects of group on cognitive measure trajectories were then graphed across each of the three time points. Main effects would indicate that different cognitive measures varied over time as a function of the predictor variable (group or time), and significant interaction effects would indicate that trajectories changed differently over time as a function of participant group.

Results

Cognitive measures trajectories

Prior to running the series of HLMs, statistical analyses were conducted in order to evaluate potential demographic differences between individuals with stroke and healthy controls. Concerning gender, the stroke group was comprised of 26 men and 24 women, with a mean age of 51.58. The healthy control group had 27 men and 23 women, with a mean age of 51.54. There were no significant differences between individuals with stroke and

Table 1. Sample demographic characteristics.

Variables	Stroke group (n = 50)	Control group (n = 50)
Age	51.58 ± 12.22	51.54 ± 12.10
Education (years)	9.08 ± 4.30	9.60 ± 4.05
Gender		
Men	26 (52%)	27 (54%)
Women	24 (48%)	23 (46%)
SES*		
1	19 (38%)	11 (22%)
2	13 (26%)	13 (26%)
3	17 (34%)	25 (50%)
4	1 (2%)	1 (2%)
Current marital status		
Single	13 (26%)	10 (20%)
Married	16 (32%)	29 (58%)
Divorced	2 (4%)	0 (0%)
Separated	5 (10%)	1 (2%)
Widowed	3 (6%)	1 (2%)
Cohabitated	11 (22%)	9 (18%)
Type of stroke		
Ischemic	35 (70%)	–
Hemorrhagic	13 (26%)	–
Other	2 (4%)	–
Stroke location		
Left	18 (36%)	–
Right	27 (54%)	–
Unknown	5 (10%)	–

Note. *The Colombian government has 6 levels of socioeconomic status, with 1 being the lowest and 6 being the highest.

Table 2. Differences in linear trajectories of cognitive measures (stroke vs. control).

Outcome variable	Time	Group	Time*Group
MMSE	0.16	3.89***	–0.26
95% CI	–0.11, 0.43	3.39, 4.39	–0.65, 0.13
VMC	–0.54***	–0.298***	0.11
95% CI	–0.83, –0.25	–3.51, –2.45	–0.30, 0.52
Rey-Osterrieth (Copy)	2.73***	13.02***	–1.51*
95% CI	1.89, 3.57	11.49, 14.55	–2.69, –0.33
Rey-Osterrieth (Recall)	2.90***	14.30***	–0.91
95% CI	1.76, 4.04	12.22, 16.37	–2.52, 0.70
Verbal Fluency F	1.75***	5.88***	–0.58
95% CI	1.27, 2.23	5.00, 6.76	–1.26, 0.10
Verbal Fluency A	1.77***	5.69***	–0.34
95% CI	1.26, 2.28	4.76, 6.62	–1.06, 0.38
Verbal Fluency S	1.62***	6.46***	–1.13**
95% CI	1.09, 2.15	5.48, 7.43	–1.88, –0.38
Animals	1.24***	4.96***	–0.04
95% CI	0.75, 1.72	4.08, 5.84	–0.72, 0.64
Fruits	1.45***	5.46***	–0.49
95% CI	1.02, 1.88	4.68, 6.23	–1.09, 0.11
Boston	1.12***	3.28***	–0.64**
95% CI	0.84, 1.40	2.27, 3.79	–1.04, –0.24

Values represent unstandardized b-weights.

* $p < 0.05$.

** $p < 0.01$.

*** $p < 0.001$.

healthy controls across the demographic variables ($ps > 0.05$; Table 1). Thus, none of the demographic variables was entered as covariates into the preceding analyses because there were no demographic differences.

All statistically significant and non-significant fixed effects from the ten HLMs, as well as their b-weights, appear in Table 2.

MMSE trajectory. The first HLM with MMSE as the dependent variable produced a significant effect for the group, suggesting that the control group had higher scores over time than the stroke group. However, there were no significant effects for time or the time*group interaction (Figure 1).

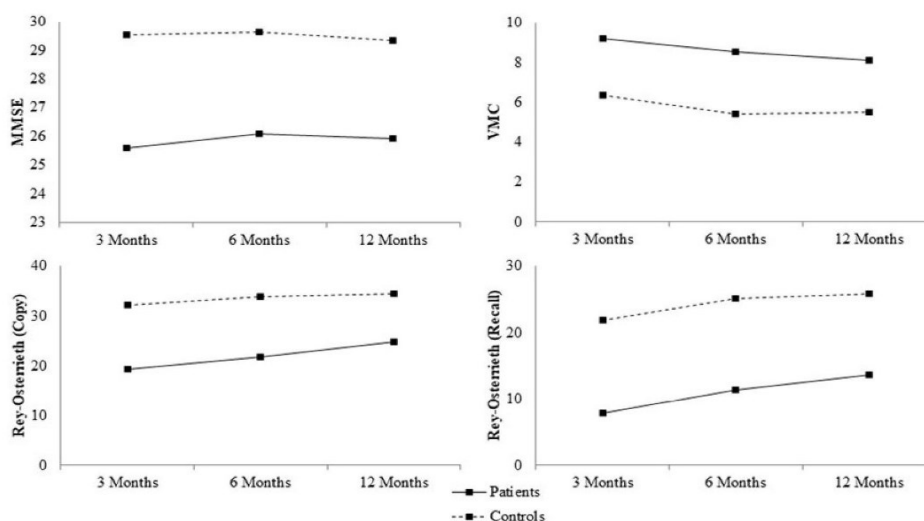


Figure 1. Trajectories of MMSE, VMC, and Rey-Osterrieth (Copy and Recall).

VMC trajectory. In the HLM with VMC as the dependent variable, statistically significant time and group main effects emerged, suggesting that both groups decreased in trials to remember over time, although the stroke group needed more trials than the control group (Figure 1). There was no significant time*group interaction term.

Rey-Osterrieth complex figure trajectories

Copy trajectory. The HLM with the copy score as the dependent variable showed significant effects for time and group, and although the control group had higher scores compared with the stroke group, both groups scored higher over the time. A time*group interaction effect was found, suggesting an improvement across the three time point for stroke group and a generally consistent score for the control group (Figure 1).

Recall trajectory. The HLM with the recall score produced statistically significant effects for time and group, indicating that although both groups' scores improved over time, the control group had higher scores compared with the stroke group (Figure 1). There was not a significant time*group interaction term.

Verbal fluency trajectories

Categorical fluency. Regarding categorical fluency, two HLMs were run. The first, with animals as the dependent variable, produced statistically significant effects for time and group, indicating that although both the groups improved over the three time points, the control group scored higher than the stroke group (Figure 2). There was no significant time*group interaction term.

The second, with fruits as the dependent variable, again yielded statistically significant effects for time and group, suggesting that both groups improved over the three time points, although the control group had higher trajectories (Figure 2). There was no significant time*group interaction term.

Phonological fluency. In the phonological fluency domain, three HLMs were run. The first, with the letter F as the dependent variable, showed significant effects for time and group. Despite both

the groups improving over the three time points, the control group scored higher than the stroke group (Figure 2). There was no significant time*group interaction term.

The HLM with the letter A produced significant effects for time and group, indicating that although both groups improved over the first year, the control group scored higher than the stroke group (Figure 2). There was no significant time*group interaction term.

The last phonological fluency HLM with the letter S as the dependent variable showed significant effects for time and group, as well as a time*group interaction term. Although both the groups improved over the three time points, the control group scored higher and improved more rapidly than the stroke group over time (Figure 2).

Boston naming task trajectory

The HLM demonstrated significant effects for time and group, with higher scores in the control group, although the scores of both the groups improved over time. There was also a significant time*group interaction term, suggesting that while the stroke group improved over time, healthy group generally maintained their performance (Figure 2).

Discussion

The current study compared the functioning of individuals with stroke, who did not receive inpatient or outpatient treatment, in Colombia at 3, 6, and 12 months post-stroke to healthy controls across neuropsychological assessments of memory, language, and visuo-perceptual impairments. Although these impairments after stroke have been extensively studied in developed regions, this was the first study to provide longitudinal neuropsychological data for these impairment domains after stroke in all of Latin America. Trajectories of neuropsychological performance were significantly worse among individuals with stroke than healthy controls across every index. Further, HLMs suggested that although both individuals with stroke and controls generally improved over

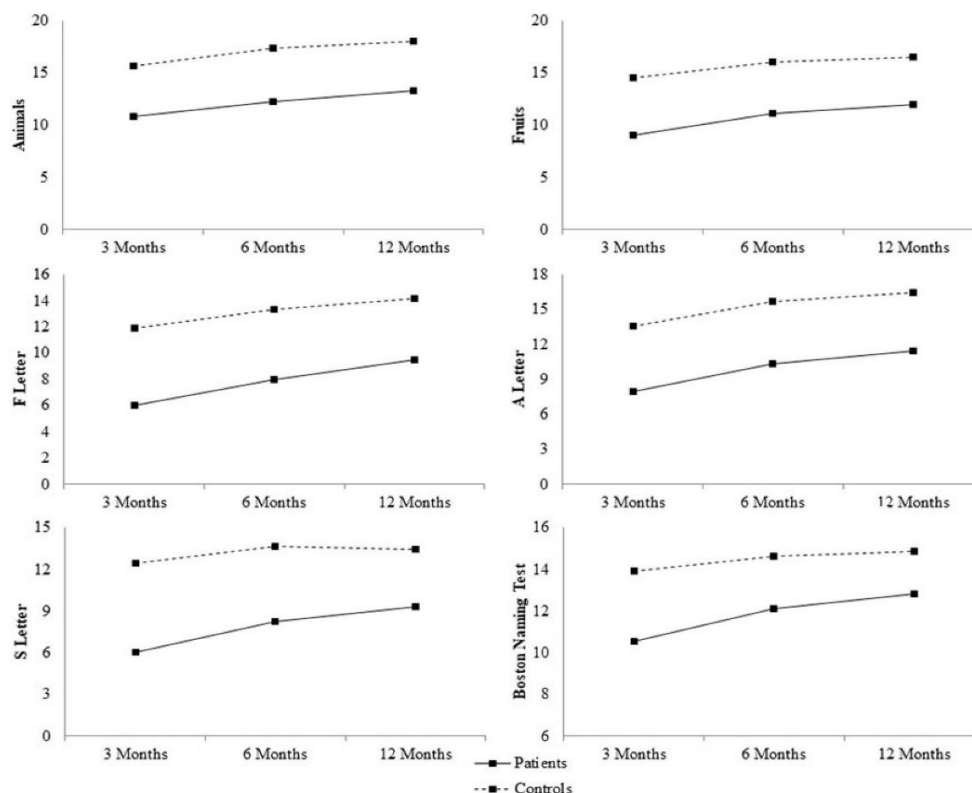


Figure 2. Trajectories of Animals, Fruits, FAS, and BNT.

time on these assessments, the improvements among individuals with stroke were often of no greater magnitude than the improvements seen in controls, suggesting extremely low levels of rehabilitation gains in Colombia. Only on three of the ten neuropsychological assessments (ROCF – Copy, Boston Naming Test, Phonological Fluency – S letter) did a significant time*group interaction occur, suggesting greater gains for the stroke group than controls. These findings suggest despite one-year improvements in memory, language, and visuo-perceptual functioning for individuals with stroke, these gains were generally indicative of practice effects instead of true cognitive rehabilitation.

As would be expected, the majority of the current sample had experienced an ischemic stroke, which is more common than hemorrhagic [3]. The current findings that cognitive abilities of individuals with stroke were worse than healthy controls are consistent with previous research in other global regions, showing that general cognitive processes and visuo-perceptual ability are reduced immediately following stroke [9,11,19]. The finding that individuals with stroke in Colombia hardly improved on visuo-perceptual tasks – and in fact only on the ROCF – Copy – is not consistent with prior literature in other regions, showing that these deficits on visuo-perceptual ability tend to improve over a six-month period within older adults [19].

Language disorders and other abnormal presentations of verbal communication are difficult to predict following stroke, but reduced language ability is generally expected. The current results showed that verbal fluency improved over time relative to

controls only on the Boston Naming Test and Phonological Fluency – S letter, but not on animals, fruits, or F and A letters. These findings of overall lower scores in individuals with stroke compared to controls are supported by previous research demonstrating that language comprehension and fluency are impressionable post-stroke [18]. However, research has shown that ischemic strokes localized to the left frontotemporal region of the brain negatively affect language abilities, and since the current sample was not exclusively ischemic, this effect may not have been fully captured [17]. Prior literature shows that verbal short-term and working memory tend to be reduced after stroke, which is consistent with the findings of the current study [9,10]. However, the current study did not find memory ability to improve over time beyond the changes in controls, again suggesting profound disparities in cognitive rehabilitation in Colombia as compared to trends observed in the literature. Namely, a systematic review identified a number of studies that have demonstrated higher memory dysfunction at 3 months compared to 1 year which shows general improvement in memory ability over time [10].

This study is the first to examine cognitive, visuo-perceptual, memory, and language abilities over the first year post-stroke in Colombia, South America, and is the first to begin to document the longitudinal cognitive outcomes of stroke in Latin America. The majority of research concerning stroke outcomes has been conducted in North America, China, and Japan [30,31]. However, recently published normative data for Latin America [24,25] served as a platform for the current study to assess long-term

trajectories of cognitive, visuoperceptual, memory, and language ability. Regarding visuospatial, language, and memory abilities, individuals with stroke from the current study generally demonstrated poorer performance at 12 months compared to previously published normative data from healthy controls. As a function of age and education level, participants' mean scores from the current study would fall around the 20th–30th percentile range on the ROCF-copy and -immediate recall [25]. Regarding language ability assessed by the BNT, individuals with stroke from the current study similarly demonstrated significant impairment compared to normative data previously published from healthy controls [32]. As a function of education level, low average ability was generally observed among the individuals with stroke in the current study relative to normative data of healthy controls [24]. Rehabilitation has been shown to successfully occur for individuals with stroke in developed nations, but differ significantly for developing nations [1], and indeed the findings from the current study similarly suggest extremely poor rehabilitation outcomes in Colombia. Lack of access to health care or to specialized rehabilitation services after stroke may have generated the poorer rehabilitation outcomes observed in this sample.

Prior research demonstrates that properly identifying stroke contributes to effective treatment plans [33]. Since cognitive ability has been shown to be malleable after stroke, rehabilitation professionals in Latin America should intervene as early as possible by obtaining access to current imaging technology and assessment protocols. Previous literature identified worse depression, anxiety, and increased stress compared to healthy controls, which also may be indicative of the lack of rehabilitation resources in Colombia [34]. Findings from the current study may inform future directions in research that aims to explore in-home cognitive rehabilitation strategies, as they may positively affect outcomes by incorporating culturally sensitive rehabilitation tasks such as workbooks, family support, or daily smartphone applications.

The current study has several limitations and, as a result, directions for future research. Convenience sampling was used in order to obtain the sample, which may affect the generalizability of these data. Regarding the study sample, the mean age for the stroke group was 51.58, suggesting these results can only be generalized to younger-range older adult populations rather than general stroke populations. Only lower and middle-class individuals participated in this study, so results may solely represent the general trend of post-stroke outcomes for lower-income individuals in Colombia who may not have good access to rehabilitation services. Although Latin American normative data were recently published, differentiation among verbal fluency scores compared to other global regions may be influenced by language issues associated with translating neuropsychological measures. For example, the Spanish language may consist of more "A" and "S" words compared to "F" words, whereas in English, this trend may be different. Future research should extend data collection across Latin America or recruit a more representative sample in Colombia. Finally, future research should assess long-term trajectories of different components of cognitive processing such as executive functioning and attention.

This study was the first to longitudinally assess post-stroke outcomes across indices of memory, visuoperceptual, language, and cognitive abilities in Colombia, South America. These findings suggest profound disparities in post-stroke cognitive functioning for individuals in Colombia compared to those in the US, Japan, China, and Canada. Thus, these results serve as benchmark longitudinal post-stroke outcome data for young adults and present an

opportunity for additional post-stroke outcome trajectory examinations in Colombia. These findings underscore the necessity of outpatient services, may inform in-home rehabilitation services, as well provide a framework for culturally informed research on treatment for individuals with stroke in underserved global regions such as Colombia.

Disclosure statement

The authors report no conflicts of interest.

Funding

No funding was provided for this study, although the research was performed as part of the employment of the authors at each of the universities named in the affiliation section.

ORCID

Laiene Olabarieta-Landa  <http://orcid.org/0000-0002-8305-8720>

Paul B. Perrin  <http://orcid.org/0000-0003-2070-215X>

Data availability

Readers can access the data supporting the conclusions of the study by contacting the corresponding author.

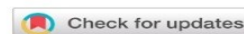
References

- [1] Feigin VL, Norrving B, Mensah GA. Global burden of stroke. *Circ Res*. 2017;120:439–448.
- [2] Tegos TJ, Kalodiki E, Daskalopoulou S-S, et al. Stroke: epidemiology, clinical picture, and risk factors-part I of III. *Angiology*. 2000;51:793–808.
- [3] Foulkes MA, Wolf PA, Price TR, et al. The Stroke Data Bank: design, methods, and baseline characteristics. *Stroke*. 1988;19:547–554.
- [4] Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2014;383:245–255.
- [5] Sacco RL. Risk factors, outcomes, and stroke subtypes for ischemic stroke. *Neurology*. 1997;49:539–544.
- [6] Ferri CP, Schoenborn C, Kalra L, et al. Prevalence of stroke and related burden among older people living in Latin America, India and China. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2011;82:1074–1082.
- [7] Ser TD, Barba R, Morin MM, et al. Evolution of cognitive impairment after stroke and risk factors for delayed progression. *Stroke*. 2005;36:2670–2675.
- [8] Wang Q, Capistrant BD, Ehntholt A, et al. Long-term rate of change in memory functioning before and after stroke onset. *Stroke*. 2012;43:2561–2566.
- [9] Cumming TB, Marshall RS, Lazar RM. Stroke, cognitive deficits, and rehabilitation: still an incomplete picture. *Int J Stroke*. 2013;8:38–45.
- [10] Snaphaan L, Leeuw F-E. Poststroke memory function in nondemented patients. *Stroke*. 2007;38:198–203.
- [11] Levine DA, Galecki AT, Langa KM, et al. Trajectory of cognitive decline after incident stroke. *JAMA*. 2015;314:41–51.
- [12] Salis C, Kelly H, Code C. Assessment and treatment of short-term and working memory impairments in stroke

- aphasia: a practical tutorial. *Int J Lang Commun Disord*. 2015;50:721–736.
- [13] Laures-Gore J, Marshall RS, Verner E. Performance of individuals with left hemisphere stroke and aphasia and individuals with right brain damage on forward and backward digit span tasks. *Aphasiology*. 2011;25:43–56.
- [14] Sinanović O, Mrkonjić Z, Zukić S, et al. Post-stroke language disorders. *Acta Clin Croat*. 2011; 50:79–94.
- [15] Sanai N, Mirzadeh Z, Berger MS. Functional outcome after language mapping for glioma resection. *N Engl J Med*. 2008;358:18–27.
- [16] Price CJ, Seghier ML, Leff AP. Predicting language outcome and recovery after stroke: the PLORAS system. *Nat Rev Neurol*. 2010;6:202–210.
- [17] Stromswold K. The acquisition of subject and object Wh-questions. *Lang Acquisition*. 1995;4:5–48.
- [18] Thulborn KR, Carpenter PA, Just MA. Plasticity of language-related brain function during recovery from stroke. *Stroke*. 1999;30:749–754.
- [19] Beaudoin AJ, Fournier B, Julien-Caron L, et al. Visuo-perceptual deficits and participation in older adults after stroke. *Aust Occup Ther J*. 2013;60:260–266.
- [20] Nys G, Zandvoort MV, Kort PD, et al. Domain-specific cognitive recovery after first-ever stroke: a follow-up study of 111 cases. *J Int Neuropsychol Soc*. 2005;11:795–806.
- [21] Rowe F. Symptoms of stroke-related visual impairment. *Strabismus*. 2013;21:150–154.
- [22] Feigin VL, Lawes CM, Bennett DA, et al. Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. *Lancet Neurol*. 2003;2:43–53.
- [23] Rey A, Osterrieth PA. Rey-Osterrieth complex figure copying test. *PsycTESTS Dataset*; 1941. DOI:10.1037/t07717-000
- [24] Olabarrieta-Landa L, Rivera D, Galarza-Del-Angel J, et al. Verbal fluency tests: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*. 2015;37:515–561.
- [25] Rivera D, Perrin P, Morlett-Paredes A, et al. Rey–Osterrieth complex figure – copy and immediate recall: normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*. 2015;37:677–698.
- [26] Arango-Lasprilla JC, Rivera D. *Neuropsicología en Colombia: Datos normativos, estado actual y retos a futuro [Neuropsychology in Colombia: Normative data, current status, and future challenges]*. Manizales, Colombia: Editorial Universidad Autónoma de Manizales; 2015
- [27] Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. “Mini-mental state”. *J Psychiatr Res*. 1975;12:189–198.
- [28] Ardila A, Rosselli M, Rosas P. Neuropsychological assessment in illiterates: Visuospatial and memory abilities. *Brain Cogn*. 1989;11:147–166.
- [29] Kaplan E, Goodglass H, Weintraub S. Boston Naming Test. *PsycTESTS Dataset*. 2016. DOI:10.1037/t07717-000
- [30] Sarti C, Rastenyte D, Cepaitis Z, et al. International trends in mortality from stroke, 1968 to 1994. *Stroke*. 2000;31:1588–1601.
- [31] Bonita R, Stewart A, Beaglehole R. International trends in stroke mortality: 1970–1985. *Stroke*. 1990;21:989–992.
- [32] Olabarrieta-Landa L, Rivera D, Morlett-Paredes A, et al. Standard form of the Boston Naming Test: normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*. 2015; 37: 501–513.
- [33] Saur D, G. *Neurobiology of H. Language recovery after stroke: lessons from neuroimaging studies*. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93:S15–S25.
- [34] Sutter M, Landa LO, Chagualá AC, et al. Comparing the course of mental health over the first year after stroke with healthy controls in Colombia, South America. *PM R*. 2017;9: 8–14.

Rehabilitación neuropsicológica en daño

Revista Mexicana de Neurociencia



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual

José A. Calderón-Chagualá, Miguel Á. Montilla-García, Milady Gómez, Julián E. Ospina-Viña, Jennifer C. Triana-Martínez y Laura C. Vargas-Martínez

Universidad Antonio Nariño, Tolima, Colombia

Resumen

La rehabilitación neuropsicológica es la disciplina encargada de hacer frente a las alteraciones cognitivas, emocionales y cambios en el comportamiento que surgen como causa de un daño cerebral, este puede deberse a trauma craneoencefálico, hipoxia, accidente cerebrovascular o por tumores. Se realizó una revisión de las herramientas de rehabilitación neuropsicológica tradicional y virtual, determinando la influencia de cada una en los procesos de rehabilitación neuropsicológica. Los resultados revelaron que los dos métodos son confiables y válidos en los procesos de intervención con pacientes de esta índole sin embargo, la rehabilitación virtual está generando mayores herramientas y mejor acceso a este sistema, a través de la creación de programas especializados para rehabilitación. En conclusión la revisión permitió establecer que las dos modalidades de rehabilitación son viables, pero el escenario virtual últimamente ha tenido mayor crecimiento debido a que la integración de los avances tecnológicos y científicos, ha permitido un mejor enfoque con resultados a corto plazo y menor costo.

Palabras clave: Daño cerebral adquirido. Rehabilitación neuropsicológica. Realidad virtual. Rehabilitación tradicional. Rehabilitación. Fisioterapia. Rehabilitación cognitiva.

Neuropsychological rehabilitation in brain damage: use of traditional tools and virtual reality

Abstract

Neuropsychological rehabilitation is the discipline in charge of treating the cognitive, emotional and behavioral disorders that originate as a result of brain damage, due to traumatic brain injury, hypoxia, stroke or tumors. We made a review of the tools for traditional and virtual neuropsychological rehabilitation, to determine the influence of each in the process of neuropsychological rehabilitation. The results revealed that two methods are reliable and valid in the processes of intervention for these kind of patients; however at the moment the virtual rehabilitation is generating easier access to this system, due to the creation of software specialized in rehabilitation. In conclusion, the review established that the two modalities are adequate, but the virtual modality has been developed for more integration of technological and scientific advances, resulting in improvement in a short time and with less cost.

Key words: Acquired brain damage. Neuropsychological rehabilitation. Virtual reality. Traditional rehabilitation. Rehabilitation. Physiotherapy. Cognitive rehabilitation.

Correspondencia:

José Amilkar Calderón-Chagualá
Cra. 10, n.º 17-35, Barrio Ancón
C. P. 730001, Ibagué, Tolima, Colombia
E-mail: josecal@uan.edu.co

Fecha de recepción: 11-07-2017
Fecha de aceptación: 26-11-2018
DOI: 10.24875/RMN.M19000019

Disponible en internet: 20-03-2019
Rev Mex Neuroci. 2019;20(1):29-35
www.revexneurociencia.com

1665-5044/© 2019. Academia Mexicana de Neurología A.C. Publicado por Permayer México. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual

Introducción

El daño cerebral adquirido (DCA) se refiere a una lesión en el cerebro que afecta a varios procesos cognitivos del ser humano¹; se puede deber a traumatismo craneoencefálico, accidente cerebro vascular isquémico o hemorrágico, tumores cerebrales, anoxia, hipoxia o encefalitis². El DCA ocasiona en el individuo alteraciones cognitivas, en el comportamiento, emocionales e incluso sociales y de orden académico y laboral^{3,4}. El objetivo principal de la rehabilitación neuropsicológica es el incremento de la autonomía del paciente, el aumento de su calidad de vida y la disminución de la carga familiar. Estos componentes se unifican para ayudar al paciente a retomar sus actividades cotidianas y de esta manera acercarlas a su anterior estilo de vida⁵.

A partir de esto surgen los programas de rehabilitación tradicional y rehabilitación virtual, los cuales se diseñaron de forma integral para restablecer al mismo tiempo las funciones cognitivas, como la atención, las funciones ejecutivas y la memoria². Se concibe como un proceso interventivo que trabaje en conjunto las dificultades, debido a que estas funciones comparten numerosas estructuras y circuitos neurales⁶. Con el fin de que la rehabilitación tradicional de lápiz y papel trascendiera, la ciencia y la tecnología se han unido por la necesidad de brindar mejores condiciones a los pacientes, creando entornos virtuales que simulen actividades de rehabilitación⁷.

La innovación de estas nuevas estrategias en neurorehabilitación se ha convertido en un elemento significativo, ya que ha ganado expansión y desarrollo en el entorno neuropsicológico⁷. Por tanto, los terapeutas que usan la realidad virtual estipulan que es una práctica más eficiente en comparación con las terapias tradicionales, mientras que los tradicionalistas no ven la necesidad de utilizar equipos tan sofisticados y costosos. Lo cierto es que la realidad virtual ha demostrado que los resultados de su intervención son mejores, porque las tareas no son peligrosas, son personalizadas y sobre todo muy divertidas, lo que hace que la rehabilitación sea percibida de una manera mucho más positiva y activa⁸.

El propósito de esta investigación consistió en realizar una revisión de la rehabilitación neuropsicológica mediante realidad virtual y tradicional. Es bien conocido que en los últimos años la rehabilitación neuropsicológica ha tomado mayor importancia en los entornos clínicos, puesto que su objetivo principal ha estado centrado en el restablecimiento del bienestar personal y en la disminución del impacto que producen las secuelas en los procesos cognitivos y en el desempeño de las actividades cotidianas³.

Método de investigación

Se ha realizado una revisión de las plataformas sobre los mecanismos de rehabilitación neuropsicológica, buscando información en la web, documentos y artículos publicados, todos enfocados en la utilización de herramientas tradicionales y virtuales que permitan el entrenamiento de las funciones afectadas por el daño cerebral. Para su búsqueda se utilizaron palabras claves como: «daño cerebral adquirido», «rehabilitación neuropsicológica», «realidad virtual», «rehabilitación tradicional», «rehabilitación», «fisioterapia» y «rehabilitación cognitiva».

Se analizaron un total de 70 artículos, de los cuales se escogieron 41, a pesar de que los demás contenían información que se relacionaba con el proyecto, no cumplían los criterios de inclusión, que se describen a continuación:

- Estar publicado en revistas indexadas.
- Estar publicado entre 2010 y 2016.
- No tratarse de documentos que estén dirigidos a la rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral.
- La temática central corresponde a la rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral tradicional y la basada en la realidad virtual.
- Exponer una investigación empírica o teórica.

A partir de estos criterios se seleccionaron las publicaciones de mayor preeminencia para el proceso investigativo, publicadas en América Latina y parte de Europa, en su mayoría provenientes de España; divulgadas por diferentes bases de datos, como Science Direct, Springer, Web of Science, Redalyc, Scielo y Proquest.

Dentro de las revistas que se tuvieron en cuenta para la elección de los artículos, las más utilizadas fueron: 1st. *International Workshop on Virtual Reality Rehabilitation (Mental Health, Neurological, Physical and Vocational)*, Revista CES Psicología, Acta Neurol Colombia, Revista Neuropsicología Latinoamericana, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Revista de Neurología, Política y Sociedad, Neurología, Liberabit, Revista Mexicana de Neurociencia, Revista Rehabilitación, Revista Chilena de Neuropsicología, Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Clínica y salud, Revista Española de Neuropsicología, RevistaeSalud.com, *Computer Methods and Programs in Biomedicine* y Revista Vínculos.

Resultados de la revisión en rehabilitación neuropsicológica tradicional y virtual

En este apartado se presentan y analizan los resultados derivados de la revisión de artículos científicos

enfocados en la rehabilitación neuropsicológica tradicional y rehabilitación mediante realidad virtual.

De los estudios encontrados, 20 estuvieron dirigidos a la rehabilitación tradicional, los cuales establecen herramientas de intervención y algunos modelos enfocados al entrenamiento de las capacidades cognitivas como atención, memoria, lenguaje y funciones ejecutivas. La exploración cometida permite visualizar la efectividad que produce el reentrenamiento de estas áreas². Se ha encontrado que lo ideal es que los trastornos atencionales sean los primeros en recibir tratamiento por la importancia de la atención como base de otros procesos cognitivos. En el momento de rehabilitar la atención se consideran dos mecanismos de gran relevancia, la restitución y la compensación⁴, que se ha demostrado que influyen positivamente en las dificultades cognitivas, aunque presentan algunas limitaciones específicas. La restitución es efectiva solo con pacientes que tienen lesiones leves y moderadas². Algunos estudios recopilan modelos planteados para la intervención en la atención. El primero de estos es el modelo de rehabilitación de la orientación, que estipula cinco objetivos; inicialmente pretende que los pacientes reaccionen ante estímulos que ofrece el ambiente, el segundo objetivo está orientado en el aumento de la velocidad del procesamiento, el tercero se dirige a fomentar la consciencia de los procesos atencionales, el cuarto procura que el paciente se focalice en el tiempo, y en el último paso que se atienda a los estímulos externos e internos⁹.

El modelo *Attention Process Training* (APT) estimula diferentes áreas, trabajando con la atención selectiva, sostenida, dividida y alternante, aumentando la dificultad de las tareas conforme se van consiguiendo los objetivos. A medida que el paciente avanza las tareas, estas se vuelven más complicadas y agregan componentes complejos de control atencional y memoria operativa. El APT dirige el abordaje de las alteraciones en la atención a un tratamiento específico para que logre ser efectivo.

La memoria es una de las áreas más afectadas cuando se presenta un DCA y si el grado de afectación es muy grave, se considera como un indicador de mal pronóstico para el proceso. En la recuperación de esta área se han propuesto una serie de objetivos para reducir el impacto en la vida diaria de los lesionados, facilitando el desarrollo de habilidades y la adquisición de información mediante ayudas externas como computadoras o agendas².

Las estrategias internas de mayor uso en la rehabilitación neuropsicológica de la memoria son visualización, asociación y categorización. La visualización consiste en entrenar al paciente en la generación

de imágenes mentales del material que desea memorizar¹⁰. La asociación forma conexiones entre información que pretende ser recordada en el mismo momento, como el aprendizaje de pares, las secuencias de palabras, la construcción de acrósticos y la conformación de historias que encadenen contenido a memorizar. La categorización se enfoca en organizar la información en subgrupos antes de memorizarla, por ejemplo, ordenar una lista de mercado por granos, lácteos y carnes, para luego intentar recordar cada categoría¹¹.

Otros de los constructos cognitivos que son esenciales a la hora de llevar a cabo una rehabilitación neuropsicológica son las funciones ejecutivas¹², las cuales deben entrenarse durante todo el proceso para mejorar el funcionamiento ejecutivo. Se han implementado herramientas de intervención dirigidas al uso de autoinstrucciones, autorregulación, autoevaluación y la supervisión de la conducta. En el entrenamiento de estas funciones inicialmente se considera el entrenamiento de la autoconciencia y automonitoreo para que el paciente logre controlar las conductas emitidas en los escenarios con los que tiene contacto⁴.

Durante la rehabilitación neuropsicológica, un aspecto a resaltar dentro de las estrategias de intervención es la planeación de actividades. El paciente debe realizar una lista para que las ejecute durante el día o en la semana, estipulando en un cronograma el tiempo de dedicación a cada una de mayor a menor importancia, con el objetivo de reducir los olvidos que generan las dificultades en la programación¹³.

Por su parte, la restauración de las funciones ejecutivas siempre ha estado enfocada en mejorar la secuencia de las conductas para de esta manera guiarla hacia la obtención de objetivos deseados. Regresar las habilidades perdidas en este espacio comprende un gran reto para el rehabilitador dada su complejidad, puesto que no es sencillo que el afectado retome el direccionamiento de las áreas de ajuste de su vida y también responda a las exigencias de su ambiente¹².

Las ayudas externas son herramientas de intervención que influyen positivamente en el entrenamiento de los problemas ejecutivos, aunque han sido menos estudiadas arrojan resultados positivos. Comprenden el uso de elementos de fácil alcance como calendarios, alarmas, relojes y listas con los pasos a realizar en actividades cotidianas. Cuando los pacientes exhiben dificultades graves en el funcionamiento ejecutivo pueden no beneficiarse de algunas de las estrategias planteadas; sin embargo, las ayudas externas y la modificación del ambiente contribuyen levemente a la mejora de las habilidades cognitivas y conductuales¹⁴.

En estas intervenciones por lo general se tiene en cuenta el tiempo y la duración, puesto que a estos también se les atribuye el éxito de la recuperación. En este caso no se encuentra una fecha concreta de tiempo, sin embargo, según sus adherencias al tratamiento, cada intervención sostiene una serie de fases y por supuesto de tiempo para su aplicación, refieren que son necesarias por lo menos 12 sesiones para efectuar un adecuado tratamiento, lo que implica que en aproximadamente dos meses el paciente habrá recuperado sus funciones¹⁵. Algunos autores proponen de una a cinco sesiones por semana⁴, y otras 15 horas semanales durante 16 semanas¹⁶, con una duración de 20 minutos con descansos de media hora, uniéndose a la concepción de que el manejo del tiempo contribuye al logro de avances significativos en los pacientes¹⁷.

En lo que concierne a la rehabilitación mediante realidad virtual, se establece que la duración de un tratamiento debe de ser de por lo menos 4 meses¹⁸, con una duración de 4 minutos en el día, durante 5 días a la semana o, como señala el programa Previrneq, un promedio de 10 semanas con 5 sesiones semanales de 45 y 60 minutos⁵. Asimismo, se ha propuesto que estas sean en menos tiempo, 5 sesiones de 20 minutos¹⁹. Como se puede observar, la duración y el tiempo son trascendentales, pero estos varían según el propósito de cada entrenamiento.

Por otra parte, los 21 artículos revisados sobre realidad virtual muestran información significativa del uso de esta herramienta en la rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales, la cual ofrece grandes ventajas:

- Brinda al paciente privacidad, debido a que este podría negarse a realizar actividades del proceso de rehabilitación en entornos reales.
- Permite al terapeuta la manipulación del entorno, teniendo todo el control de la situación para de esa manera aislar o resaltar aspectos significativos para el paciente.
- Reduce significativamente los costos, porque no son necesarias las operaciones logísticas.

Cabe destacar que dentro de estas propuestas tecnológicas se ha implementado la utilización de programas que permiten la creación de aplicaciones dinámicas para rehabilitar las funciones cognitivas; la gran ventaja de este implemento es que están a disposición de los terapeutas y pueden ser configurados según las necesidades del paciente²⁰. Hay que dejar en claro que los que utilicen estas herramientas no tienen que tener un conocimiento previo de este tipo de tecnologías; los pacientes pueden estar tranquilos ante este estilo de rehabilitaciones, ya que son intuitivas y de fácil manejo para las personas que no están acostumbradas²¹.

Por su parte, los avances tecnológicos que ha propiciado la informática gráfica han generado la aparición de herramientas innovadoras, con gran potencial y buenos aportes para el campo de la rehabilitación neuropsicológica; que permiten al usuario sumergirse en entornos tridimensionales interactivos que reproducen ambientes y situaciones reales, generando que se logre enfocar en las limitaciones específicas, causadas por los déficits neuropsicológicos¹⁴.

Dentro de la revisión se encontraron algunos equipos de *software* de rehabilitación cognitiva como Neuroprotenic[®], que consiste en un programa de estimulación para pacientes que hayan tenido diferentes alteraciones cognitivas en la atención, memoria y funciones ejecutivas, y consta de 18 actividades computarizadas. Para la creación de las tareas de rehabilitación de las funciones cognitivas se basaron en la literatura y los diferentes modelos teóricos que existen alrededor de esta temática, con el fin de que las actividades no solo estimulen el proceso cognitivo para las que fueron hechas, sino que permita una mejor jerarquización de cada proceso cognitivo, haciendo más especializada la intervención por medio del *software*. Neuroprotenic[®] podría ser de los primeros programas en Colombia que someta a validación las actividades de rehabilitación, consiguiendo un alto índice de validez en las tareas diseñadas, garantizando en gran parte que realmente las personas con DCA que participen de la estimulación neuropsicológica presenten mejoría significativa en la curva de recuperación²².

Smartbrain[®] es un programa diseñado para estimular la capacidad cognitiva, guiado por un ordenador. El programa se basa en principios de técnicas de restauración, enfocado a déficits cognitivos de orientación, atención, memoria, comunicación, apraxias y funciones ejecutivas. Permite modificar la duración de las sesiones, el número de estímulos, la velocidad de respuesta, el número de repeticiones, los tipos de refuerzos y la presentación de las instrucciones; graduando el nivel de dificultad de forma automática en función de los progresos que el usuario vaya alcanzando¹⁸. Cabe destacar que la eficacia de este programa fue demostrada en un estudio con personas que padecían enfermedad de Alzheimer²³.

El programa Grador[®] es un sistema multimedia dirigido a la rehabilitación de funciones cognitivas como consecuencia de traumatismos craneoencefálicos o enfermedades como parálisis cerebrales, demencias y esquizofrenia, entre otras. Se implementa por medio de un ordenador, el cual permite la realización de programas dirigidos al entrenamiento y recuperación de las funciones afectadas. El objetivo principal de este programa se

basa en la intervención personalizada. Para ello no es necesario la presencia del clínico, ya que la visualización de los resultados se evidencia mediante informes que a su vez introducen nuevos ejercicios que permitan complementar el proceso interventivo²⁴.

Por su parte, el programa *CogniFit Personal Coach*[®] realiza un proceso de valoración inicial, analiza los resultados e interviene en las funciones cognitivas que presentan dificultad. La mayoría de los programas tienen archivos con la información del paciente que se almacena de forma confidencial y que en el transcurso de las intervenciones sirve para analizar el progreso de los sistemas cognitivos intervenidos en las sesiones²⁵.

La plataforma *NeuronUP*[®] (*Psico360*[®]) se caracteriza porque personaliza las actividades de estimulación cognitiva. Estas se pueden poner en marcha por medio de un ordenador, pantalla táctil e incluso lápiz y papel; lo más importante es que se adaptan al nivel de cada paciente. Este diseño está enfocado en el entrenamiento de déficits cognitivos como consecuencia de un daño cerebral²⁶.

A esta sintonización se suma *BioTrak*[®], el cual está conformado por tres módulos que han sido creados para la rehabilitación psicosocial, motora y cognitiva, dirigido a pacientes con diferentes lesiones neurológicas. Este programa dispone de un computador, una pantalla de 47" y un seguimiento óptico electromagnético similar al *KinectTM21*[®], dispositivo con tres cámaras que identifican la posición de la persona por medio de marcas reflectantes que se ponen en los hombros, tobillos, cabeza y muñecas. Este *software* es muy completo, ya que permite crear las sesiones para cada paciente y configurar la duración, el número de repeticiones y el tiempo de descanso; además comprueba la evolución por medio de los resultados registrados²⁷. Por su parte, *Neuro Home*[®] busca la rehabilitación de las áreas motoras y cognitivas que se han visto afectadas por enfermedades neurológicas; esta herramienta permite que los rehabilitadores creen y den seguimiento a los tratamientos, y puedan personalizar los ejercicios de las sesiones y ejecutarlos a distancia¹.

Los resultados hallados son de gran importancia debido a que permite una contextualización de los dos medios de rehabilitación neuropsicológica, además generan una visión extensa de las herramientas que permiten regresar la funcionalidad a las áreas lesionadas como causa de un DCA. Se ha logrado identificar que las dos son fiables y válidas en los procesos de intervención con pacientes de esta índole, sin embargo, en el momento la rehabilitación virtual está generando mayores herramientas y mejor acceso a este sistema, lo

que ha producido la creación de *software* como elemento fundamental en la recuperación de un daño cerebral.

Discusión

El propósito de esta investigación se fundamenta en una revisión de la rehabilitación neuropsicológica mediante realidad virtual y tradicional. Es bien conocido que en los últimos años la rehabilitación neuropsicológica ha tomado mayor importancia en los entornos clínicos, puesto que su objetivo principal está centrado en el restablecimiento del bienestar personal y en la disminución del impacto que producen las secuelas en los procesos cognitivos y en el desempeño de las actividades cotidianas³.

Para dar inicio al periodo de rehabilitación inicialmente se debe identificar el grado de afectación y las alteraciones que presenta el paciente. Luego de tener claras las áreas que necesitan ser reestructuradas, se prosigue a diseñar un programa con jerarquía de tareas con distintos grados de complejidad²⁸; antes de ejecutar este procedimiento lo realmente significativo es ofrecer la oportunidad a los pacientes de ser independientes y lo más funcional posible en los entornos en los cuales se desempeñaban y en los que esperan interactuar, por tanto es indispensable diseñar un proceso rehabilitador compacto y estructurado que se ajuste a las necesidades de cada paciente⁴.

Los efectos de este tipo de intervenciones no solo son de carácter social o cognitivo, también producen cambios a nivel biológico, ya que brindan la posibilidad de que el sistema reorganice las redes neurales, concibiendo el surgimiento de nuevos componentes en dichas conexiones²⁹, accediendo a la recuperación funcional del cerebro después de una lesión³⁰.

A pesar de los avances identificados en la neuropsicología para rehabilitar pacientes con daño cerebral, surgen especulaciones frente a qué tan fiables y válidos pueden ser estos procesos, para esto se basan en la implementación de estrategias básicas como la restitución³¹, la cual estimula repetidamente las funciones que se han perdido o deteriorado por el tipo de afectación. La compensación es otra de las técnicas empleadas, utiliza las funciones cognitivas que no se afectaron por la lesión para de esta manera realizar actividades donde estaban implicadas las que sí se afectaron; mientras que la sustitución se ha encargado de implementar ayudas externas para una adecuada ejecución de la tarea¹.

El proceso de intervención, sea con realidad virtual o tradicional, debe iniciar en la fase aguda del daño

cerebral, cuando el paciente ha salido del estado crítico y continúa con el manejo neurológico y las observaciones médicas pertinentes³². Es recomendable que inicie en esta fase, puesto que si empieza antes posiblemente la persona todavía esté en un estado de confusión y alteración cognitiva, lo que no le permite contar con las condiciones necesarias para iniciar el periodo de rehabilitación³³.

Las estrategias que se pueden poner en marcha y a su vez revelan resultados positivos en la rehabilitación tradicional implementan juegos de mesa, sopas de letras, situaciones hipotéticas de la vida cotidiana, extracción de ideas frente a imágenes expuestas, comprensión de textos y problemas aritméticos, entre otras actividades³⁴.

Como ya se ha nombrado, el tiempo juega un papel importante en estos procesos; sin embargo, no se encuentra una duración de las sesiones y de los programas de rehabilitación estandarizada. Algunos proponen que esta debe ser individualizada según las necesidades del paciente⁴ y plantean el uso de terapias intensivas, las cuales podrían traer mejores resultados a corto plazo³⁵. Este postulado se asemeja a lo estipulado por las intervenciones con realidad virtual, las cuales refieren que una de sus mayores ventajas es que el tiempo se puede graduar, para así ajustarlo a los requerimientos del paciente; a esto se suma que también permite la adaptación y personalización de las tareas a ejecutar¹.

El tratamiento con realidad virtual también se destaca porque incluye algunas ayudas electrónicas como los ordenadores, dispositivos móviles, grabadoras de voz o agendas electrónicas. Aunque han tenido gran acogida, algunos autores no consideran significativa la efectividad que tiene este tipo de herramientas en los pacientes que han padecido lesiones cerebrales³⁶.

Otras posturas ofrecen una visión diferente frente a los resultados de la realidad virtual. Establecen algunas ventajas en cuanto a este tipo de entrenamiento, que consisten en brindar mayor privacidad, puesto que en algunas situaciones los pacientes pueden negarse a exponer su dificultad ante otros, mientras que la realidad virtual brinda un espacio completamente privado, lo que produce que se aislen o resalten los estímulos ambientales clínicamente significativos para el paciente. El autotreinamiento y el sobreaprendizaje son otras ventajas significativas, los sujetos no tienen que esperar a que los sucesos tengan lugar en la vida real, sino que puede producirlos y reproducirlos cuantas veces lo deseen; al mismo tiempo, el terapeuta puede ver lo mismo que el paciente está observando, lo que hace posible

diseñar la exposición de categorías, para que el paciente sea expuesto a todas las situaciones posibles²⁰.

Se ha podido observar que las intervenciones enfocadas desde la realidad virtual están a la vanguardia en la rehabilitación neuropsicológica, posicionándose por la generalización de aprendizajes, el acercamiento a su ambiente natural y porque la mayoría de estos sistemas están bajo la conducción de un *hardware*, donde los terapeutas pueden diseñar actividades de rehabilitación y no es necesario que estén presentes durante su ejecución²¹.

Conclusiones

La revisión permite establecer que las dos modalidades de rehabilitación son viables, sin embargo, el escenario virtual últimamente ha tenido mayor crecimiento debido a que la integración de los avances tecnológicos y científicos permiten que se tenga un mejor enfoque en la lesión y, por ende, en la mayoría de los casos los resultados se dan a corto plazo y con menos costos, además de que facilita la inclusión de los pacientes, porque se puede realizar desde la comodidad del hogar.

Cada una, con sus aciertos y desaciertos, genera cambios positivos en la calidad de vida de las personas rehabilitadas; de todas formas, es conveniente realizar un trabajo multidisciplinario en el cual se integren otros especialistas que contribuyan en la estabilización de las deficiencias propiciadas por la lesión.

Se logra estipular que se cuenta con aportes significativos en el campo de la rehabilitación neuropsicológica, se han encargado de hacer su contribución y dejar un legado, especialmente la tradicional por el tiempo y trayectoria que tiene en la neuropsicología; aunque la virtual es relativamente nueva, son importantes las contribuciones que brinda al campo clínico.

Son diversos los países que publican en relación con la rehabilitación neuropsicológica virtual y tradicional en daño cerebral. Chile, México y España son algunos de los que participan en este tipo de estudios; es necesario destacar que Colombia está entre ellos, incluso han empezado a incorporar herramientas tecnológicas en sus investigaciones, como la implementación de *software* que rehabilite las funciones cognitivas de los pacientes con daño cerebral, pero a pesar de que están abriendo espacios importantes en este camino, se hallaron pocas investigaciones dirigidas desde esta temática que ha empezado a modificar los patrones tradicionales de restablecimiento de procesos cognitivos.

En lo que concierne a investigaciones futuras, se espera que desde la rehabilitación tradicional se estipulen programas más detallados, como los que se plantean desde la realidad virtual, para de esta manera identificar los componentes que hacen que sea una intervención efectiva. A partir de lo anterior, se puede concluir que es importante continuar con la construcción del camino de la producción científica en esta área que produce matices que generan una experiencia mágica y diferente para las personas que han solventado lesiones cerebrales.

Declaración de conflictos de interés

No existen potenciales conflictos de interés para ninguno de los autores en este informe científico.

Fuentes de financiamiento

El financiamiento de este informe científico estuvo a cargo de la Universidad Antonio Nariño, Colombia.

Bibliografía

- Pertíñez GG, Linares AG. Plataformas de rehabilitación neuropsicológica: estado actual y líneas de trabajo. *Neurología*. 2015;30(6):359-66.
- De Noreña D, Ríos-Lago M, Bombín-González I, Sánchez-Cubillo I, García-Molina A, Tirapu-Ustároz J. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (I): atención, velocidad de procesamiento, memoria y lenguaje. *Rev Neurol*. 2010;51(11):687-98.
- Wilson BA. Neuropsychological rehabilitation: State of the science. *S Afr J Psychol*. 2013;43(3):267-77.
- Carvajal-Castrillón J, Restrepo Pelaez A. Fundamentos teóricos y estrategias de intervención en la rehabilitación neuropsicológica en adultos con daño cerebral adquirido. *CES Psicología*. 2013;6(2):135-48.
- García-Molina A, Gómez A, Rodríguez P, Zumarraga L, Enseñat A, Bernabeu M, et al. Programa clínico de telerrehabilitación cognitiva en el traumatismo craneoencefálico Clinical program of cognitive telerrehabilitation for traumatic brain injury. *Trauma Fund MAPHRE*. 2010;21(1):58-63.
- Pertíñez GG, Linares AG. Aplicación de las tecnologías en la rehabilitación neuropsicológica: ELENA. Electronic cognitive stimulation. [Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gloria_Guerrero/publication/225099070_APLICACION_DE_LAS_TECNOLOGIAS_EN_LA_REHABILITACION_NEUROPSICOLOGICA_ELENA_ELECTRONIC_NEUROCOGNITIVE_STIMULATION/links/5475a170cf234bdb21dd8e6.pdf].
- Gutiérrez-Martínez J, Núñez-Gaona MA, Carrillo-Mora P. Avances tecnológicos en neurorrehabilitación. *Rev Invest Clin*. 2014;66(S1):8-23.
- Suárez AA, Ramírez GEQ. Ambientes virtuales para rehabilitación física y cognitiva [Internet]. Panama City: Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012). Megaprojects: Building Infrastructure by fostering. 23-27 de julio de 2012. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/ReferedPapers/no%20cw/RP060.pdf>.
- Ríos-Lago M, Muñoz-Céspedes JM, Paúl-Lapedriza N. Alteraciones de la atención tras daño cerebral traumático: evaluación y rehabilitación. *Rev Neurol*. 2007;44(5):291-7.
- Rohling M, Faust M, Beverly B, Demakis G. Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: a meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews. *Neuropsychology*. 2009;23:20-39.
- Ostrosky-Solis F, Lozano-Gutierrez A. Rehabilitación de la memoria en condiciones normales y patológicas. *Revista Latinoamericana en Psicología*. 2003;21:39-51.
- Delgado ID, Etchepareborda MC. Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento. *Rev Neurol*. 2013;57(1):95-103.
- Gupta A, Naorem T. Cognitive retraining in epilepsy. *Brain Injury*. 2003;17:161-74.
- De Noreña D, Sánchez-Cubillo I, García-Molina A, Tirapu-Ustároz J, Bombín-González I, Ríos-Lago M. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (II): Funciones ejecutivas, modificación de conducta y psicoterapia, y uso de nuevas tecnologías. *Rev Neurol*. 2010;51(12):733-44.
- Cuervo MT, Rincón A, Quijano MC. Diseño y efecto de un programa de intervención en atención para pacientes con trauma craneoencefálico moderado. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana: Cali; 2007.
- Los Reyes-Aragón D, José C, Rodríguez Díaz MA, Sánchez Herrera AE, Gutiérrez Ruíz K. Utilidad de un programa de rehabilitación neuropsicológica de la memoria en daño cerebral adquirido. *Liberabit*. 2013;19(2):181-94.
- Thomas H, Feyz M, LeBlanc J, Brosseau J, Champoux MC, Christopher A, et al. North Star Project: Reality orientation in an acute care setting for patients with traumatic brain injuries. *J Head Trauma Rehabil*. 2003;18(3):292-302.
- Zarco-Perián MJ, de Vargas CER, Chacon JB, Obrero IG, Ahumada MMS, Palacín AF. (). Valoración del impacto del tratamiento cognitivo, dentro del programa de rehabilitación, en pacientes con traumatismo craneoencefálico. *Rehabilitación*. 2013;47(2):90-8.
- Kober SE, Wood G, Hofer D, Kreuzig W, Kiefer M, Neuper C. Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10:17.
- Mora MG. Aplicación de realidad virtual en la rehabilitación cognitiva. *Vínculos*. 2013;10(1):130-5.
- Zarzuela MM, Pemas FJD, García AA, Ortega DG, Rodríguez MA. Cocina virtual para ayudar en la rehabilitación de personas con lesiones cerebrales mediante entrenamiento en una actividad cotidiana. *Revistae-Salud.com*. 2013;9(35):3.
- Urazan J, Palacios J. Validación de un programa de estimulación neuropsicológica NEUROPROTENIC en pacientes con daño cerebral adquirido. *Rev Chil Neuropsicol*. 2014;9(1-2):12-5.
- Tárraga L, Boada M, Modinos G, Espinosa A, Diego S, Morera A, et al. A randomised pilot study to assess the efficacy of an interactive, multimedia tool of cognitive stimulation in Alzheimer's disease. *JNNP*. 2016;77(10):1116-21.
- Domínguez Luque A. Importancia del Programa GRADIOR en la intervención neurocognitiva en Alzheimer y otras demencias [Internet]. XII Congreso Virtual de Psiquiatría.com. Interpsiquis 2012. 1 al 29 de febrero de 2012. Disponible en: <https://docplayer.es/51168310-Importancia-del-programa-gradior-en-la-intervencion-neurocognitiva-en-alzheimer-y-otras-demencias.html>.
- Smith GE, Housen P, Yaffe K, Ruff R, Kennison RF, Mahncke HW, et al. A cognitive training program based on principles of brain plasticity: Results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) Study. *JAGS*. 2009;57(4):594-603.
- Tomás Romero FJ. Cloud computing y rehabilitación neuropsicológica: NeuronUP, un caso práctico [Internet]. Conferencias científicas. Repositorio institucional de la Universidad de Málaga; 2014. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/7288>.
- Lloréns R, Colomer-Font C, Alcañiz M, Noé-Sebastián E. BioTrak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral. *Neurología*. 2013;28(5).
- Mateer C. Introducción a la rehabilitación cognitiva. *APL*. 2003;21:11-20.
- Chen AJW, Abrams GM, D'Esposito M. Functional reintegration of prefrontal neural networks for enhancing recovery after brain injury. *The Journal of head trauma rehabilitation*. 2006;21(2):107-18.
- Portellano JA. Introducción a la Neuropsicología. España: McGraw- Hill/ Interamericana de España; 2005.
- Butfield E, Zangwill OL. Reeducation in aphasia: A review of 70 cases. *JNNP*. 1946;9(2):75-9.
- Carvajal-Castrillón J, Suárez-Escudero J, Arboleda-Ramírez A. Rehabilitación neuropsicológica de pacientes hospitalizados con trauma encefalocraneano en fase subaguda: estudio piloto en la fundación Instituto Neurológico de Antioquia/Colombia. *Rev Chil Neuropsicol*. 2011;6(2):85-90.
- Tate RL, Pfaff A, Baguley IJ, Marosszky JE, Gurka JA, Hodgkinson AE, et al. A multicentre, randomised trial examining the effect of test procedures measuring emergence from post-traumatic amnesia. *JNNP*. 2006;77(7):841-9.
- Barrera JBJ, Machinskaya RI. Rehabilitación neuropsicológica de un caso de lesión fronto-temporal derecha como resultado de un traumatismo craneoencefálico. *Neuropsicología Latinoamericana*. 2013;5(1).
- Carvajal-Castrillón J, Henao E, Uribe C, Giraldo M, Lopera R. Rehabilitación cognitiva en un caso de alteraciones neuropsicológicas y funcionales posteriores a traumatismo craneoencefálico severo. *Rev Chil Neuropsicol*. 2009;4:52-63.
- Cappa SF, Benke T, Clarke S, Rossi B, Stemmer B, Heugten CM. EFNS guidelines on cognitive rehabilitation: report of an EFNS task force. *Eur J Neurol*. 2005;12(9):665-80.

Definición de inteligencia de juego

DEFINICIÓN DE INTELIGENCIA DE JUEGO EN DEPORTES BASADA EN UN MARCO NEUROCOGNITIVO

José A. Calderón¹, Rafael M. Gutiérrez², Andrés I. Hernández²,
Rodrigo E. González-Reyes^{3,4}

1. Facultad de Psicología, Universidad Antonio Nariño, Ibagué, Colombia.
2. Centro de investigación en ciencias básicas y aplicadas (CICBA), Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
3. Grupo de Investigación en Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
4. Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, GI en Neurociencias-NeURos, Bogotá, Colombia

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue llevar a cabo una revisión sistemática de las definiciones de Inteligencia de Juego (IJ), conceptualizar e introducir una nueva definición del término IJ en el fútbol que puede ser aplicada a todos los deportes. Método: Se realizó una búsqueda en la literatura utilizando cuatro bases de datos: Scopus, Science Direct, Springer y Pubmed; teniendo en cuenta las siguientes palabras clave: “Inteligencia de juego” “Inteligencia contextual en el deporte”, “inteligencia táctica en el deporte”, “inteligencia de juego en el deporte”, “fútbol inteligente”. Se incluyeron 11 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión, que estaban relacionados con el deporte y algún tipo de inteligencia como las mencionadas a continuación: Inteligencia artificial (1), Inteligencia contextual (2), Inteligencia emocional (2), Inteligencia no verbal (2), Inteligencia táctica (2), Inteligencia visual y espacial (1), Inteligencias múltiples (1). Resultados: entre los estudios encontrados no se evidencio una definición de inteligencia de juego en el fútbol ni en ningún otro deporte que incluya los procesos neurocognitivos. Por lo tanto, se observó la necesidad de crear una definición de inteligencia de juego basada en estos procesos. Conclusiones: Esta revisión mostró que todavía no hay consenso respecto al término. Se presenta una nueva definición de inteligencia de juego en el deporte, definición que se propone y desarrolla en este trabajo con base en un nuevo

modelo de la interacción cognitiva-motora que establece una relación de procesos cognitivos básicos para construir IJ con un gran impacto en el rendimiento del deportista.

Palabras clave: inteligencia de juego, procesos cognitivos, deporte, Fútbol, entrenamiento deportivo y psicología del deporte.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática das definições de Inteligência de jogo (IJ), conceituar e introduzir uma nova definição do termo IJ no futebol que pode ser aplicado a todos os esportes. Método: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando quatro bancos de dados: Scopus, Science Direct, Springer e Pubmed; tendo em conta as seguintes palavras-chave: "Inteligência de jogo" "Inteligência contextual no esporte", "inteligência tática no esporte", "inteligência de jogo no esporte", "futebol inteligente". Foram incluídos dezoito artigos que atendiam aos critérios de inclusão relacionados ao esporte e algum tipo de inteligência, como os mencionados abaixo: Inteligência artificial (1), Inteligência contextual (2), Inteligência emocional (2), Inteligência não verbal (2), Inteligência tática (2), Inteligência visual e espacial (1), Inteligências múltiplas (1). Resultados: Entre os estudos encontrados, não houve evidência da definição de inteligência de jogo no futebol ou em qualquer outro esporte que incluía processos neurocognitivos. Portanto, observou-se a necessidade de criar uma definição de inteligência de jogo baseada nesses processos. Conclusões: Esta revisão mostrou que ainda não há consenso sobre o termo. Uma nova definição de inteligência de jogo no esporte é apresentada, uma definição que é proposta e desenvolvida neste trabalho com base em um novo modelo de interação cognitivo-motora que estabelece uma relação de processos cognitivos básicos para construir IJ com grande impacto no desempenho do atleta.

Palavras-chave: inteligência de jogo, processos cognitivos, esporte, futebol, treinamento esportivo e psicologia do esporte.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to realize a systematic revision of the definitions of Game Intelligence (GI), conceptualize and instruct the new definition of GI in soccer, which may be used in all sports. Method: Searching in literature using four databases: Scopus, Science Direct, Springer and Pubmed; taking into account the following key words: “game intelligence”; “contextual intelligence in sports”, “tactic intelligence in sports”, “game intelligence in sports”, “intelligent soccer”. There were included 18 articles which accomplished the inclusion criteria, which were related with the sport and with some type of intelligence such as the ones listed as following: Artificial Intelligence (1), Contextual Intelligence (2), Emotional Intelligence (2), Non-verbal Intelligence (2), Tactic Intelligence (2), Visual and Spatial Intelligence (1), Multiple Intelligence (1). Results: Within the studies it was not found a definition of Game Intelligence which includes the neurocognitive processes, in soccer or other sport. Therefore, there is a need of creating a definition of Game Intelligence based in these processes. Conclusions: This revision evidenced there is not a consent regarding the concept. It is introduced a new definition of Game Intelligence in sports, which is proposed and developed in this work based in a new model of the cognitive-motor interaction which establishes the relation of cognitive processes basic to construct GI with a huge impact in the athlete’s performance.

Key words: game intelligence, cognitive processes, sport, soccer, sport training, sport psychology.

INTRODUCCIÓN

El profesionalismo y la importancia del deporte han llegado al punto de considerar algunos certámenes deportivos como los Juegos Olímpicos o la Copa Mundo de Fútbol eventos importantes a nivel internacional con implicaciones sociales, económicas y políticas que van mucho más allá de los aspectos del deporte en sí (Castro, 2015). Todo esto ha llevado al desarrollo de las ciencias deportivas aplicadas, así como a los avances científicos y tecnológicos destinados a mejorar el rendimiento en los deportistas (William, 2012). Los entrenadores y directivos están constantemente explorando nuevos programas de entrenamiento para ayudar al desarrollo de los deportistas, en particular, las

características físicas como la fuerza, la velocidad, la potencia y la flexibilidad, consideradas de gran importancia para una práctica deportiva exitosa (Gonaus & Muller, 2012).

El entrenamiento deportivo ha mejorado en las últimas dos décadas. Esto se puede explicar en parte, porque además de la preparación física, se han agregado otros componentes como la utilización de herramientas de desarrollo y rehabilitación, así como diversos métodos cognitivos, culturales, educativos y psicológicos. Principalmente en los deportes de equipo, estos componentes se han combinado con el entrenamiento tradicional, agregando también técnicas de acondicionamiento físico, estrategias de juego de alto nivel, sistemas avanzados de registro y análisis estadístico del rendimiento (Barris & Button, 2008). Se ha establecido ya con bastante claridad que, en los deportes de equipo en particular, el éxito depende no solo de las habilidades físicas, sino también del procesamiento adecuado en velocidad y complejidad de la gran cantidad de información que utiliza el deportista para conocer y actuar de acuerdo a los complejos y cambiantes entornos que caracterizan a los deportes (Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar & Petrovic, 2012).

Actualmente, uno de los objetivos de las ciencias del deporte es estudiar la importante influencia de los procesos cognitivos, utilizando técnicas como el biofeedback (información sobre el sistema nervioso) y el neurofeedback (como la resonancia magnética), en los deportes (Barris & Button, 2008; O'Connell et al., 2008). Aunque se usan comúnmente en la práctica clínica, estas técnicas apenas se han introducido en el entrenamiento perceptivo-cognitivo de los atletas (Faubert & Sidebottom, 2012). Sin embargo, la importancia y la influencia de la cognición y sus procesos neurocognitivos subyacentes en el rendimiento deportivo se están explorando experimentalmente (Faubert, 2013). Esto ha llevado a un número creciente de publicaciones y estudios que indican la importancia de la cognición en el rendimiento deportivo. Algunos procesos neurocognitivos que involucran la búsqueda visual, como la percepción, se han relacionado con niveles superiores de rendimiento en los deportes, además, se considera que los jugadores altamente calificados presentan un análisis superior de la información relevante durante el juego (Afonso, Garganta, McRobert, Williams & Mesquita, 2012; Faubert, 2013).

Un meta-análisis centrado en la habilidad perceptual cognitiva estableció diferencias significativas entre los deportistas expertos en comparación con los no

expertos, y mostró que los primeros fueron mejores en la detección de señales perceptivas, reveladas a través de medidas de precisión de respuesta y tiempo de respuesta; así mismo, los expertos presentaban mejores comportamientos de búsqueda visual (Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007). Igualmente, se han estudiado las funciones ejecutivas en el fútbol (Sakamoto, Takeuchi, Ihara, Ligao & Suzukawa K. 2018), observando que tanto los jugadores de división alta como los de división baja obtienen medidas significativamente mejores en comparación con un grupo de control, además, los jugadores de división alta superaron a los jugadores de división baja en todas las pruebas (Vestberg et al., 2012; Elferink-Gemser. 2018; Friedman, N. P., & Miyake, A. 2016). Esto ha llevado a los investigadores inclusive a sugerir que los resultados en las pruebas de función ejecutiva pueden predecir el éxito en el futuro de estos jugadores (Williams & Ford, 2008.; Vestberg et all. 2012).

Aunque cada vez son más las investigaciones sobre la influencia de los procesos cognitivos en el rendimiento deportivo, no se evidencia claramente una definición desde la neurocognición de la inteligencia de juego (IJ) en deportistas y en este caso en futbolistas. Si bien es cierto, la (IJ) se menciona con más frecuencia haciendo referencia a los jugadores exitosos, en particular, cuando los jugadores han mostrado una combinación de habilidades físicas y habilidades cognitivas excepcionales. Es decir, pese al uso común de la expresión de (IJ), todavía no existe una definición con las suficientes bases científicas que caracterice este concepto en los deportes.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue llevar a cabo una revisión bibliográfica de las definiciones de IJ, conceptualizar, proponer e introducir, una nueva definición del termino (IJ) aplicada a los deportes, que incluya los diferentes procesos cognitivos involucrados en la práctica deportiva basada en principios neurocognitivos. Esta nueva definición puede ser útil para aclarar el término de (IJ) que se usa comúnmente tanto en el deporte como en el ámbito de la investigación deportiva. Adicionalmente, puede ayudar a comprender las bases neurocognitivas que hacen que un jugador sea más inteligente que otro, como una cualidad cognitivo-motora para la práctica de esta actividad. También puede ayudar a la aplicación, el desarrollo y el diseño de programas de entrenamiento destinados a potencializar el rendimiento en los deportistas que practican diferentes disciplinas a través de la mejora de la (IJ) y, de esta forma beneficiarse y desarrollar nuevos conceptos más eficientes para llegar al alto rendimiento.

MÉTODO

Se realizó una revisión cuidadosa de acuerdo con PRISMA (elementos de informe preferidos para sistemas revisiones y metaanálisis; Liberati et al., 2009) de la literatura existente sobre definiciones relacionadas con la (IJ) en deportes usando cuatro bases de datos mencionadas a continuación: Scopus, Science Direct, Springer y Pubmed. Se utilizaron las siguientes palabras clave en la búsqueda: “Inteligencia de juego” “Inteligencia contextual en el deporte”, “inteligencia táctica en el deporte”, “inteligencia del juego en el deporte”, “fútbol inteligente”. La información se analizó y clasificó de acuerdo con la definición presentada por cada autor, deporte, procesos cognitivos incluidos y el tipo de entrenamiento, si este era relevante.

Los criterios de inclusión utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

- 1) Artículos donde se incluyera la palabra inteligencia relacionada con el deporte y variables: inteligencia de juego en el fútbol, inteligencia en el fútbol.
- 2) Artículos publicados en idiomas español o inglés.

Fueron excluidos todos los artículos que no presentaban una relación de inteligencia y deporte.

Se realizó delimitación de la búsqueda por variable “psicología”, “psicología general” y “neuropsicología del deporte” arrojando un total de 5984 artículos. Teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión mencionados con anterioridad, se seleccionaron 11 artículos. Estos están distribuidos de la siguiente manera: Inteligencia artificial (1), Inteligencia contextual (2), Inteligencia emocional (2), Inteligencia no verbal (2), Inteligencia táctica (2), Inteligencia visual y espacial (1), Inteligencias múltiples (1).

RESULTADOS

La inteligencia como noción general, ha sido definida a través de la historia por numerosos autores que describen la complejidad inherente de este concepto. En los seres humanos, la inteligencia está estrechamente relacionada con la capacidad que poseen las personas y que se puede poner en práctica para lograr objetivos o resolver problemas y adaptarse según las circunstancias particulares (Cherniss & Goleman, 2001; Gardner, 1983; Terenzini, 1993; Legg & Hutter, 2007; Sternberg, 2000).

Se han establecido previamente definiciones que incluyen algunos aspectos considerados importantes en la IJ en los deportes (Antonelli y Salvini, 1982; Coca Fernández, 1985; García, Rodríguez y Garzón, 2011; Lennartsson, Lidstrom & Lindberg, 2015; Ruiz et al., 2014; Sternberg, 2000). Es común incluir percepciones de los entrenadores y dirigentes que consideran que la (IJ) es uno de los intangibles que predicen el éxito en la competición. Según estos, la inteligencia de los jugadores se refiere a aspectos como: tener discernimiento, carácter, anticipar las acciones de los oponentes, leer bien las situaciones del juego, controlar las acciones del juego o tener una buena visión del mismo, sintetizando que el jugador inteligente es el que tiene la capacidad de interpretar la dinámica de la naturaleza del juego (Ruiz, Palomo, García, Navia y Miñano, 2014). Todo esto, está más dado desde el punto de vista de la intuición y lo cualitativo, difícil de medir y por lo tanto, de aprovechar eficientemente para desarrollar en los deportistas.

Las definiciones encontradas ofrecen una visión muy amplia, tales como centrarse en la inteligencia táctica (asociada con diversos procesos como la sensación, la percepción, la atención y la toma de decisiones) (García et al., 2011), apuntar a una conducta adaptativa hacia las diferentes circunstancias que ofrece el juego (Ruiz, 2014), o referirse al comportamiento táctico como saber moverse en el campo de juego (Memmert & Perl, 2005), pasando por lo estratégico basado en el concepto de potencial (Lennartsson et al., 2015). Otras definiciones se centran únicamente en la inteligencia contextual, es decir, analizan las autopercepciones sobre su competencia para solucionar problemas relacionados con el contexto de actuación del deporte (Antonelli & Salvini, 1982; Sternberg, 2000).

Antonelli y Salvini (1982) propusieron la IJ como la capacidad general para adaptar tanto pensamientos como necesidades a nuevas situaciones y resolverlas con éxito. Esta definición se centra solo en algunas habilidades de las funciones ejecutivas (FE) y no tienen en cuenta otros procesos cognitivos importantes, como la percepción, la atención, la memoria a largo plazo y la velocidad de procesamiento, que son fundamentales para la toma de decisiones en un entorno dinámico como ocurre en los deportes.

La IJ también se ha definido sobre la base de conceptos clásicos de inteligencia, por ejemplo, la inteligencia contextual/práctica propuesta por Sternberg (Sternberg, 2000; Tigner & Tigner, 2000). En los deportes, el concepto de inteligencia contextual/práctica

se ha aplicado como IJ, teniendo en cuenta la inclusión de aspectos importantes para los entrenadores, como el carácter, el discernimiento y el conocimiento del juego, proponiendo que para tener éxito y alcanzar los objetivos en el deporte es importante dominar el contexto donde se juega (Ruiz et al., 2014).

El uso de este concepto únicamente como IJ tiene algunos inconvenientes. Aunque incluye varios aspectos del deportista, como el conocimiento de la personalidad y el contexto, carece de la mención de todos los procesos cognitivos relacionados con el deporte y la actividad de los deportistas durante una competición. Además, ignora la naturaleza dinámica del juego y no tiene en cuenta el procesamiento visuo-espacial. El enfoque en la inteligencia contextual/práctica, a nuestro criterio, representa solo una parte de los procesos neurocognitivos involucrados en la IJ en los deportes.

García y colaboradores (García et al., 2011), proponen la IJ principalmente como un tipo de inteligencia táctica. Los autores consideran que un jugador con una alta inteligencia táctica posee una ventaja frente a los otros competidores. Incluyen en su definición, componentes de inteligencia general, como la adaptación a diversas variables de juego, el conocimiento de los factores limitantes del juego como preparación física, táctica y habilidades psicológicas, y consideran esta última como importante para una solución eficiente de situaciones de juego basadas en (FE).

Aunque nombran muchas cualidades que un buen atleta debe poseer, el enfoque de su definición se basa exclusivamente en FE; Las cuales son de hecho un componente importante de la IJ, pero no son suficientes para cubrir completamente todas las interacciones cognitivas complejas presentes en un deporte. Además, la IJ en el deporte va más allá de un enfoque táctico único. Incluso se ha propuesto que una metodología de entrenamiento táctico muy rígida puede obstaculizar el desarrollo del jugador, lo que resulta en una reducción de la creatividad dentro del juego, esto parece contrastar la suposición de que un jugador inteligente es el que tiene la capacidad de ver las cosas de una forma diferente en el juego y ser creativo (Unnithan, White, Georgiou, Iga, & Drust, 2012).

Del Pino y colaboradores (Del Pino, Gómez, Moreno, Gálvez y Mula Pérez, 2009), propusieron que un jugador inteligente debería ser considerado dentro del alcance de la teoría de las inteligencias múltiples presentada por Gardner (Gardner, 1983). Los autores reportan un perfil de inteligencia en deportes que contiene las siguientes

características: una alta inteligencia corporal-cinestésica (que se alza sobre cualquier otro tipo de inteligencia) y una elevada inteligencia interpersonal e intrapersonal, considerando que los otros tipos de inteligencia son secundarios y apenas relevantes para el deporte. Si bien Del Pino y colaboradores mencionan una serie de características que se espera encontrar en un jugador inteligente e incluso designan un perfil de inteligencia para deportes particulares, no logran desarrollar una definición estructurada de IJ en deportes englobada en un marco neurocognitivo.

En otra publicación, el concepto de IJ se analizó desde una perspectiva teórica, asumiendo que la habilidad general de un jugador se puede clasificar en dos partes, la capacidad de decidir sobre una estrategia (IJ) y la capacidad de llevar a cabo la estrategia elegida (habilidades físicas) (Lennartsson et al., 2016). Estos autores desarrollan una teoría matemática interesante sobre la IJ aplicada a los deportes de equipo, introduciendo el concepto de potencial como un componente estratégico importante durante las acciones del juego. También consideran este tipo de inteligencia como una habilidad adquirida en lugar de una habilidad incomprensible. Aunque la propuesta de potencial y la conceptualización matemática de la IJ son muy atractivas, carecen de una definición adecuada del término IJ y no introducen en su modelo los componentes neurocognitivos interactivos involucrados en la IJ. Otros estudios han tomado la inteligencia y la creatividad del juego táctico de forma independiente y han reportado mediciones de ambas, tomándolas como variables que se pueden modificar a través del entrenamiento (Memmert, 2010; Memmert & Perl, 2005).

La inteligencia emocional definida como una habilidad humana que permite la integración efectiva de los aspectos cognitivos y emocionales (Salovey y Grenwal, 2005) esta ha sido relacionada con el rendimiento deportivo, los estados emocionales del atleta ejercen una gran influencia en el rendimiento y el desarrollo de la actividad (Balk, De Jonge, Oerlemans, Geurts, 2017; Saies, Arribas-Galarraga, Cecchini, De-Cos, Otaegi, 2014)

Tabla 1. Tipos de inteligencia de juego

Autor	Artículo	Población	Tipo de inteligencia	Instrumentos	Resultados
Ruiz-Pérez, L. M., Navia, J. A., Miñano-Espín, J., García-Coll, V., Palomo-Nieto, M. (2015) España	Autopercepción de inteligencia contextual para jugar y de competencia decisional en el fútbol	467 jugadores de fútbol, en edades entre los 14 y 38 años de 46 clubes españoles así como de varias selecciones nacionales.	Inteligencia contextual.	Cuestionario de Inteligencia Contextual Percibida en el Deporte (ICD) y el segundo el de Estilos de Toma de Decisión en el Deporte (CETD).	Los resultados mostraron que la competencia decisional y la inteligencia contextual están relacionadas y mejoran según aumenta el nivel deportivo.
Ruiz, L.M.; García, V.; Palomo, M.; Navia, J.A.y Miñano, J. (2014) España	Inteligencia contextual y pericia en el fútbol	690 jugadores de fútbol de diferente nivel competitivo	Inteligencia Táctica	Cuestionario de Inteligencia Contextual en el Deporte (ICD)	Los resultados mostraron que a medida que aumentaba el nivel competitivo se incrementaba la percepción de los jugadores sobre su inteligencia contextual.
Hamid Gheze Soflu a , Nooshin Esfahani b, Hassan Assadic. (2011) Iran.	La comparación de la inteligencia emocional y las habilidades psicológicas y su relación con la experiencia entre los atletas individuales	160 deportistas, 88 de ellos son de campo de deportes de equipo (voleibol,	Inteligencia emocional	Prueba de desempeño estratégico de Thomas (TOPS), Prueba de inteligencia emocional.	de los atletas individuales pueden mejorar su rendimiento a través de beneficiarse del diálogo interno y las habilidades de imagen. los de equipo de habilidades sociales empatía y automotivación
	y en equipo en la Liga Superior	Kabedi, fútbol de salón y baloncesto)			
Rutkowska K, Bergier J. 2015, Polonia.	Género Psicológico e Inteligencia Emocional en Jóvenes Jugadoras Femeninas de Fútbol	54 deportistas participaron en el estudio	Inteligencia emocional	Inventario de Evaluación de Género IPP. Cuestionario de Inteligencia Emocional (INTE; creado por Jaworowska y Matczak).	Los jugadores andróginos tenían un nivel más alto de inteligencia emocional.
Erkut Kontera, Ifan Yurdabakanb (2010) Turquía.	Inteligencia no verbal de los jugadores de fútbol según su edad, género y nivel educativo	353 Futbolistas en edades con una media de 14,78 años Inteligencia no verbal de futbolistas según su edad, género y nivel educativo	Inteligencia no verbal de futbolistas según su edad, género y nivel educativo	TONI-2 contiene 55 elementos, podría proporcionar información sobre los patrones inteligentes no verbales de un equipo y sus jugadores.	Los resultados también indicaron que las jugadoras masculinas y jugadores de secundaria presentaron una inteligencia más alta.
Erkut Konter (2010) Turquía.	Inteligencia no verbal de los jugadores de fútbol según su nivel de juego	312 futbolistas masculinos (de 14,71 años de edad)	Inteligencia no verbal de futbolistas	versión adaptada del TONI-2	Parece que los puntos TONI-2 suenan con el aumento de la edad y el nivel de juego

García, S, Rodríguez A, Garzón A (2011) Colombia.	Conceptualización de inteligencia en fútbol: táctica en fútbol: para el desarrollo de un instrumento de evaluación en campo desde las funciones ejecutivas	No fue aplicado aún	Inteligencia Táctica.	BRIEF, es una escala de valoración del funcionamiento ejecutivo diseñado para individuos entre los 5 y los 18 años de edad,	Esta definición se relaciona posteriormente con el constructor de las funciones ejecutivas desde el cual se hace una propuesta inicial para la creación de un instrumento de evaluación en campo. Esta es la primera fase de una Investigación que culminará sólo dos fases más adelante con la presentación del Instrumento Validado.
Zerf M, Boras F Z, Gourari B, Wahib B (2019) Argelia.	Inteligencia visual múltiple Vs Inteligencia Visual/Espacial Vs Instrucción Directa que el método aumenta el rendimiento táctico en los jugadores de fútbol juvenil	60 jugadores de fútbol masculinos federados de entre 16 y 17 años. Los atletas entrenado en promedio 4 veces por semana y tenía una media de 4,2 ± 1,2 años de experiencias	Inteligencia visual-espacial.	principios tácticos centrales del fútbol	El desempeño táctico está en favores de análisis de video, que pueden mejorar habilidades de liderazgo y comunicación a diferencia de las instrucciones directas lo que requiere de inteligencia espacial.
José M ^a del Pino, Medina Emilio, Gómez Milán, Sergio Moreno Ríos (2015) España	Inteligencias múltiples y rendimiento en fútbol	Participaron 37 futbolistas de nivel profesional-amateur con edades que oscilan entre los 20-34 años	Inteligencias múltiples	Cuestionario de valoración subjetiva para entrenador y cuerpo técnico Cuestionarios de evaluación subjetiva para jugadores.	El peso de las inteligencias múltiples protagoniza un papel secundario en rendimiento en fútbol. Se identifica un perfil típico de IM para futbolistas con escasa incidencia en el rendimiento en fútbol.
T. Vestberg, R. Jafari, R. Almeida, L. Maurex, M. Ingvar, y P. Petrovic	El nivel de juego y la inteligencia de juego de entrenadores están relacionados con el rendimiento en los jugadores de fútbol elite	51 jugadores aceptados para participar (19 hombres y 32 mujeres; rango de edad de 17 a 35 años	Inteligencia contextual	la batería de prueba del sistema de funciones ejecutivas Delis-Kaplan (D-KEFS) y las pruebas computarizadas de connción cerebral (CS) de CogStateSport	La creatividad y flexibilidad cognitiva están correlacionadas con la inteligencia de juego calificada por el entrenador.

DISCUSIÓN

La heterogeneidad de las diversas definiciones propuestas por los investigadores enfatiza la importancia de establecer una designación común, considerando una definición integral del concepto de IJ en los deportes, que también incluya la interrelación de los procesos cognitivos involucrados en ella.

Más allá de la inclusión de los procesos cognitivos, puede ser una definición de IJ basada en la interacción, como una base fundamental que igualmente les da importancia y trascendencia a los otros aspectos físicos, estratégicos y técnicos. Esta base fundamental es parte del avance de la neurociencia y la nueva comprensión que proporcionan los procesos cognitivos, y al mismo tiempo, genera nuevas posibilidades de desarrollo de nuevas tecnologías para formar deportistas con una inteligencia de juego más desarrollada (Fargier, Collet, Moran & Massarelli, 2017).

La relación entre estos procesos cognitivos y la IJ puede explicarse mejor teniendo en cuenta las facultades internas de un deportista, ya que existe una estrecha asociación entre la cognición/inteligencia y las habilidades motoras (Dara, 2018). La evidencia sugiere que tener éxito en los deportes es algo más que poseer cualidades físicas excepcionales o un alto conocimiento técnico-táctico, también exige una interacción efectiva e inteligente del atleta, que se adapte a las circunstancias cambiantes del juego (Brown, Gould & Foster, 2005).

Es de anotar que el tipo de inteligencia necesaria para resolver problemas académicos es diferente del que se usa para resolver problemas relacionados en el deporte, pero puede haber más de una conexión; las capacidades neurocognitivas básicas son las mismas que se aplican y aprovechan en todas las actividades específicas que involucran cognición, las que en mayor o menor medida hacen parte de casi todas las actividades humanas, por lo que es bien sabido, mas no bien entendido que la actividad mental y la física se estimulan y retroalimentan mutuamente.

Esto se pone en práctica en el deporte con frecuencia, puesto que la cantidad de información disponible durante la acción de juego no siempre es completa y el deportista debe resolverlas de la mejor manera, utilizando inteligencia especializada en solucionar problemas que, en el caso deportivo, conllevan la realización de movimientos coordinados y precisos (Gardner, 1983) en circunstancias de variada presión psicológica y ambiental (Ruiz et al., 2014; Sternberg, 2000).

Además, las habilidades cognitivas utilizadas en los deportes se encuentran tanto en el conocimiento declarativo como en el de procedimientos; el primero incluye el conocimiento de las reglas y los objetivos del juego, mientras que el segundo implica la selección de una acción adecuada dentro del contexto del juego (Elferink-Gemser, Visscher, Richart & Lemmink, 2004).

Los componentes de la IJ en un entorno dinámico, como el que se presenta durante una competición deportiva, obliga a un atleta a alcanzar niveles de preparación cada vez mayores para lograr un alto rendimiento y superar a los oponentes entrenados. Esta preparación no se basa exclusivamente en habilidades técnicas o físicas, sino que también depende en gran medida del entrenamiento de los aspectos cognitivos y psicológicos. La IJ es una capacidad compleja que se basa en todos estos elementos y se ensambla a partir de diferentes interacciones neurobiológicas que conforman varios procesos cognitivos (Elferink et al., 2018).

Por lo tanto, proponemos la definición de Inteligencia de Juego en los Deportes (IJD) como la capacidad cognitiva para resolver situaciones de juego de manera precisa y eficiente a través de la correcta toma de decisiones en un entorno dinámico, resultante de la interacción de procesos cognitivos específicos que incluyen la percepción, la atención, el procesamiento visoespacial, la memoria, las funciones ejecutivas y la velocidad de procesamiento de la información.

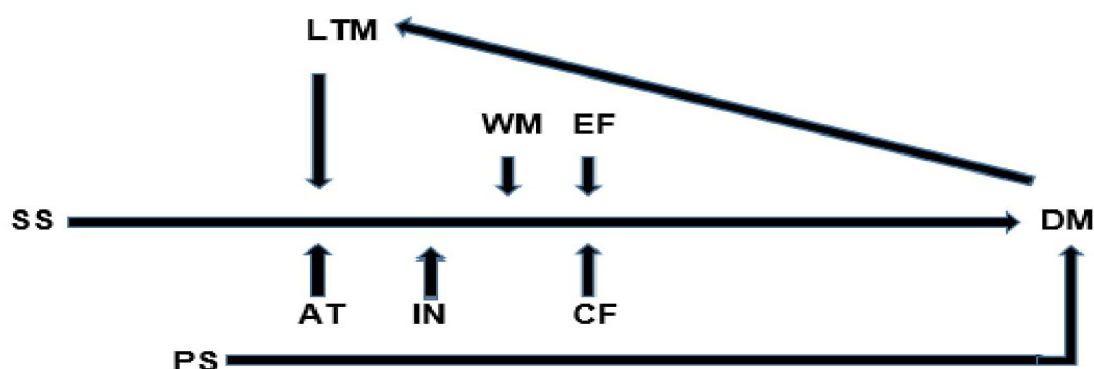


Figura 1. Modelo esquemático de inteligencia de juego en los deportes. Estímulos sensoriales SS, atención AT, inhibición IN, memoria a largo plazo LTM, memoria de trabajo WM, funciones ejecutivas EF, flexibilidad cognitiva CF, velocidad de procesamiento PS, toma de decisiones DM.

El esquema muestra cómo los diferentes componentes cognitivos se integran y transmiten las características que definen la IJ en los deportes (Figura 1). Nuestra definición involucra todos estos procesos neurocognitivos necesarios para el desarrollo y el éxito de un deportista. Cabe destacar que la mayoría de estos procesos tienen el potencial de ser entrenados, mejorando tanto las habilidades como el rendimiento de los atletas durante una competencia.

La definición de IJD propuesta y desarrollada en este artículo, tiene como objetivo mostrar con precisión cómo se construye la IJ a partir de los procesos neurocognitivos empleados por los atletas para adaptarse y tomar decisiones correctas, eficientes y eficaces durante un juego, de acuerdo a la compleja naturaleza dinámica del deporte. Los procesos cognitivos que incluimos en la definición de la IJD: atención, memoria, funciones ejecutivas, toma de decisiones y velocidad de procesamiento de la información, no solo están respaldados por un marco neurobiológico funcional, sino que también pueden medirse a través de pruebas estandarizadas existentes, permitiendo que los procesos de diagnóstico y desarrollo de la IJD sean objetivos y cuantitativos, de gran utilidad para la implementación de estrategias de entrenamiento cognitivo que mejoren el rendimiento de los deportistas durante una competición.

Los procesos involucrados en la IJD se pueden agrupar en una serie de componentes que incluyen: estímulos sensoriales dados por la interacción del individuo con el entorno, por ejemplo, el campo de juego en el caso de los deportes; la capacidad de alternar y mantener la atención según las acciones del juego, la inhibición de la información, estrechamente relacionada con los procesos de atención, muy importante para aislar los posibles factores de distracción que pueden dificultar o retardar una acción; la memoria a largo plazo que ayuda a recordar experiencias anteriores en situaciones similares y que pueden ayudar a producir una respuesta adecuada o incluso mejorar una acción de juego utilizando la memoria de trabajo, y finalmente, las FE incluidas como la planificación de los procesos y las estrategias necesarias para lograr los objetivos (Liao KF, Meng FW, Chen YL. 2017; Tirapu-Ustarroz, J., Munoz-Cespedes, J. M., & Pelegrin-Valero, C. 2002; Stuss, D., Alexander, M. 2000), la capacidad para generar pensamientos abstractos, analizar diferentes posibilidades para llevar a cabo una acción y desarrollar un marco conceptual que permita realizarlo, la capacidad para ejecutar un plan debido a la flexibilidad cognitiva (capacidad para iniciar, realizar y finalizar secuencias de conducta complejas, estructuradas y eficientes, de acuerdo con acciones específicas del juego) y

las aptitudes necesarias para llevar a cabo efectivamente todas estas actividades previas a través de la decisión correcta controlar, ajustar y autorregular el tiempo, la intensidad y otros aspectos cualitativos presentes durante la ejecución de una acción de juego (Ishihara T, Kuroda Y, Mizuno M. 2019).

Una adecuada toma de decisiones durante un juego, implica necesariamente la interacción de todos estos componentes cognitivos mencionados como atención, memoria (tanto de trabajo como a largo plazo) y FE, integrando también la información correspondiente a estímulos sensoriales, como la percepción y el procesamiento viso-espacial (Israel, Jolicoeur & Cohen, 2016).

Todos estos componentes tienen el potencial de ser mejorados a través del entrenamiento dirigido y contribuyen a desarrollar otras respuestas, como el procesamiento y la velocidad de reacción. Por todo esto consideramos que la IJD aprovecha y administra de manera eficiente todas estas cualidades a través de los procesos neurocognitivos mencionados anteriormente (Kruger A, Du Plooy K, Kruger P. 2019)

Estamos de acuerdo con otros autores en que la IJ no es un concepto abstracto, sino que está arraigada en la actividad cerebral y tiene el potencial de ser entrenada y mejorada. Los informes que muestran cómo mejorar aspectos cognitivos específicos, como la memoria de trabajo, tuvieron un impacto en el aprendizaje de las habilidades motoras (Seidler et al., 2012), así como también la forma en que la capacitación de las habilidades perceptivas y cognitivas puede beneficiar tanto a los jugadores expertos como a los novatos. Legault y Faubert, (2012) sugieren que el entrenamiento deportivo puede convertirse en una herramienta importante para ayudar a desarrollar a un atleta de manera integral, combinando rasgos físicos con otros que comprenden la IJ.

El entrenamiento cognitivo debe incluirse en la preparación general de los deportistas, ya que se ha observado que los atletas de alto rendimiento desarrollan mejores habilidades de percepción y una capacidad de detección de la información relevante superior en el juego, en comparación con los atletas no expertos (Roca & Williams, 2016). Por ende, la investigación debe centrarse en la comprensión de las bases neurobiológicas que determinan la inteligencia de juego, así como la interacción de los procesos cognitivos con los programas de entrenamiento, ya que todo indica que el rendimiento deportivo mejora paralelamente al desarrollo de la IJ.

CONCLUSIONES

Las definiciones de IJ encontradas en la revisión bibliográfica no son suficientes y no presentan un consenso sobre la utilización de los componentes de la misma para ser aprovechados mediante el entrenamiento psicológico.

Presentamos en este artículo una nueva definición del concepto de IJD, tomada como la capacidad cognitiva para resolver situaciones de juego de manera precisa y eficiente a través de la correcta toma de decisiones en un entorno dinámico.

La nueva definición de IJD permite desarrollar planes de entrenamiento medibles y cuantificables para un mejor aprovechamiento, y de esta manera mayor potencialización de jugadores inteligentes con gran impacto en el rendimiento deportivo.

Es necesario seguir explorando en qué medida se pueden potencializar estos procesos neurocognitivos para mejorar este tipo de inteligencia y aumentar el rendimiento. Los programas específicos de entrenamiento cognitivo deben implementarse y combinarse con los programas tradicionales de entrenamiento como una preparación deportiva integral.

La nueva definición de IJD incluye elementos cognitivos claves basados en un marco neurobiológico, que resulta en un modelo que permite entender, medir y desarrollar la IJ y por lo tanto, aprovecharla para entrenar deportistas que desarrollen más sus talentos y cumplan sus objetivos.

IMPLICACIONES PRACTICAS

Los resultados obtenidos en esta revisión no son claros en cuanto a una definición de inteligencia de juego en el deporte, los diversos aspectos tomados como inteligentes hacen que la nueva definición clarifique desde el punto de vista cognitivo que es y que procesos intervienen en la inteligencia de juego del deportista; razón por la cual en la práctica se debe incluir en los entrenamientos los procesos cognitivos que influyen en la inteligencia de juego, de esta manera se logrará tener deportistas mejor entrenados para afrontar los desafíos que se les presenta en competencia.

REFERENCIAS

- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, A. M., & Mesquita, I. (2012). The perceptual cognitive processes underpinning skilled performance in volleyball: evidence from eye-movements and verbal reports of thinking involving an in situ representative task. *J Sports Sci Med*, 11(2), 339-345.
- Antonelli, F., & Salvini, A. (1982). *Psicología del deporte*. Valladolid: Miñón.
- Balk Y.A., De Jonge J., Oerlemans W.G., Geurts S.A. (2017). Testing the triple-match principle among Dutch elite athletes: A day-level study on sport demands, detachment and recovery. *Psychol. Sport Exerc.* 33:7–17. doi: 10.1016/j.psychsport.2017.07.006.
- Barris, S., & Button, C. (2008). A review of vision-based motion analysis in sport. *Sports Med*, 38(12), 1025-1043. [https://doi: 10.2165 / 00007256-200838120-00006](https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00006).
- Brown, C. H., Gould, D., & Foster, S. (2005). A framework for developing Contextual Intelligence (CI). *Sport Psychologist*, 19(1), 51-62. [https:// doi:10.1123 / tsp.19.1.51](https://doi.org/10.1123/tsp.19.1.51).
- Castro, D. Gaffney, C. Ramos, P., (2015). O Projeto Olímpico da Cidade do Rio de Janeiro: reflexões sobre os impactos dos megaeventos esportivos na perspectiva do direito à cidade”, *Anuario Mexicano de derecho Internacional*. <https://doi.org/10.5167/uzh-115002>.
- Cherniss, C., & Goleman, D. (2001). *The emotionally intelligent workplace: how to select for, measure, and improve emotional intelligence in individuals, groups, and organizations* (1st ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Coca Fernández, S. (1985). *Hombres para el fútbol: una aproximación humana al estudio psicológico del futbolista en competición*. Madrid: Gymnos.
- Dara, A. (2018). Desarrollo de las habilidades motrices de las personas con discapacidad intelectual a través del proceso cognitivo. *Artseduca*. N. 19 <http://dx.doi.org/10.6035/Artseduca.2018.19.10>
- Del Pino, J. M., Gómez, E., Moreno Ríos, S., Gálvez García, G., & Mula Pérez, F. J. (2009). Inteligencias múltiples y deporte. *Apunts. Educ. Fís. Deportes.*, 95, 5-13.
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Richart, H., & Lemmink, K. A. (2004). Development of the Tactical Skills Inventory for Sports. *Percept Mot Skills*, 99(3 Pt 1), 883-895. [https:// doi: 10.2466 / PMS.99.7.883-895](https://doi.org/10.2466/PMS.99.7.883-895).

- Elferink-Gemser MT, Faber IR, Visscher C, Hung TM, de Vries SJ, Nijhuis-Van der Sanden MWG. (2018). Higher-level cognitive functions in Dutch elite and sub-elite table tennis players. *PLoS One*. 2018;13(11):e0206151. doi:10.1371/journal.pone.0206151
- Fargier, P., Collet, C., Moran, A., & Massarelli, R. (2017). Inter-disciplinarity in sport sciences: The neuroscience example. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 42-50. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1207710>.
- Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Sci Rep*, 3, 1154. <https://doi.org/10.1038/srep01154>.
- Faubert, J., & Sidebottom, L. (2012). Perceptual-cognitive training of athletes. *J Clin Sport Psychol*, 6(1), 85-102. <https://doi.org/10.1123/jcsp.6.1.85>.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2016). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- García, S., Rodríguez, A., & Garzón, A. (2011). Conceptualización de inteligencia táctica en el fútbol: Consideraciones para el desarrollo de un instrumento de evaluación en campo desde las funciones ejecutivas. *Cuad. Psicol. Deporte.*, 11(1), 69-78.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gonaus, C. & Muller, E. (2012). Using physiological data to predict future career progression in 14- to 17-year-old Austrian soccer academy players. *Journal of Sports Sciences*, 30:15, 1673-1682, DOI: 10.1080/02640414.2012.713980
- Gonzalez, C. C., Billington, J., & Burke, M. R. (2016). The involvement of the fronto-parietal brain network in oculomotor sequence learning using fMRI. *Neuropsychologia*, 87, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.04.021>
- Ishihara T, Kuroda Y, Mizuno M. (2019). Competitive achievement may be predicted by executive functions in junior tennis players: An 18-month follow-up study. *J Sports Sci*. 37:755–761. doi: 10.1080/02640414.2018.1524738.
- Israel, M. M., Jolicoeur, P., & Cohen, A. (2016). Spatial attention across perception and action. *Psychol Res*. <https://doi.org/10.1007/s00426-016-0820-z>
- Kruger A, Du Plooy K, Kruger P. (2019). Differences in the neurocognitive profiles of professional and semi-professional male South African rugby union

- players. *Journal of Psychology in Africa*. 2019;29:172–175. doi: 10.1080/14330237.2019.1594634
- Legault, I., & Faubert, J. (2012). Perceptual-cognitive training improves biological motion perception: evidence for transferability of training in healthy aging. *Neuroreport*, 23(8), 469-473. [https:// doi: 10.1097 / wnr.0b013e328353e48a](https://doi.org/10.1097/wnr.0b013e328353e48a)
- Legg, S., & Hutter, M. (2007). Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence. *Minds & Machines* 17(4), 391–444. [https:// doi: 10.1007 / s11023-007-9079-x](https://doi.org/10.1007/s11023-007-9079-x)
- Lennartsson Liang, P., Jia, X., Taatgen, N. A., Borst, J. P., & Li, K. (2015). Activity in the fronto-parietal network indicates numerical inductive reasoning beyond calculation: An fMRI study combined with a cognitive model. *Sci Rep*, 6, 25976. [https:// doi: 10.1038 / srep25976](https://doi.org/10.1038/srep25976)
- Liao KF, Meng FW, Chen YL (2017). The relationship between action inhibition and athletic performance in elite badminton players and non-athletes. *Journal of human sport and exercise*. 2017;12:574–581. doi: 10.14198/jhse.2017.123.02
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. (2009) The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*, 6(7): e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol*, 29(4), 457-478. [https:// doi: 10.1123 / jsep.29.4.457](https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457)
- Memmert, D., & Perl, J. (2005). Game Intelligence Analysis by Means of a Combination of Variance-Analysis and Neural Networks. *Int J Comp Sci Sport*, 4(1), 29-39.
- Memmert, D. (2010). Testing of tactical performance in youth elite soccer. *J Sports Sci Med*, 9(2), 199-205.
- O'Connell, R. G., Bellgrove, M. A., Dockree, P. M., Lau, A., Fitzgerald, M., & Robertson, I. H. (2008). Self-Alert Training: volitional modulation of autonomic arousal improves sustained attention. *Neuropsychologia*, 46(5), 1379-1390. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.018>
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the Interaction between Different Perceptual-Cognitive Skills: Implications for Testing and Training. *Front Psychol*, 7, 792. [https:// DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00792](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00792).

- Ruiz, L. M., Palomo, M., Garcia, V., Navia, J. A., & Miñano, J. (2014). Contextual intelligence and expertise in soccer. *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte*, 54(14), 307-317.
- Saies E., Arribas-Galarraga S., Cecchini J.A., Luis-De-Cos I., Otaegi O. (2014). Diferencias en orientación de meta, motivación autodeterminada, inteligencia emocional y satisfacción con los resultados deportivos entre piragüistas expertos y novatos. *Cuad. Psicol. Deport*;14:21–30. doi: 10.4321/S1578-84232014000300003.
- Sakamoto S, Takeuchi H, Ihara N, Ligao B, Suzukawa K. (2018). Possible requirement of executive functions for high performance in soccer. *PLoS One*. 13:e0201871. doi: 10.1371/journal.pone.0201871.
- Salovey P., Grewal D. (2005). The science of emotional intelligence. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 2005;14:281–285. doi: 10.1111/j.0963-7214.2005.00381.x
- Seidler, R. D., Bo, J., & Anguera, J. A. (2012). Neurocognitive contributions to motor skill learning: the role of working memory. *J Mot Behav*, 44(6), 445-453. [https://doi: 10.1080 / 00222895.2012.672348](https://doi.org/10.1080/00222895.2012.672348)
- Sternberg, R. J. (2000a). *Handbook of intelligence*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2000b). *Practical intelligence in everyday life*. Cambridge, U.K. ; New York: Cambridge University Press.
- Stuss, D., Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research Psychologische Forschung* **63**, 289–298. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>
- Terenzini, P. T. (1993). On the nature of institutional research and the knowledge and skills it requires. *Res High Educ*, 34(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/00220679308943111>
- Tigner, R. B., & Tigner, S. S. (2000). Triarchic theories of intelligence: Aristotle and Sternberg. *Hist Psychol*, 3(2), 168-176. <https://doi.org/10.1037/1093-4510.3.2.168>
- Tirapu-Ustarroz, J., Munoz-Cespedes, J. M., & Pelegrin-Valero, C. (2002). Executive functions: the need for the integration of concepts. *Rev Neurol*, 34(7), 673-685. [https:// DOI: https://doi.org/10.33588/rn.3407.2001311](https://doi.org/10.33588/rn.3407.2001311)
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *J Sports Sci*, 30(15), 1719-1726. [https:// doi: 10.1080 / 02640414.2012.731515](https://doi.org/10.1080/02640414.2012.731515)

- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLoS One*, 7(4), e34731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>
- Vestberg T, Reinebo G, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS One*. 2017;12:e0170845. doi: 10.1371/journal.pone.0170845
- Vestberg, T., Jafari, R., Almeida, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2020). Level of play and coach-rated game intelligence are related to performance on design fluency in elite soccer players. *Scientific reports*, 10(1), 9852. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66180-w>
- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *Int Rev Sport Exerc Psychol*, 1(1), 4-18. <https://doi.org/10.1080/17509840701836867>
- William P. Meehan, III, MD,a,b,c Pierre d'Hemecourt, MD,a,c (2012). Computerized Neurocognitive Testing for the Management of Sport-Related Concussions. *Pediatrics*, Vol (129) 38-44. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1972>

Modelo para entrenamiento de inteligencia de juego

MODELO PARA ENTRENAMIENTO DE LA INTELIGENCIA DE JUEGO

José A. Calderón¹, Rafael M. Gutiérrez²,
Rodrigo E. González-Reyes^{3,4}

1. Doctorado en Ciencia Aplicada, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
2. Centro de investigación en ciencias básicas y aplicadas (CICBA), Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
3. Grupo de Investigación en Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
4. Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, GI en Neurociencias-NeURos, Bogotá, Colombia

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio fue implementar un modelo para el diagnóstico, desarrollo e incremento de habilidades cognitivas que proporciona un método estructurado en cuanto a actividades y procesos que interactúan y permiten mejorar las habilidades cognitivas relevantes en las áreas del deporte. **Metodología:** Para esto se realizó una investigación con 40 jugadores de fútbol (hombres) entre las edades de 14 a 17 años de categoría pre juvenil y juvenil del Club Atlético Galicia de la ciudad de Ibagué. La población se dividió en dos grupos de 20 jugadores: grupo control y grupo experimental, a los cuales les fue aplicada la batería de pruebas (Tarjetas de Wisconsin (WCST), Test de Stroop, Figura compleja de Rey, Trail Making Test (TMT), Iowa Gambling Task (IGT)); y al segundo grupo adicionalmente, se le implementó el modelo neurocognitivo. Los resultados se analizaron mediante análisis de medias y de componentes principales, fue utilizado el paquete estadístico SPSS versión 22. **Resultados:** Un alto porcentaje de los procesos cognitivos evaluados (atención, memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento) mostraron un incremento significativo. **Conclusiones:** En esta investigación se ha comprobado que el modelo neurocognitivo diseñado, mejora en gran medida los procesos cognitivos en deportistas, llevándolos a incrementar su desempeño y por ende a convertirse en jugadores más inteligentes en el campo de juego.

Palabras clave: Inteligencia de juego, Modelo cognitivo, Rendimiento deportivo

Introducción

Las investigaciones de los procesos cognitivos (PC) en el deporte han venido en aumento en la última década, sus resultados muestran la influencia de la actividad física en el desarrollo de las diferentes áreas y en los PC básicos (Hillman et al., 2008; Voelcker-Rehage et al, 2011), también se evidencia el impacto de estos procesos en el rendimiento deportivo (Voss & Kramer, 2010; Mann et al. 2007). Investigaciones como las de Heppe, Kohler, Fleddermann, Zentgraf, 2016 y Faubert, 2013, hasta el momento muestran que los jugadores considerados expertos con relación a los no expertos cuentan con mejores respuestas a los estímulos perceptivos, siendo más precisos y teniendo mejor tiempo de reacción, mejor búsqueda visual y atención distribuida. En estos estudios se ha dejado claro que influyen factores como el tipo de deporte, la modalidad de presentación del estímulo, los tiempos de entrenamiento cognitivo se han establecido en un promedio de 12 minutos por sesión durante dos o tres veces por semana en jugadores amateur y cinco veces por semana en jugadores elite, y se ha determinado la relación entre el nivel de conocimientos del deporte y habilidades perceptivo-cognitivas (Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007).

De esta manera se ha demostrado que el ejercicio físico mejora los PC y el entrenamiento de estos a su vez mejoran el rendimiento deportivo (Tang & Posner, 2009), una evidencia de ello, es la correlación positiva entre la práctica de actividad física y el mejoramiento en el desempeño de la memoria (Marchetti et al, 2015; Karbach & Verhaeghen, 2014). Se observa entonces que el ejercicio físico y el entrenamiento cognitivo están interrelacionados en los deportistas de elite, especialmente en los deportes interactivos y de combate (Vestberg T, Reinebo G, Maurex L, Ingvar M, Petrovic, P. 2017).

Tal es el caso de la percepción, donde están presentes tanto el procesamiento de abajo a arriba (información que se incorpora a través de los órganos de los sentidos) y arriba abajo (información procesada en el cerebro) que participa en las decisiones de las demandas cognitivas observadas en los deportes de pelota, que incluyen habilidades perceptivas y decisivas (Raab, 2014). Al mejorar aspectos cognitivos mediante tareas en juegos deportivos como la toma de decisiones, se pueden correlacionar con otros aspectos cognitivos como la planificación y la inhibición, lo que indica que estas habilidades no son absolutamente ligadas

al contexto deportivo y puede ocurrir una transferencia de habilidades cognitivas entre las diferentes tareas (Dahlin, et al., 2008; Jaeggi et al, 2008).

Los estudios relacionan significativamente las habilidades cognitivas y la experiencia deportiva (Voss et al 2010), observando que los jugadores de alto nivel tienen mejores funciones ejecutivas en comparación con los jugadores de bajo nivel. Además, se ha determinado que aquellos jugadores que habían tenido alto rendimiento en una prueba que evalúa funciones ejecutivas (FE), dos años más tarde tuvieron una tendencia a conseguir éxito en el fútbol, por lo que se considera que esta es una forma de predecir lo que puede lograr un jugador posteriormente a partir de la evaluación de estos procesos (Vestberg, et al 2012).

Estudios en el deporte como el de Verburgh (2014), han demostrado que, en el fútbol, los jugadores talentosos superaran a los jugadores aficionados en la inhibición motora y la capacidad para mantener la atención en una prueba de FE. Resultados similares se han encontrado en otros deportes diferentes al fútbol, como es el caso de voleibol (Alves et al, 2013) donde compararon jugadores de elite con jugadores no activos en pruebas de control ejecutivo, memoria y atención visoespacial, concluyendo que hay un mejor desempeño tanto en las tareas de control ejecutivo como en las tareas de procesamiento atencional visoespacial en jugadores de élite.

Algo similar se encontró en jugadores de bádminton y personas no deportistas, al comparar registros encefalográficos de tiempo - frecuencia actividad, mientras realizaban una actividad que involucraba atención visoespacial y memoria de trabajo, los deportistas presentaron mayores modulaciones de trabajo inducido en onda cerebral asociado con mejor rendimiento (Wang et al, 2015). Otro estudio ha puesto en evidencia mejor velocidad del procesamiento de la información en los tiempos de respuesta de los deportistas, esto indica que la transmisión de señal es más rápida en las vías visuales, lo que genera tiempos de respuesta más cortos en los deportistas a diferencia de los no deportistas (Zwierkao, et al 2010) y no solo en tareas de tiempos de reacción simple, sino también cuando se trata de elecciones más complejas en el deporte (Heirani et al, 2012; Piras et al, 2014).

Teniendo en cuenta la evidencia presentada en los estudios mencionados, se sugiere que los procesos cognitivos deben incluirse en el entrenamiento deportivo. Esta aproximación se ha empezado a utilizar aprovechando los avances tecnológicos como un

medio para mejorar la función de la cognición y el cerebro (Voss, 2010) y posteriormente mediante simulaciones representadas a través de realidad virtual (Broadbent et al, 2015).

Es evidente que se ha avanzado en investigaciones sobre los PC en el deporte, sin embargo, se observa la carencia de investigaciones sobre su influencia en el desarrollo de la inteligencia de juego en deportistas, inteligencia que hemos definido como la capacidad cognitiva para resolver situaciones que plantea el deporte mediante la toma de decisiones acertadas, de forma dinámica, eficaz y rápida, producto del resultado de la interacción de procesos cognitivos específicos como (la percepción, la atención, la memoria, las funciones ejecutivas, la velocidad del procesamiento de la información y la toma de decisiones), que llevan a un comportamiento adaptativo dirigido a comprender, evaluar y tomar decisiones acertadas en el menor tiempo posible en el campo de juego.

Claramente se plantea la necesidad existente de desarrollar un modelo que permitan diseñar e implementar métodos que ayuden a los deportistas a optimizar sus capacidades deportivas, mediante el entrenamiento de procesos cognitivos y el desarrollo de la inteligencia de juego. Es por esto que, en este artículo se da a conocer un modelo del funcionamiento e interrelación de los procesos cognitivos implicados en la inteligencia de juego, para este fin se propone considerar los componentes antes mencionados como los más importantes a desarrollar en los deportistas desde el punto de vista de la cognición para mejorar el rendimiento y la inteligencia de juego, explicado mediante la teoría de redes.

Método

El presente modelo permite cuantificar la Inteligencia de juego (IJ) a partir de mediciones de funciones cognitivas, mediante pruebas neuropsicológicas estandarizadas. Inicialmente se consideraron algunos aspectos como: La inteligencia de juego está determinada por la interacción de cinco funciones cognitivas siendo estas: F_{c1} Funciones ejecutivas, F_{c2} Memoria, F_{c3} Atención, F_{c4} Velocidad de procesamiento, F_{c5} Toma de decisiones. El segundo aspecto fue que las funciones cognitivas son medibles mediante pruebas estandarizadas. Un tercer aspecto es que el desarrollo de una función cognitiva necesita de la intervención de las otras cuatro funciones cognitivas. Por último la construcción de una función cognitiva requiere del aporte de las otras funciones cognitivas, ese aporte puede ser diferente para cada función cognitiva.

1. Definición del modelo

De acuerdo con los aspectos antes planteados, un modelo de IJ debe: Incorporar mediciones de funciones cognitivas. según aspectos uno y dos. Considerar inter-relaciones entre las funciones cognitivas. Según aspecto uno. Considerar la inter-dependencia de las funciones cognitivas. Según aspectos tres y cuatro.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores es posible plantear el modelo de IJ: como un modelo de grafo orientado para representar la interacción entre las funciones cognitivas, el modelo de Inteligencia de juego (IJ) utiliza medidas del grafo para definir la IJ.

2. Descripción del modelo neurocognitivo

El modelo neurocognitivo de la inteligencia de juego (IJ) permite definirla científicamente y poder medirla de forma práctica y precisa. Permitiendo diagnosticar y aumentar la IJ de la cual depende en gran parte el rendimiento del jugador.

2.1 El Modelo neurocognitivo es para todo jugador, está dado en términos de una red o grafo cuyos nodos representan las Áreas Estructurales (AE) del cerebro humano y los enlaces entre nodos están definidos por las Áreas Funcionales (AF) del cerebro, como se describe a continuación. En el modelo neurocognitivo, dentro del contexto de la teoría de la complejidad, la IJ es una cualidad emergente que surge de las interacciones de las diferentes partes del cerebro y se mide como una suma de diferentes medidas de red, M_i , donde i indica las cuatro (4) medidas de red utilizadas y VP corresponde a la Velocidad de Procesamiento como función cognitiva que favorece en general todas las demás funciones cognitivas que constituyen la IJ.

Formalmente la IJ teórica se expresa como:

$$IJ = VP \sum_{i=1}^4 M_i$$

Posterior al diseño de la fórmula de IJ, se analizaron los vínculos entre AE, para lo cual se creó una matriz de vínculos que permite apreciar las relaciones de un AE con todas las demás. Para completar la matriz fue necesario recopilar evidencia sobre las relaciones, estos vínculos

fueron validados y complementados con el trabajo de campo, y posteriormente se les asignó un peso según criterios que se explicarán posteriormente, esto permite utilizar diferentes métricas como: medidas de segregación la modularidad e integración, la Centralidad de un nodo que indica el camino más corto en el grafo. Grado medio, número de vecinos (conexiones a otros nodos), el cual indica cuál es la media de conexiones que tiene un nodo, de manera que se puede saber su popularidad. La longitud de medida, cuán fácil es llegar a los otros vértices, indica, por lo tanto, cómo de cerca queda ese influenciador para llegar a contactar con otros, esto permite saber la importancia de ese nodo dentro de la red de influencia para eventuales comunicaciones o relaciones con otros nodos. Coeficiente de agrupamiento, nivel de agrupamiento de los nodos, para saber cómo están cohesionados o integrados. (Ver tabla al final).

2.2 El Modelo empírico define la estructura de red constante para todo jugador y los pesos de los enlaces que son específicos de cada jugador. La red está definida por quince (15) nodos, n_1 a n_N donde $N=15$, y los enlaces, l_{ij} están definidos por los pares de nodos i y j que unen y que contribuyen a un Área Funcional; cuando tienen superíndice J significa el valor para el jugador J . Las cinco (5) Funciones Cognitivas que corresponden a las cinco (5) Áreas Funcionales, medidas para cada jugador con su correspondiente test, son la Velocidad del Procesamiento de la información (VP), que interviene como factor multiplicativo de la suma de las otras cuatro (4) Funciones Cognitivas (FC_i): FC_1 corresponde a Funciones Ejecutivas (FE), FC_2 corresponde a la Memoria (M), FC_3 corresponde a la Atención (A) y FC_4 correspondiendo a la Toma de decisiones (TD). En la tabla 1 se presentan las Áreas Funcionales con la Funciones Cognitivas que generan, los correspondientes test de medida y las Áreas Estructurales que las constituyen. Formalmente, el modelo empírico se expresa matemáticamente como:

$$l_{ij}^J = VP \sum_{i=1}^4 FC_i^J$$

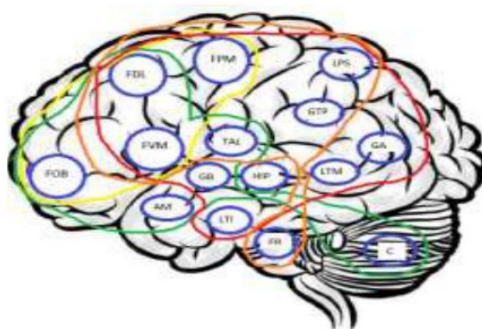
Estas funciones cognitivas están dadas por áreas estructurales del cerebro, estas funciones se pueden medir con pruebas neuropsicológicas altamente utilizadas por científicos en la neuropsicología. La FC₁ se evaluó con el test de las tarjetas de Wisconsin, FC₂ se evaluó con el test la figura Compleja de Rey, la FC₃ se evaluó con el Trail Making Test, la FC₄ se evaluó con el test IOWA.

Tabla 1. Funciones cognitivas y áreas estructurales

Test de medida		Función Cognitiva=Área Funcional	Áreas Estructurales
WSCT	→	FC ₁ ≡ FE	(FDL, FVM, FOR, FPR).
FR	→	FC ₂ ≡ M	(FDL, FVM, FPR LPS, CTP, TAL, HIP, GB, LTI, LTM, GA).
TMT	→	FC ₃ ≡ A	(FDL, FVM, LPS, CTP, TAL, FRA).
IOWA	→	FC ₄ ≡ TD	(FDL, FOB, FVM, GB, A, C).

Áreas Estructurales: Frontal dorso lateral (FDL), Frontal ventromedial (FVM), Frontal Orbitofrontal (FOR), Frontal Premotor (FPR), Lóbulo Parietal Posterior (LPS), Cíngulo Temporal Parietal (CTP), Tálamo (TAL), Hipocampo (HIP), Ganglios Basales (GB), Lóbulo Temporal Inferior (LTI), Lóbulo Temporal Medio (LTM), Giro Angular (GA), Formación Reticular Ascendente (FRA), Amígdala (A), cerebelo (C). (Ver cuadro de definiciones al final del documento).

Teniendo las áreas estructurales de cada proceso, se establecieron las áreas funcionales de cada función cognitiva



Grafica N. 1 Definición de las Áreas Funcionales (AF) del cerebro en términos de las Áreas Estructurales (AE) del mismo: AE encerradas en línea amarilla constituyen el AF de FE, en rojo M, naranja en A y en verde TD (ver Tabla 1). Se observa cómo algunas AE intervienen en más de una AF aunque todas las AE siguen siendo muy importantes para el funcionamiento global.

Construcción de la red o grafo

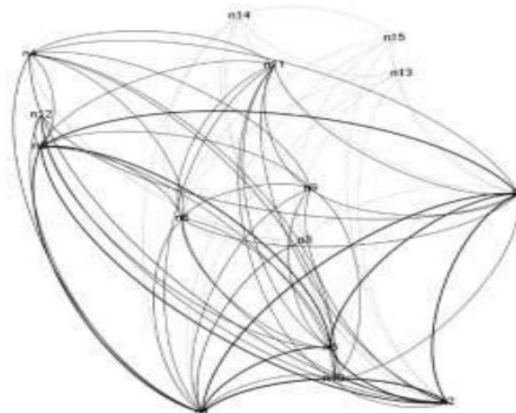
La estructuración del cerebro en términos de AF o FC y AE permite representar el cerebro y sus FC medibles por medio de test estandarizados, en términos de una red o grafo donde los nodos son las 15 AE y los enlaces entre pares de nodos n_i, n_j denotados, existen cuando las correspondientes AE pertenecen a una misma AF; de acuerdo a la gráfica 1, esto define solo $N_{ef}=73$ de $N=105$ enlaces posibles como se indica en la gráfica 2.

$l_{ij}; l_i = j = 0$, no se presenta conexión del nodo con él mismo, no hay enlace de bucle.

$l_{ij} = l_{ji}$, enlaces no direccionales

Tabla 2. Enlaces entre los nodos de la red de un jugador específico

FDL	FVM	FOR	FPR	LPS	GTP	TAL	HIP	LTI	LTM	GA	FR	AM	C	GB
1.2	2.3	3.4	4.5	5.6	6.7	7.8	8.9	9.10	10.11	0	0	13.14	14.15	0
1.3	2.4	0	4.6	5.7	6.8	7.9	8.10	9.11	0	0	0	13.15		
1.4	2.5	0	4.7	5.8	6.9	7.10	8.11	0	0	0	0			
1.5	2.6	3.7	4.8	5.9	6.10	7.11	0	0	0	0				
1.6	2.7	3.8	4.9	5.10	6.11	7.12	8.13	0	0					
1.7	2.8	0	4.10	5.11	6.12	7.13	8.14	0						
1.8	2.9	0	4.11	5.12	0	7.14	8.15							
1.9	2.10	0	0	0	0	7.15								
1.10	2.11	0	0	0	0									
1.11	2.12	3.13	0	0										
1.12	2.13	3.14	0											
1.13	2.14	3.15												
1.14	2.15													
1.15														



Grafica 2. Red o grafo de un jugador con 15 nodos y solo los $N_{ef}=73$ enlaces de los $N=105$ posibles según modelo neurocognitivo.

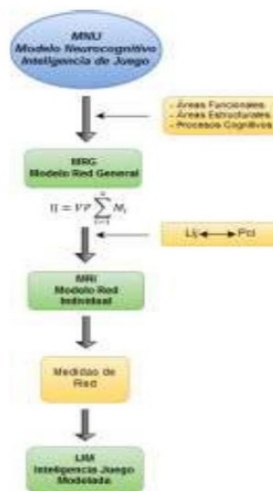
Para medir el peso o intensidad de cada enlace, lo que caracteriza a cada jugador, se mide cada FC con su correspondiente test estándar para llenar el formato indicado a continuación.

$FC_i^J \equiv$ Función cognitiva medida para cada $J=1, \dots, 15$.

$FC1^J$	$FC2^J$	$FC3^J$	$FC4^J$	VP^J

El peso del enlace l_{ij} para un jugador J se calcula con la suma de los valores medidos para dicho jugador de las 4 FC_i donde se encuentre el correspondiente enlace, es decir, los dos nodos conectados o las AE que contribuyen al AF o FC; si el enlace no hace parte de una FC_i particular, el valor de la medida que corresponde al jugador J no contribuye a la suma; finalmente se multiplica por VP por lo que se explicó anteriormente.

Una vez obtenidos los pesos de la red para un jugador se puede calcular su IJ emergente del grafo de acuerdo a las medidas que dieron los test de las 5 FC y con el modelo teórico en términos de las 4 medidas de red M_i .



Grafica 3. Modelo Neurocognitivo de Inteligencia de Juego

Posteriormente, para comprobar la efectividad del modelo de inteligencia de juego se realizó una investigación con 44 jugadores de fútbol (hombres) entre las edades de 14 a 17 años de categoría pre juvenil y juvenil del Club Atlético Galicia de la ciudad de Ibagué. La población se dividió en dos grupos de 20 jugadores: grupo control y grupo experimental, a los cuales les fue aplicada la batería de pruebas y al segundo grupo adicionalmente, se le aplicó el programa de entrenamiento de procesos cognitivos. Para la obtención de la información de los procesos cognitivos fueron utilizadas las pruebas: Tarjetas de Wisconsin, Test de Stroop, Figura compleja de Rey, Trail Making Test A y B y el Iowa Gambling Task (IGT), test neuropsicológicos altamente empleadas en investigaciones a nivel mundial, seleccionadas por contar con baremos para la población colombiana, lo que permitió mayor confiabilidad y validez de los resultados (Arango, 2015).

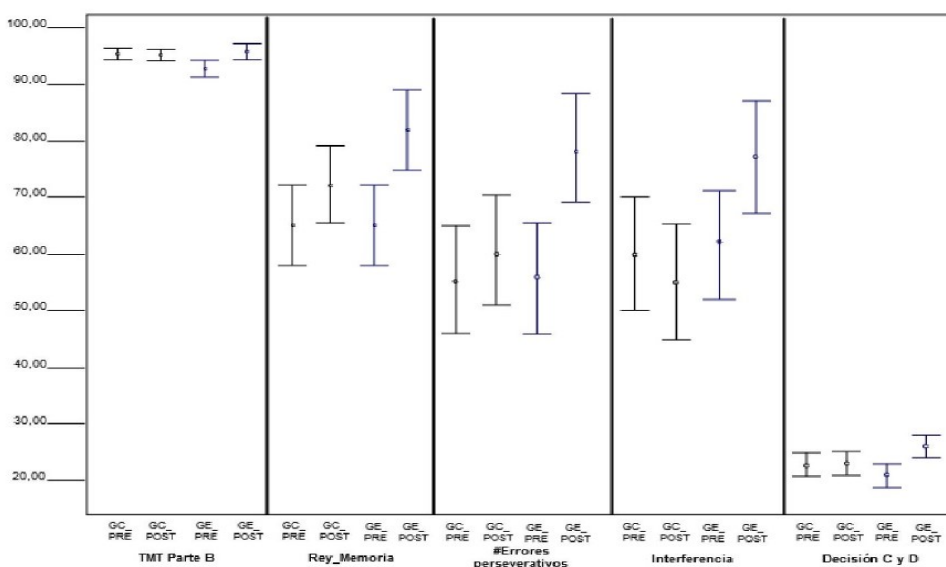
El procedimiento se llevó a cabo en tres fases: fase inicial de mediciones pre-test a los dos grupos (Control y Experimental), luego la fase de intervención, en la cual se realizó el entrenamiento al grupo experimental y por último la fase de evaluación post-test.

El análisis estadístico se realizó mediante análisis de medias y un análisis de componentes principales que permite la proyección según los datos, que quedan mejor representados en términos de mínimos cuadrados, este análisis permite realizar una exploración de datos y construir modelos predictivos. Para este análisis

fue utilizando el paquete estadístico SPSS versión 22, se realizó

Resultados

En la gráfica se muestra el desempeño de la población evaluada de acuerdo al grupo al que pertenece en pruebas neuropsicológicas, que evalúan procesos cognitivos como la atención (Trail Making Test), la memoria (Figura compleja de Rey), las funciones ejecutivas (Test de clasificación de Tarjetas de Wisconsin), la velocidad de procesamiento (Test de Stroop), y la toma de decisiones (Iowa Gambling Task).



Grafica 4. Esta grafica corresponde a los resultados obtenidos en la evaluación pre-test y la fase de pos-test de los dos grupos: Grupo Control (GC) y Grupo Experimental (GE).

Los resultados de la subprueba Trail Making Test parte B, permiten observar el rendimiento en habilidades como la atención compleja, el escaneo visual y la planificación. Los datos de esta prueba indican que los participantes del grupo control obtuvieron un mejor desempeño en esta subprueba respecto a los participantes del grupo experimental en el pre-test y que lo mantuvieron con una mínima disminución en el post-test; a diferencia del grupo experimental que obtuvo resultados inferiores en el pre-test, no obstante, este grupo mostró un aumento en la eficacia con una diferencia estadísticamente significativa en el post-test.

En la figura compleja de rey, se tomó la evocación como dato representativo de medición de la memoria. Los resultados indican un desempeño homogéneo en habilidades viso-espaciales, memoria, planificación y memoria de trabajo en los dos grupos en la evaluación pre-test con medias de 65,77 para el grupo control y 65,75 para el grupo experimental. Sin embargo, en la evaluación de post-test a pesar que se observa un mejor rendimiento en los dos grupos, es el grupo experimental el que muestra un aumento significativo a nivel estadístico (pre-test= 65,75 vs post-test= 78,20).

En la prueba de Wisconsin, tomando los errores perseverativos como el dato más relevante para la medición de la planificación y flexibilidad cognitiva, los resultados observados indican que el grupo control obtuvo una mínima disminución en la cantidad de errores perseverativos cometidos en el pre-test (55,9), respecto al post-test (60,85), evidenciando que se mantienen las dificultades para modificar las estrategias cognitivas en función de los cambios que se producen en el ambiente. El grupo experimental en el pre-test (56,05), igualmente mostró un resultado deficiente, sin embargo, tras el entrenamiento cognitivo implementado y evaluado en el post-test (78,85) se evidencia una diferencia estadísticamente significativa que da cuenta de una mayor habilidad de modificación estrategias cognitivas en función de un incremento importante en la flexibilidad cognitiva.

La interferencia del Stroop, subprueba que evalúa la velocidad de procesamiento e inhibición cognitiva de respuestas automáticas (Milham, Banich, & Barad, 2003), evaluada en los dos grupos, mostró una disminución en el grupo control en el post-test (55,25) respecto a la primera evaluación (60,25). En el grupo experimental pese a no ser significativa esta diferencia, si hubo un incremento valioso pasando de 62,80 a 77,60.

En el caso del test de Iowa, se tomó la decisión C y D como la medida de la mejor decisión de acuerdo a la estructura del test; allí en el grupo control se observaron cambios en la media central de 60,25 a 55,25 entre pre y post-test respectivamente, por su parte, el grupo experimental en esta prueba paso de una media de 23,35 a 23,55; observando poco incremento en la toma de decisiones.

Medidas de red

A través del grafo estructurado previamente, estos resultados nos permitieron realizar medidas de red para determinar la inteligencia de juego; medidas que generalmente se basan en las propiedades básicas de la conectividad de red y que a su vez detectan diversos aspectos de la integración funcional y la segregación, como el modularidad, la centralidad, el grado medio con pesos y la longitud media de caminos, que permiten cuantificar la importancia de las regiones cerebrales individuales.

El aumento en las estadísticas de los resultados de los procesos cognitivos implicados en la inteligencia de juego, permitió observar un aumento en las diferentes medidas de red,

dentro de ellas el modularidad, definida como la principal de las medidas de segregación de red. En el caso de la centralidad se observó que en estos jugadores mejoró la capacidad de combinar rápidamente información especializada entre las diferentes regiones representadas en nodos.

Este análisis también permitió explorar las relaciones de conectividad en jugadores de manera individual y grupal, lo que permite realizar una comparación de redes que arroja información a nivel tanto estructural como funcional. Adicionalmente, fueron tomados los grados medios con pesos, que permiten hacer una interpretación neurobiológica directa, presumiendo que los nodos con un alto grado, están interactuando estructural o funcionalmente con muchos otros nodos en la red.

Discusión y conclusiones

Es importante tener en cuenta que, aunque se cree que la inteligencia de juego en el deporte y especialmente en los deportes de equipo es algo incomprensible (Lennartsson, Lidström, & Lindberg, 2015), siendo más fácil explicarlo desde una buena habilidad técnica, fuerza, agilidad o resistencia, sin ahondar en los componentes de la inteligencia de juego; consideramos que utilizando la definición de inteligencia de juego propuesta y mediante el modelo planteado se puede dar una explicación que permite plantear el entrenamiento de los componentes con el propósito de mejorar el rendimiento deportivo de los futbolistas haciéndolos más inteligentes.

El modelo para entrenamiento de la inteligencia de juego en deportistas implementado y evaluado mostró diferencias estadísticamente significativas en el Post-test respecto al pre-test que da cuenta de una mayor habilidad de atención compleja, escaneo visual, habilidades viso-espaciales, planificación, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, entre otras, al igual que un incremento importante en la velocidad de procesamiento en el grupo experimental.

La mayoría de los procesos cognitivos evaluados (atención, memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento) mostraron un incremento significativo, a excepción de la toma de decisiones, cuyos resultados evidenciaron un incremento bajo; planteando la

necesidad de aumentar el tiempo de entrenamiento cognitivo y mantenerlo enriquecido de las demandas propias del deporte.

En esta investigación se ha comprobado que el modelo neurocognitivo diseñado, mejora en gran medida las funciones cognitivas en deportistas, llevándolos a incrementar su desempeño y por ende convertirse en jugadores más inteligentes en el campo de juego.

Referencias

- Alves, H., Voss, MW, Bota, WR, Deslandes, A., Cossich, V., Salles, JI, et al. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Front. Psychol.* 04:36. doi: 10.3389 / fpsyg.2013.00036.
- Amodio, P., Wenin, H., del Piccolo, F., Mapelli, D., Montagnese, S., Pellegrini, A., ... & Umiltà, C. (2002). Variability of trail making test, symbol digit test and line trait test in normal people. A normative study taking into account age-dependent decline and sociobiological variables. *Aging clinical and experimental research*, 14(2), 117-131.
- Arango, J.C. Rivera, D. (2015). Neuropsicología en Colombia: Datos normativos, estado actual y retos a future. Manizalez. Editorial Universidad Autonoma de Manizalez.
- Bechara, A., Damásio, A. R., Damásio, H., Anderson, S. W. (1994). "Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex". *Cognition*. 50 (1-3): 7-15. doi:10.1016/0010-0277(94)90018-3
- Broadbent, DP, Causante, J., Williams, AM, y Ford, PR (2015). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field: Future research directions. *Eur. J. Sport Sci.* 15, 322-331. doi: 10.1080 17461391 / . 2014.957727.
- Dahlin, E., Neely, AS, Larsson, A., Bäckman, L., y Nyberg, L. (2008). Transfer of learning after updating training mediated by the striatum. *Science* 320, 1510-1512. doi: 10.1126 / science.1155466.
- Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes . *Sci. Rep.* 3: 1154. doi: 10.1038 / srep01154.
- Fischer, J. & Loring, D. (2004). Construction. En Lezak, M. D. (Ed.). (2004). *Neuropsychological assessment*. (pp. 531-568). Oxford university press.

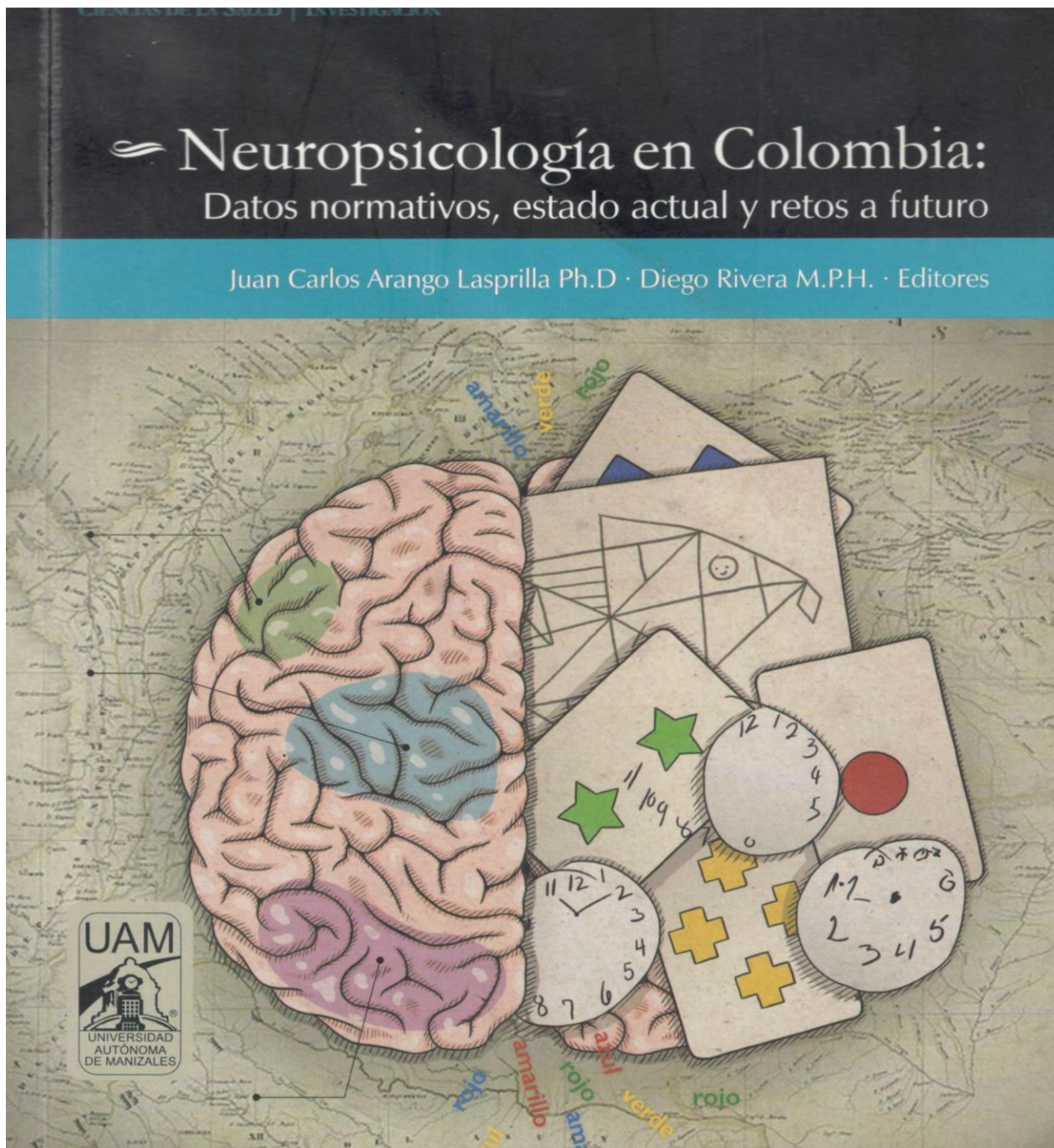
- Flores-lázaro, J. C., & Jiménez-miramonte, R. E. C. N. a. (2014). Desarrollo de funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud Introducción. Universidad de Murcia, *anales de psicología*, vol. 30, 463–473. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>.
- Golden, J. (1975). *Test de Colores y Palabras Stroop*. Madrid España: TEA ediciones.
- Heirani, A., VaziniTaher, A., Soori, Z., y Rahmani, M. (2012). Relationship Between Choice Reaction Time and Expertise in Team and Individual sports: A Gender Differences Approach. *Aust. J. Basic. Appl Sci.* 6, 344-348.
- Heppe, H., Kohler, A., Fleddermann, M.-T., & Zentgraf, K. (2016). The Relationship between Expertise in Sports, Visuospatial, and Basic Cognitive Skills. *Frontiers in Psychology*, 7(June), 1–14. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.0090>
- Hillman, CH, Erickson, KI, y Kramer, AF (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 9, 58-65. doi: 10.1038 / nrn2298
- Jaeggi, SM, Buschkuhl, M., Jonides, J., y Perrig, WJ (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proc. Natl. Acad. Sci. EE.UU.* 105, 6.829-6.833. doi: 10.1073 / pnas.0801268105
- Karbach, J., and Verhaeghen, P. (2014). Making working memory work: a meta- analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychol. Sci.* 25, 2027–2037. doi: 10.1177/0956797614548725
- Lennartsson, J., Lidström, N., & Lindberg, C. (2015). Game intelligence in team sports. *PLoS ONE*, 10(5), 1–28. journal. [pone.0125453](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125453)
- Logan, G. D., Zbrodoff, N. J., & Williamson, J. (1984). Strategies in the color – word Stroop task. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22(2), 135-138.
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis, 457–478.
- Marchetti, R., Forte, R., Borzacchini, M., Vazou, S., Tomporowski, P. D., and Pesce, C. (2015). Physical and motor fitness, sport skills and executive function in adolescents: a moderated prediction model. *Psychology* 6, 1915–1929. doi: 10.4236/psych.2015.614189

- Milham, M. P., Banich, M. T. & Barad, V. (2003). Competition for priority in processing increases prefrontal cortex involvement in top-down: an event-related Fmri study of the stroop task. *Cognitive Brain research*, 17(2), 212222
- Piras, A., Lobietti, R., and Squatrito, S. (2014). Response time, visual search strategy, and anticipatory skills in volleyball players. *J. Ophthalmol.* 4, 1–10. doi: 10.1155/2014/189268
- Raab, M. (2014). SMART-ER: a situation model of anticipated response consequences in tactical decisions in skill acquisition - extended and revised. *Front. Psychol.* 5:1533. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01533
- Rey, A. (2009). Test de copia y de reproducción de memoria de figuras geométricas: Manual. Madrid, España: TEA Ediciones.
- Schretlen, D. J., Cascella, N. G., Meyer, S. M., Kingery, L. R., Testa, S. M., Munro, C. A., ... & Pearlson, G. D. (2007). Neuropsychological functioning in bipolar disorder and schizophrenia. *Biological psychiatry*, 62(2), 179-186.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. Oxford University Press.
- Tang, Y. y Posner, MI. (2009). Attention training and attention state training. *Cogn. Sci.* 13, 222-227. doi: 10.1016 / j. tics.2009.01.009
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M. P., Van Breukelen, G. J., & Jolles, J. (2006). The stroop color-word test: Influence of age, sex and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assesment*, 13, 62-79.
- Verburgh, L., Scherder, EJA, van Lange, PAM, Oosterlaan, J., y Perales, JC (2014). Executive Functioning in Highly Talented Soccer Players. *PLoS ONE* 9: e91254. doi: 10.1371 / journal. pone.0091254
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., Petrovic, P. (2017) Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE* 12(2): e0170845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>

- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., Petrovic, P. y García, AV (2012). Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. *PLoS ONE* 7: e34731. doi: 10.1371 / journal. pone.0034731
- Voelcker-Rehage, C., Gödde, B., y Staudinger, UM (2011). Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Front. Hum. Neurosci* 5:26. doi: 10.3389 / fnhum.2011.00026
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S. and Roberts, B. (2010), Are expert athletes ‘expert’ in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Appl. Cognit. Psychol.*, 24: 812–826. doi:10.1002/acp.1588.
- Wang, C.-H., Tsai, C.-L., Tu, K.-C., Muggleton, NG, Juan, C.-H., y Liang, W.-K. (2015). Modulation of Brain Oscillations during Fundamental Visuo-spatial Processing: A Comparison between Female Collegiate Badminton Players and Sedentary Controls. *Psychol. Sport and Exercise*. 16, 121-129. doi: 10.1016 / j. psychsport.2014.10.003
- Zwierko, T., Osinski, W., Lubinski, W., Czepita, D., y Florkiewicz, B. (2010). Speed of Visual Sensorimotor Processes and Conductivity of Visual Pathway in Volleyball Players. . *J. Tararear. . Kinet* 23, 21-27. doi: 10.2478 / v10078-010-0003-8.

Capítulos de Libro

Neuropsicología en Colombia: Datos normativos, estado actual y retos al futuro



Colaboradores

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D.
Departamento de Psicología.
Universidad del Norte; Barranquilla, Colombia.

Edgar Ricardo Valdivia Tangarife, BS.
Facultad de Salud.
Universidad Surcolombiana; Neiva, Colombia.

Gina Paola Vergara Torres, Msc.
Facultad de Psicología.
Universidad Antonio Nariño; Ibagué, Colombia.

Helmer Chacón Peralta, Msc.
Facultad de Psicología.
Universidad Antonio Nariño; Ibagué, Colombia.

Ivan Panyavin, Msc.
Departamento de Psicología y Educación.
Universidad de Deusto; Bilbao, España.

Javier Mauricio Medina Salcedo, MD.
Laboratorio de neurofisiología.
Universidad Autónoma de Manizales; Manizales, Colombia.

Joan Guàrdia-Olmos, Ph.D.
Departament de Metodologia de les Ciències del Comportament.
Facultat de Psicologia. Institut de Recerca en Cervell, Cognició i
Conducta. Universitat de Barcelona. España.

José Amilkar Calderón Chagualá, Msc.

Facultad de Psicología.

Universidad Antonio Nariño; Ibagué, Colombia.

Colegio Colombiano de Psicólogos.

Juan Esteban Lozano Plaza, BS.

Facultad de Salud.

Universidad Surcolombiana; Neiva, Colombia.

Laiene Olabarrieta Landa, BS.

Departamento de Psicología y Educación,

Universidad de Deusto; Bilbao, España.

Luisa Fernanda Méndez Ramírez, Msc.

Laboratorio de neurofisiología.

Universidad Autónoma de Manizales. Manizales, Colombia.

María Angélica Segura Durán, BS.

Facultad de Salud.

Universidad Surcolombiana; Neiva, Colombia.

María Cristina Quijano M., Msc.

Departamento de Ciencias Sociales.

Pontificia Universidad Javeriana; Cali, Colombia.

María Teresa Cuervo Cuesta, Esp.

Departamento de Ciencias Sociales.

Pontificia Universidad Javeriana; Cali, Colombia.

Maribel Però-Cebollero, Ph.D.

Departament de Metodologia de les Ciències del Comportament.

Facultat de Psicologia. Institut de Recerca en Cervell, Cognició i Conducta.

Universitat de Barcelona. España.

Melissa Alejandra Rodríguez Díaz, Msc.

Departamento de Psicología.

Universidad del Norte; Barranquilla, Colombia.

III. Datos Normativos del Test de Copia y de Reproducción de Memoria de la Figura Geométrica Compleja de Rey para Población Colombiana

Luisa Fernanda Méndez Ramírez, Msc

Diego Rivera, M.P.H.

María Cristina Quijano, Msc

José Amilkar Calderón Chagualá, Msc

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D

Silvia Leonor Olivera Plaza, Msc

Oscar Emilio Utria Rodríguez, Msc

Paul B. Perrin, Ph.D

Juan Carlos Arango-Lasprilla, Ph.D

IV. Datos Normativos del Test de Colores y Palabras (Stroop) para Población Colombiana

Silvia Leonor Olivera Plaza, Msc

Diego Rivera, M.P.H.

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D

María Cristina Quijano, Msc

José Amilkar Calderón Chagualá, Msc

Oscar Emilio Utria Rodríguez, Msc

Luisa Fernanda Méndez Ramírez, Msc

Paul B. Perrin, Ph.D

Juan Carlos Arango-Lasprilla, Ph.D

— V. Datos Normativos del Test Modificado de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (M-WCST) para Población Colombiana

Diego Rivera, M.P.H.

Silvia Leonor Olivera Plaza, Msc

María Cristina Quijano, Msc

José Amilkar Calderón Chagualá, Msc

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D

Oscar Emilio Utria Rodríguez, Msc

Luisa Fernanda Méndez Ramírez, Msc

Paul B. Perrin, Ph.D

Juan Carlos Arango-Lasprilla, Ph.D

➤ VI. Datos Normativos del Test del Trazo -TMT A & B para Población Colombiana

Diego Rivera, M.P.H.

Silvia Leonor Olivera Plaza, Msc

María Teresa Cuervo Cuesta, Esp

- José Amilkar Calderón Chagualá, Msc

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D

Oscar Emilio Utria Rodríguez, Msc

Luisa Fernanda Méndez Ramírez, Msc

Paul B. Perrin, Ph.D

Juan Carlos Arango-Lasprilla, Ph.D

☞ **XI. Datos Normativos del Test
de Aprendizaje Verbal de
Hopkins – Revisado para
Población Colombiana**

Diego Rivera, M.P.H

Silvia Leonor Olivera Plaza, Msc

María Cristina Quijano, Msc

José Amilkar Calderón Chagualá, Msc

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D

Oscar Emilio Utria Rodríguez, Msc

Mauricio Medina Salcedo, MD

Paul B. Perrin, Ph.D

Juan Carlos Arango-Lasprilla, Ph.D

≈ XII. Datos Normativos del Test de Simulación de Problemas de Memoria para Población Colombiana

José Amilkar Calderón Chagualá, Msc

Diego Rivera, M.P.H.

Laiene Olabarrieta Landa, BS

Silvia Leonor Olivera Plaza, Msc

María Cristina Quijano, Msc

Carlos José De los Reyes Aragón, Ph.D

Oscar Emilio Utria Rodríguez, Msc

Mauricio Medina Salcedo, MD

Paul B. Perrin, Ph.D

Juan Carlos Arango-Lasprilla, Ph.D

— XIII. Ética y Neuropsicología en Colombia

Ivan Panyavin, MSc

Paola Fonseca Aguilar, BS.

Laiene Olabarrieta Landa, BS.

Diego Rivera, M.P.H.

Oscar Emilio Utria Rodriguez, MSc

María Cristina Quijano, MSc

Silvia Leonor Olivera Plaza, MSc

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc

Carlos José de los Reyes Aragón, Ph.D

Juan Carlos Arango Lasprilla, Ph.D

Neuropsicología Infantil

NEUROPSICOLOGÍA infantil



Juan Carlos Arango-Lasprilla • Diego Rivera • Laiene Olabarrieta-Landa



Manual Moderno[®]

Colaboradores

Alejandra Morlett-Paredes, MSc.

Virginia Commonwealth University
Richmond, USA

Ariosto Ibañez Rivera, Esp.

Colegio San Pedro Claver
Bucaramanga, Colombia

Camila Antonio Briñez, Esp.

Instituto de Neurorrehabilitación
NEUROPSIC
Bucaramanga, Colombia

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia

Carolina Beltrán Dulcey, MSc.

Instituto de Neurorrehabilitación
NEUROPSIC
Bucaramanga, Colombia

Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia
Tunja, Colombia

Daniela Ramos Usuga, Bs.

CERNEP Centro de Evaluación y
Rehabilitación Neuropsicológica
Almería, España

Edgar Alexis Díaz Camargo, MSc.

Universidad Simón Bolívar
Cúcuta, Colombia

Garazi Laseca-Zaballa, MSc.

CERNEP Centro de Evaluación y
Rehabilitación Neuropsicológica
Almería, España

Itziar Benito Sánchez, MSc.

BioCruces Health Research Institute.
Cruces University Hospital.
Barakaldo, España

Iván Andrés Soto Rodríguez, Bs.

Fundación Neuroconnectus
Neiva, Colombia

Jeimy Johana Rincón Pedreros, Bs.

Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia
Tunja, Colombia

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Fundación Universitaria
Los Libertadores
Bogotá D. C., Colombia

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

Universidad Antonio Nariño
Ibagué, Colombia

José Luis Posada Abril, MSc.

Fundación Universitaria
Los Libertadores
Bogotá D. C., Colombia

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Corporación Universitaria Lasallista
Caldas, Colombia

Juan Esteban Lozano Plazas, Bs.
Fundación Neuroconnectus
Neiva, Colombia

Katherine Díaz Upegui, Esp.
Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia

Larry Guillermo Aguilar Niño, Bs.
Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia
Tunja, Colombia

Lucía Zumárraga Astorqui, MSc.
NEUROPED
Madrid, España

Manuel Ernesto Riaño Garzón, MSc.
Universidad Simón Bolívar
Cúcuta, Colombia

María Angélica Segura Durán, Bs.
Fundación Neuroconnectus
Neiva, Colombia

María Cristina Quijano Martínez, MSc.
Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia

María Rocío Acosta Barreto, PhD.
Universidad de San Buenaventura
Bogotá D. C., Colombia

Maura Alejandra Herrera Bravo, Bs.
Fundación Neuroconnectus
Neiva, Colombia

Miguel Ángel Caballero Ospina, Esp.
Corporación Universitaria
Minuto de Dios
Ibagué, Colombia

Mónica Andrea Cetina Barón, Bs.
Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia
Tunja, Colombia

Natalia Cadavid Ruiz, PhD.
Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia

Nathalia Quiroz Molinares, Bs.
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia

Silvia Leonor Olivera Plaza, MSc.
Fundación Neuroconnectus
Neiva, Colombia

Wendy Tatiana Leal Ramírez, Bs.
Fundación Neuroconnectus
Neiva, Colombia

Yecica Dayana Gamboa López, Bs.
Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia
Tunja, Colombia



Capítulo VI
Capítulo VI

Datos normativos del Test de Copia y de Reproducción de Memoria de la Figura Geométrica Compleja de Rey en población colombiana de 6 a 17 años de edad

*Johanna Andrea Folleco E., MSc.
Diego Rivera, PhD.
María Rocío Acosta Barreto, PhD.
Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.
Edgar Alexis Díaz Camargo, MSc.
Daniela Ramos-Usuga, Bs.
María Cristina Quijano Martínez, MSc.
Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.
Iván Andrés Soto Rodríguez, Bs.
Larry Guillermo Aguilar Niño, Bs.
José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.
Camila Antonio Briñez, Esp.
Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.*

Capítulo VII Capítulo VII

Datos normativos para el Test Stroop de Colores y Palabras en población colombiana de 6 a 17 años de edad

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

Diego Rivera, PhD.

Edgar Alexis Díaz Camargo, MSc.

Juan Esteban Lozano Plazas, Bs.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Natalia Cadavid-Ruiz, PhD.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Ariosto Ibañez, Esp.

Jeimy Johana Rincón Pedreros, Bs.

Daniela Ramos-Usuga, Bs.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo VIII Capítulo VIII

Datos normativos para el Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin - Modificado (M-WCST) en población colombiana de 6 a 17 años de edad

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Yesica Dayana Gamboa López, Bs.

Diego Rivera, PhD.

Juan Estebán Lozano Plazas, Bs.

Edgar Alexis Díaz Camargo, MSc.

Carolina Beltrán Dulcey, MSc.

Daniela Ramos-Usuga, Bs.

Natalia Cadavid-Ruiz, PhD.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Miguel Ángel Caballero Ospina, Esp.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo IX

Capítulo IX

Datos normativos para el Trail Making Test (TMT) en población de 6 a 14 años de edad en Colombia

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Natalia Cadavid Ruiz, PhD.

Diego Rivera, PhD.

Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

Daniela Ramos-Usuga, Bs.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Camila Antonio Briñez, Esp.

Miguel Ángel Caballero Ospina, Esp.

Iván Andrés Soto Rodríguez, Bs.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Edgar Alexis Díaz Camargo, MSc.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo X

Capítulo X

Datos normativos para el Test de Símbolos y Dígitos (SDMT) en población colombiana de 6 a 17 años de edad

Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

Diego Rivera, PhD.

María Cristina Quijano Martínez, MSc.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

Edgar Alexis Díaz Camargo, MSc.

Daniela Ramos-Usuga, Bs.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Ariosto Ibañez, Esp.

Wendy Tatiana Leal Ramirez, Bs.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo XII Capítulo XII

Datos normativos para el Test de atención d2 en población colombiana de 6 a 17 años de edad

Silvia Leonor Olivera Plaza, MSc.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Diego Rivera, PhD.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

Natalia Cadavid Ruiz, PhD.

Carolina Beltrán Dulcey, MSc.

José Luis Posada Abril, MSc.

Itziar Benito Sánchez, MSc.

Manuel Ernesto Riaño Garzón, MSc

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo XIII Capítulo XIII

Datos normativos para el Test de Fluidez Verbal en población colombiana de 6 a 17 años de edad

Laiene Olabarrieta-Landa, PhD.

Diego Rivera, PhD.

Itziar Benito Sánchez, MSc.

María Cristina Quijano Martínez, MSc.

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

María Angélica Segura Durán, Bs.

Camila Antonio Briñez, Esp.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Manuel Ernesto Riaño Garzón, MSc.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo XIV Capítulo XIV

Datos normativos para el Test de Vocabulario en Imágenes Peabody III en población colombiana de 6 a 17 años de edad

Carolina Beltrán Dulcey, MSc.

Manuel Ernesto Riaño Garzón, MSc.

Nathalia Quiroz Molinares, Bs.

Diego Rivera, PhD.

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

Itziar Benito Sánchez, MSc.

María Cristina Quijano Martínez, MSc.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

Silvia Leonor Olivera Plaza, MSc.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Capítulo XVI

Capítulo XVI

Datos normativos para el Test de Aprendizaje y Memoria Verbal - Infantil (TAMV-I) en población colombiana de 6 a 17 años de edad

Diego Rivera, PhD.

Johanna Andrea Folleco E., MSc.

Itziar Benito Sánchez, MSc.

María Rocío Acosta Barreto, PhD.

Manuel Ernesto Riaño Garzón, MSc.

Maura Alejandra Herrera Bravo, Bs.

Carolina Beltrán Dulcey, MSc.

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Juan Carlos Restrepo Botero, PhD.

María Cristina Quijano Martínez, MSc.

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

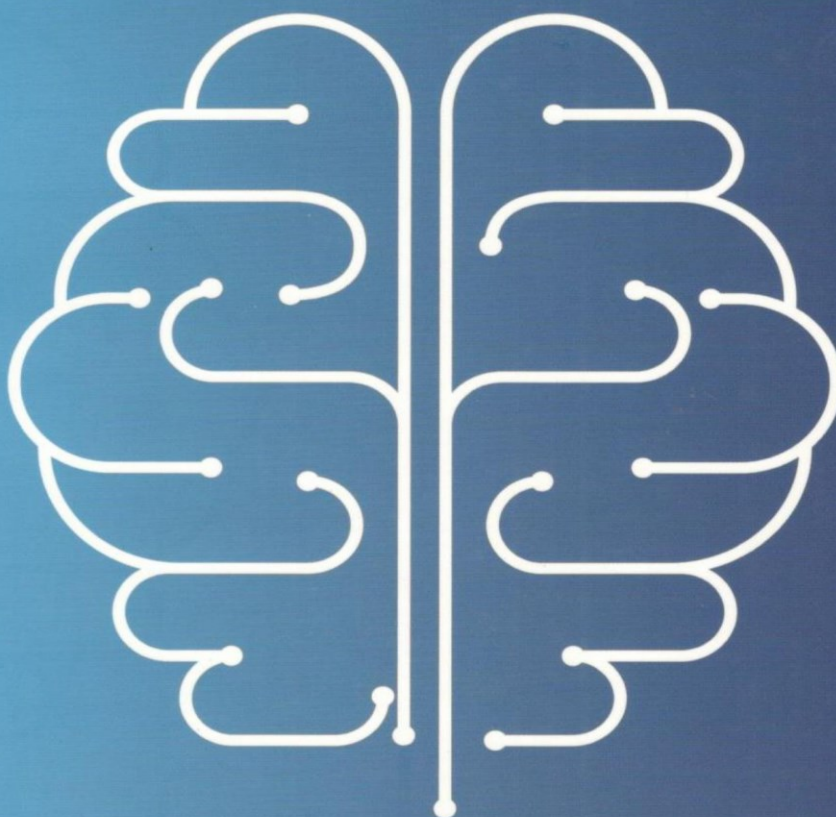
Cristian Camilo Trujillo Trujillo, MSc.

Laiene Olabarrieta-Landa, PhD.

Juan Carlos Arango-Lasprilla, PhD.

Neurociencias y analfabetismo

NEUROPSICOLOGÍA Y ANALFABETISMO



DIEGO RIVERA
ALEJANDRA MORLETT PAREDES
JUAN CARLOS ARANGO LASPRILLA

 **Manual**[®]
Moderno

Colaboradores

Lila A. Adana Díaz, MSc.

Escuela de psicología, Universidad de Las Américas

Quito, Ecuador.

Capítulos 8 y 9

Adriana Aguayo Arelis, MSc.

Centro Universitario de Ciencias de la Salud

Universidad de Guadalajara

Guadalajara, México.

Capítulos 5, 6, 7, 8

Itziar Benito Sánchez, MSc.

Grupo de Investigación Psicología Aplicada a la Salud y Comportamiento Humano (PSYBHE),

Universidad de Alicante

Alicante, España.

Capítulos 6, 9, 11

José Amilkar Calderón Chagualá, MSc.

Facultad de Psicología

Universidad Antonio Nariño

Ibagué, Colombia.

Capítulos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

María Margarita Cerquera Cuenca, Bs.

Fundación Neuroconnectus

Neiva, Colombia.

Capítulo 10

Carlos José De los Reyes Aragón, PhD.

Universidad del Norte

Barranquilla, Colombia.

Capítulos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Javier Galarza del Angel, MSc.

Laboratorio de Psicofisiología

Facultad de Ciencias Humanas

Universidad Autónoma de Baja California

Mexicali, México.

Capítulos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Garazi Laseca Zaballa, MSc.

Centro de Investigación CERNEP

Universidad de Almería

Almería, España.

Capítulos 5, 8, 9

Contenido

Prefacio	IX
Capítulo 1. Analfabetismo una visión general	1
<i>Alejandra Morlett Paredes, Laiene Olabarrieta Landa, Daniela Ramos Usuga y Juan Carlos Arango Lasprilla</i>	
Capítulo 2. Analfabetismo y procesos cognitivos	21
<i>Laiene Olabarrieta Landa, Diego Rivera, Alejandra Morlett Paredes y Juan Carlos Arango Lasprilla</i>	
Capítulo 3. Evaluación neuropsicológica en personas analfabetas	53
<i>Giselle Leal, Daniela Ramos Usuga, Laiene Olabarrieta Landa y Juan Carlos Arango Lasprilla</i>	
Capítulo 4. Metodología para generar datos normativos en una población de personas analfabetas de América Latina	95
<i>Diego Rivera y Juan Carlos Arango Lasprilla</i>	
Capítulo 5. Datos normativos del Test de denominación de Boston en una población de personas analfabetas de América Latina	117
<i>Laiene Olabarrieta Landa, Diego Rivera, Garazi Laseca Zaballa, Alberto Rodríguez Lorenzana, Adriana Aguayo Arelis, Javier Galarza del Angel, Carlos José De los Reyes Aragón, José Amilkar Calderon Chagualá, Silvia Leonor Olivera Plaza y Juan Carlos Arango Lasprilla</i>	

capítulo 5

Datos normativos del Test de denominación de Boston en una población de personas analfabetas de América Latina

Laiene Olabarrieta Landa, Diego Rivera, Garazi Laseca Zaballa, Alberto Rodríguez Lorenzana, Adriana Aguayo Arelis, Javier Galarza del Angel, Carlos José De los Reyes Aragón, José Amilkar Calderon Chagalá, Silvia Leonor Olivera Plaza y Juan Carlos Arango Lasprilla

INTRODUCCIÓN

El Test de Denominación de Boston (TDB) es una prueba que fue inicialmente creada por Kaplan, Goodglass y Weintraub (1978) para medir los procesos de denominación por confrontación visual. Aunque en sus orígenes tenía 85 reactivos (Kaplan *et al.*, 1978), posteriormente se han desarrollado otras versiones de 11, 15, 30 y 60 reactivos (Fastenau, Denburg y Mauer, 1998; Fernández-Blázquez *et al.*, 2012; Graves, Bezeau, Fogarty y Blair, 2004; Hobson *et al.*, 2011; Kaplan, Goodglass y Weintraub, 1983; Kent, y Luszcz, 2002; Lansing, Ivnik, Cullum y Randolph, 1999; Mack, Freed, Williams y Henderson, 1992; Nebreda *et al.*, 2011; Saxton *et al.*, 2000; Williams, Mack y Henderson, 1989), siendo ésta última la que más se utiliza en la actualidad.

La prueba ha sido ampliamente utilizada para evaluar los problemas de denominación en una gran variedad de poblaciones clínicas que incluyen personas con deterioro cognitivo leve, enfermedades neurodegenerativas (Beatty y Monson, 1989; Farias, Harrrell, Neumann y Houtz, 2003; Figueredo, Cendes y Pereira, 2008; Williams *et al.*, 2007), enfermedad de Parkinson (Cammissuli y Sportiello, 2017), virus de inmunodeficiencia humana (VIH; Tierney *et al.*, 2017), ictus (Bertolin, Van Patten, Greif y Fucetola, 2017), degeneración frontotemporal (Placek *et al.*, 2016), esquizofrenia (Kanchanatawan *et al.*, 2017), pseudodemencia depresiva (Sahin *et al.*, 2017), cirugía de la epilepsia (Ives-Deliperi y Butler, 2017; Pauli *et al.*, 2017), afasia (Nenert *et al.*, 2017) traumatismo craneoencefálico (Li, Risarcher, McAllister, Saykin y *Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative*, 2017) y tumores cerebrales (Jehna *et al.*, 2017), entre otras complicaciones.

Diferentes estudios han encontrado que variables como la edad, la escolaridad, el género, el bilingüismo y el nivel de aculturización pueden estar asociadas al desem-

capítulo 6

Datos normativos del Test de Copia y de Reproducción de Memoria de la Figura Geométrica Compleja de Rey en una población de personas analfabetas de América Latina

Juan Carlos Arango Lasprilla, Itziar Benito Sánchez, Alberto Rodríguez Lorenzana, Adriana Aguayo Arellis, Javier Galarza del Ángel, José Amilkar Calderón Chagalá, Silvia Leonor Olivera Plaza, Carlos José De los Reyes Aragón y Diego Rivera

INTRODUCCIÓN

El Test de Copia y de Reproducción de Memoria de la Figura Geométrica Compleja de Rey (FGCR), desarrollado en 1941 por Rey, y reelaborado por Osterrieth en 1944, es una figura bidimensional compleja con 18 detalles dispuestos alrededor de un rectángulo más grande (Mitrushina, Boone, Razani y D'Elia, 2005; Strauss, Sherman y Spreen, 2006) y es una de las 10 pruebas neuropsicológicas más usadas en la actualidad (Camara, Nathan y Puente, 2000; Knight y Kaplan, 2003; Olabarrieta-Landa *et al.*, 2016; Rabin, Barr y Burton, 2005). Su popularidad se debe a que permite la evaluación de varios procesos cognitivos, que incluyen la planificación, las habilidades de organización y estrategias de resolución de problemas, las praxias visuconstructivas y la memoria visual, motora y episódica (Beltrán Dulcey y Solís-Urbe, 2012; Meyers y Meyers, 1995a; Waber y Holmes, 1986).

El test consiste en la copia y reproducción de una figura compleja. Los participantes son instruidos a copiar la figura en una hoja de papel lo más cuidadosamente posible, y luego, sin previo aviso, deben reproducir la misma figura de memoria tras una demora que puede variar entre los 3 (recuerdo inmediato) o los 45 minutos (recuerdo diferido) (Knight y Kaplan, 2003; Mitrushina *et al.*, 2005; Rey, 1941). Como consecuencia, no se puede suponer que los datos normativos para la recuperación inmediata se puedan utilizar para evaluar el recuerdo diferido (Strauss *et al.*, 2006). La figura consta de 18 unidades o elementos que han de aparecer en ambas reproducciones, siendo la puntuación máxima del test 36 (Rey, 2009). Se evalúa tanto la calidad como la posición de los elementos en la copia.

capítulo 7

Datos normativos del Test de Fluidez Verbal Semántica en una población de personas analfabetas de América Latina

Laiene Olabarrieta Landa, Diego Rivera, Adriana Aguayo Arelis, José Amilkar Calderón Chaguālá, Carlos José De los Reyes Aragón, Alberto Rodríguez Lorenzana, Javier Galarza del Ángel, Daniela Ramos Usuga, Juan Esteban Lozano Plaza y Juan Carlos Arango Lasprilla

INTRODUCCIÓN

El Test de Fluidez Verbal (Benton, Hamsher y Sivan, 1994), también conocido como Test de Asociación Controlada de Palabras (COWAT) o FAS, es una prueba que evalúa la producción del lenguaje verbal a partir de asociaciones fonológicas o semánticas (Lezak, Howieson, y Loring, 2004; Strauss, Sherman y Spreen, 2006). Fue desarrollado por Benton y colaboradores (1994) como parte del *Multilingual Aphasia Examination*. La primera versión del test fonológico utilizaba las letras F, A y S. Sin embargo, se han utilizado también los dos sets de letras C, F y L o P, R y W, los cuales fueron escogidos a partir de la frecuencia de palabras en inglés que comienzan con esas letras. En cada set, las palabras que comienzan con la primera letra (C y P) tienen alta frecuencia, las que comienzan con la segunda (F y R) menor y, finalmente, la tercera (L y W) indica baja frecuencia. A partir de este modelo, se han desarrollado versiones con sets de letras para el francés, el alemán, el italiano y el español (Lezak *et al.*, 2004).

En la tarea fonológica del COWAT se le solicita al participante que diga todas las palabras que comienzan con una determinada letra durante un minuto, excluyendo nombres propios o palabras repetidas con diferentes sufijos. La puntuación total corresponde al número de palabras correctas producidas por el evaluado. Adicionalmente, el evaluador registra el número de errores cometidos, teniendo en cuenta las perseveraciones e intrusiones (Lezak *et al.*, 2004).

Por otra parte, en la tarea semántica se le solicita a la persona que diga el mayor número de palabras pertenecientes a una categoría semántica (p. ej., animales) durante un minuto. Las categorías más recurrentes son animales, frutas y verduras (Strauss *et al.*, 2006). Otras categorías que han sido utilizadas son "cosas

capítulo 8

Datos normativos del Test Breve de Atención en una población de personas analfabetas de América Latina

Diego Rivera, José Amilkar Calderón Chagualá, Garazi Laseca Zaballa, Daniela Ramos Usuga, Juan Esteban Lozano Plaza, Carlos José De los Reyes Aragón, Adriana Aguayo Arelis, Lila A. Adana Díaz, Javier Galarza del Ángel y Juan Carlos Arango Lasprilla

INTRODUCCIÓN

El Test Breve de Atención (TBA) es un test creado por Schretlen (1989, 1997) que sirve para medir la atención auditiva dividida (Schretlen, Bobholz y Brand, 1996a) y está basado en el modelo conceptual de Cooley y Morris (1990) (Schretlen *et al.*, 1996a). El test consta de dos formas paralelas (N y L) que se presentan auditivamente y su puntuación puede oscilar entre 0 y 20 (Schretlen *et al.*, 1996a; Schretlen, Brand y Bobholz, 1996b). No hay datos que indiquen una influencia relevante del orden de administración de las formas (Schretlen *et al.*, 1996a) y se ha propuesto que ambas son equivalentes en lo que a dificultad se refiere (Strauss, Sherman y Spreen, 2006).

En cuanto a sus propiedades psicométricas, se ha encontrado que el test presenta una buena consistencia interna tanto cuando se utiliza en población infantil como adulta ($\alpha=0.82$ en la puntuación total, $\alpha=0.71$ y $\alpha=0.66$ para las formas L y N), así como en pacientes con distintas patologías, tales como personas con trastornos afectivos, con problemas de consumo de sustancias y esquizofrenia (0.91 para el TBA, 0.83 para la forma L y 0.84 para la forma N). También se ha encontrado una relación positiva entre las dos formas del test: 0.69 (cuando la muestra solo está compuesta por población sana) y 0.81 (cuando se combinó la muestra sana y la clínica) (Schretlen *et al.*, 1996a), y una buena fiabilidad test-retest de 0.70, en una muestra de adultos con hipertensión leve (Schretlen, 1997). En un estudio más reciente con pacientes ambulatorios se ha indicado que las puntuaciones de los errores en el TBA son un buen indicador integrado de la validez del rendimiento de los pacientes en una batería clínica (Sharland *et al.*, 2017) y su utilidad para

capítulo 9

Datos normativos del Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin-Modificado (M-WCST) en una población de personas analfabetas de América Latina

Juan Carlos Arango Lasprilla, Itziar Benito Sánchez, Laiene Olabarrieta Landa, José Amilkar Calderón Chagualá, Carlos José De los Reyes Aragón, Lila A. Adana Díaz, Brenda Viridiana Rabago Barajas, Garazi Laseca Zaballa, Javier Galarza del Ángel, Wendy Tatiana Leal Ramírez y Diego Rivera

INTRODUCCIÓN

El Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin-Modificado (M-WCST) es una versión modificada del *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST) de Heaton, Chelune, Talley, Kay y Curtiss (1993), creada por Nelson (1976). Empleado en investigación y en la clínica, mide razonamiento abstracto, flexibilidad mental (habilidad para cambiar de set) y resolución de problemas (Caffarra, Vezzadini, Dieci, Zonato y Venneri, 2004), y suele emplearse como medida de funciones ejecutivas, dado que implica el uso de la memoria de trabajo, planificación, flexibilidad atencional e inhibición en la resolución de nuevos problemas (Schretlen, 2010).

El M-WCST está compuesto por 48 tarjetas a clasificar y cuatro tarjetas clave; cada carta representa unas figuras que varían en forma (cruz, círculo, estrella o triángulo), color (amarillo, rojo, verde o azul) y número (una, dos, tres o cuatro). Al evaluado se le solicita que empareje las tarjetas a clasificar con las cuatro tarjetas clave. El objetivo de la tarea es que el evaluado genere, pruebe y modifique estrategias y descubra el principio de clasificación que subyace en la colocación de dichas cartas, en función de la información que le indica el evaluador (si es o no correcta su colocación y si el principio de clasificación ha cambiado). El test finaliza cuando el participante consigue clasificar seis categorías correctamente o cuando se emplean las 48 tarjetas. Las puntuaciones que se pueden obtener son el número de categorías correctas, número total de errores, y número y porcentaje de errores perseverativos (Schretlen, 2010).

Con respecto al WCST original, la versión modificada incluye algunas mejoras. Según Schretlen (2010), el M-WCST: a) requiere menos tiempo de administración

capítulo 10

Datos normativos del Test de Símbolos y Dígitos en una población de personas analfabetas de América Latina

Juan Carlos Arango Lasprilla, Javier Galarza del Ángel, José Amilkar Calderon Chagualá, Carlos José De los Reyes Aragón, Tarquino P. Yacelga Ponce, Brenda Viridiana Rabago Barajas, María Margarita Cerquera Cuenca y Diego Rivera

INTRODUCCIÓN

El *Symbol Digit Modalities Test* (SDMT) fue desarrollado por Aaron Smith en 1973, y revisado en 1982, como una medida de detección de la disfunción cerebral en niños y adultos (Smith, 1982). La prueba original se puede encontrar en el *Army Beta Test* de 1915 (Tulsky, Saklofske y Zhu, 2003).

El SDMT es una prueba neuropsicológica centrada en la evaluación de ciertas funciones neurocognitivas, principalmente: memoria de trabajo, velocidad de procesamiento de información, atención sostenida, focalizada y selectiva, habilidades visuoespaciales y praxias constructivas (Laux y Lane, 1985; Lezak, 2004; Ponsford y Kinsella, 1992; Shum, McFarland y Bain, 1990).

El test es una modificación del *Subtest Digit Symbol* creado por Wechsler en 1955. En dicha prueba, al contrario que en el SDMT, el participante debe sustituir los números por símbolos abstractos. A pesar de que el SDMT es considerado como una prueba más simple, algunos autores aseguran que, desde la perspectiva atencional, el test desarrollado por Wechsler puede ser más fácil, ya que las claves de la ubicación espacial están contenidas en la clave, y los reactivos de estímulo (números) están ordenados en progresión aritmética a través de la página, mientras que en el SDMT la secuencia de símbolos es aleatoria (Glosser, Butters y Kaplan 1977; Lezak, 2004; Morgan y Wheelock, 1995).

El SDMT puede ser administrado tanto de forma oral como escrita (Smith, 2002; Strauss, Sherman y Spreen, 2006). A su vez, la forma escrita puede administrarse de manera individual o grupal. Consiste en una clave de nueve símbolos abstractos, cada uno asociado con un número del 1 al 9. El objetivo es sustituir

capítulo 11

Datos normativos del Test de Aprendizaje Verbal de Hopkins Revisado en una población de personas analfabetas de América Latina

Diego Rivera, Laiene Olabarrieta Landa, Tarquino P. Yacelga Ponce, Brenda Viridiana Rabago Barajas, Itziar Benito Sánchez, José Amilkar Calderón Chagualá, Carlos José De los Reyes Aragón, Javier Galarza del Ángel, Juan Esteban Lozano Plaza y Juan Carlos Arango Lasprilla

INTRODUCCIÓN

El Test de Aprendizaje Verbal de Hopkins Revisado (HVLTR) es una prueba que evalúa la capacidad de aprendizaje y la memoria verbal en adultos (Strauss, Sherman y Spreen, 2006). Fue diseñado por Brand y Benedict (2001) de forma que pudiera ser utilizado incluso en pacientes con estados demenciales moderados (Strauss *et al.*, 2006). La prueba consta de una lista de 12 palabras, pertenecientes a tres categorías semánticas, así como de una lista de reconocimiento de 24 palabras. En la lista de reconocimiento están incluidas las 12 palabras de la primera lista (*target words*) y 12 diferentes (*non-target words*). De estas últimas, hay seis palabras que se relacionan semánticamente con las de la primera lista y seis no relacionadas (Lezak, Howieson y Loring, 2004).

Para esta prueba, el evaluador debe leer la lista de 12 palabras, a una velocidad de dos segundos entre cada palabra. Se le solicita al examinado que recuerde tantas palabras como pueda de las que se le acaban de leer. Este procedimiento se realiza dos veces más, para completar un total de tres intentos de aprendizaje. Posteriormente, después de 20 a 25 minutos desde la última lectura, se le solicita al evaluado evocar todas las palabras que recuerde de la lista para finalizar con la tarea de reconocimiento (Strauss *et al.*, 2006).

Durante la realización del HVLTR, el examinador debe registrar las palabras recordadas en cada intento, en la evocación diferida y en la tarea de reconocimiento. El HVLTR ofrece tres puntuaciones: 1) el aprendizaje que es la suma del número de palabras correctamente evocadas en los intentos 1, 2 y 3; 2) el recuerdo diferido, siendo el total de palabras recordadas tras la demora de 20-25 minutos y

Ponencias

Influencia de las redes neuronales en la inteligencia de los deportistas

José A. Calderón¹, Rafael M. Gutiérrez², Andrés I. Hernández²,
Septiembre, 12 al 14, Cali Colombia.

1. Facultad de Psicología, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
2. Centro de investigación en ciencias básicas y aplicadas (CICBA), Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.

El objetivo de este estudio fue implementar un modelo para el diagnóstico, desarrollo e incremento de habilidades cognitivas en deportistas, en el que se utilizaron pruebas neuropsicológicas para la evaluación de procesos cognitivos, en especial aquellos que conforman la inteligencia deportiva o inteligencia de juego de un deportista: esta investigación provee un método definido y estructurado en cuanto actividades y procesos iterativos que permiten evaluar y mejorar las habilidades cognitivas relevantes en las áreas del deporte. Los resultados arrojaron un Modelo empírico que define la estructura de red constante para todo deportista y los pesos de los enlaces que son específicos de cada jugador. La red estuvo definida por quince (15) nodos que corresponden a 15 áreas estructurales (AE), donde $N=15$, y los enlaces, lij están definidos por los pares de nodos i y j que unen y que contribuyen a un área funcional (AF). Las cinco (5) Funciones Cognitivas que corresponden a las cinco (5) AF, fueron medidas para cada jugador con su correspondiente test: Velocidad del Procesamiento de la información (VP), que interviene como factor multiplicativo de la suma de las otras cuatro (4) Funciones Cognitivas (FC_i), $i=1, \dots, 5$: FC_1 corresponde a Funciones Ejecutivas (FE), FC_2 corresponde a la Memoria (M), FC_3 corresponde a la Atención (A) y FC_4 correspondiendo a la Toma de decisiones (TD). Estos resultados dieron los pesos de la red para un jugador y su IJ de acuerdo a las medidas que dieron los test de las 5 FC y con el modelo teórico en términos de las 5 medidas de red M_i . se concluyó que existen diferencias significativas en los procesos al realizar el pos test una vez realizada la intervención.

Funciones ejecutivas en futbolistas de rendimiento

José Amilkar Calderón Chagualá, Rodrigo Esteban González Reyes, Rafael María Gutiérrez, Andrés Ignacio Hernández.

Universidad Antonio Nariño.
Bilbao España, junio 1 - 4 de 2016

1. Facultad de Psicología, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
2. Centro de investigación en ciencias básicas y aplicadas (CICBA), Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.

Introducción: Las funciones ejecutivas son consideradas como una serie de procesos cognitivos entre los que se destacan la anticipación, la elección de objetivos, la planificación, la selección de la conducta, la autorregulación y el autocontrol, componentes altamente utilizados en la práctica del fútbol. Objetivo: Este estudio se planteó como objetivo determinar las funciones ejecutivas de un grupo de futbolistas de la ciudad de Ibagué, que pertenecen a la liga de fútbol del departamento del Tolima, Colombia. Método: Se seleccionaron 20 futbolistas con edades entre los 16 y 17 años, los criterios de inclusión de los participantes fueron: llevar como mínimo 5 años practicando el fútbol, no presentar antecedentes de problemas de aprendizaje ni daño cerebral. Posteriormente fueron escogidas 20 personas sedentarias, con iguales características sociodemográficas y que no han practicado ningún deporte a lo largo de su vida. Se evaluaron los dos grupos con el test modificado de clasificación de tarjetas de Wisconsin (M-WCST). Resultados: Se obtuvieron puntuaciones en las funciones ejecutivas más altas en los futbolistas comparados con el grupo control, se evidencia que las personas que practican el fútbol a nivel competitivo, a diferencia de quienes son sedentarias, tienen mayores habilidades de razonamiento abstracto, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y planeación estratégica. Conclusiones: Debido a las continuas exigencias a las que están expuestos los futbolistas en entrenamientos y competencias, desarrollan más las funciones ejecutivas a diferencia de quienes no practican ningún deporte.

<https://www.neurologia.com/revista/62/C01> Doi:10.33588/rn.62C01.2016267

Neuropsychological Profile of tolimenses Athlete

J.a. Calderón Chagualá, H. Chacon Peralta,
G. Vergara Torres & J. Arango Lasprilla.
Jerusalen-Israel, julio 9 al 11 de 2014.

1. Facultad de Psicología, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
2. Grupo de investigación Esperanza y Vida. Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.

Objective: This study was aimed at determining raised neuropsychological profile athletes from department of Tolima, Colombia. Participants and Methods: Linked to various sports such as Soccer, Indoor Soccer, Athletics, Fencing, Swimming, Volleyball, Basketball, Tennis, Skating. Inclusion criteria for participants were: take at least one year playing the sport and not have a history of learning disabilities or brain damage. For this investigation 50 athletes of both genders were selected, they applied a full battery of neuropsychological tests that included the following instruments, color-word test (Stroop), Trail Making Test - TMT- (Trail Making Test), Test of Attention (BTA), Mini - Mental State Examination (MMSE), Patient Health Questionnaire (PHQ -9), Barthel Scale, Rey Complex Figure, modified Wisconsin Card Sorting (M- WCST), Brief Test Test semantic and phonological verbal fluency, Boston Naming Test, Test and digit symbol, Hopkins verbal Learning Test -Revised, TOMM, Test Simulation of Memory Problems, The Wechsler intelligence Scale, Cattell personality questionnaires. 16PF. Results: The results show a higher neuropsychological profile of cognitive processes in athletes, compared to the control group made up of people with similar sociodemographic characteristics and completely sedentary, who have not practiced any sport throughout there life. The differences are significant ($p < 0.01$), in areas such as memory, attention, visuospatial recognition, executive function, speed of information processing. Conclusions: The operation of specific cognitive processes for performance and execution of certain task improves with regular practice of sport. It highlighted the importance of sport and brain relative performance of athletes also find differences with the control group, procedural memory, perception and quick reaction to stimuli, attention, emotional states and personality. Research supported by the University Antonio Nariño Correspondence: José A. Calderón Chagualá, Master, Tolima, Universidad Antonio Nariño, Carrera 10 No. 17-35 B/ Ancón, Carrera 7 No. 30-46, Ibagué 057, Colombia. E-mail: josecal@uan.edu.co

<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-international-neuropsychological-society/article/final-program-international-neuropsychological-society-2014-midyear-meeting-july-9-11-2014-Jerusalem-Israel/12F34FBB7E8197AE1A32AC7EF7A9FBEB>. Doi: 10.1017/S1355617714001003