

**Cita: Raineri-Andersen, V., Spraggon, L. & Calzolari, A. (2025). Evaluación de las funciones cognitivas en un grupo de esquiadores y snowboarders de alto rendimiento en Argentina. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 25(3), 352-372**

## **Evaluación de las funciones cognitivas en un grupo de esquiadores y snowboarders de alto rendimiento en Argentina**

### **Assessment of cognitive functions in a group of high-performance skiers and snowboarders in Argentina**

### **Avaliação das funções cognitivas em um grupo de esquiadores e snowboarders de alto rendimento na Argentina**

Raineri-Andersen, Victoria<sup>1</sup>, Spraggon, Lucía<sup>2</sup>, Calzolari, Aldo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Neuropsicóloga, profesión privada en Bariloche, Argentina; <sup>2</sup>Club Atlético Boca Juniors, Buenos Aires, Argentina; <sup>3</sup>Instituto de Educación Científica, Paraná, Argentina

#### **RESUMEN**

La neuropsicología deportiva estudia cómo es el funcionamiento cognitivo de las y los atletas, entendiendo que las características que poseen inciden en el rendimiento deportivo. Cuando se trata de deporte de alto rendimiento, a nivel cognitivo las fortalezas y debilidades pueden incidir en los resultados de las competencias, favoreciendo o perjudicando la obtención de logros. En esta serie de casos, se describen los perfiles neurocognitivos de ocho atletas de esquí de fondo, freeski y snowboard freestyle, que forman parte de los equipos argentinos conformados por la Federación Argentina de Ski y Andinismo (FASA), cuya media de edad fue de 20.4 años  $\pm$  3.5 años. Fueron evaluados en los siguientes dominios cognitivos: inteligencia fluida y cristalizada, velocidad de procesamiento de la información, procesos atencionales, control inhibitorio, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, capacidad de aprendizaje incidental y memoria auditivo verbal. Para ello se aplicó una entrevista estructurada en forma oral, subtests de la Escala Weschler de inteligencia para adultos (Analogías, Vocabulario, Construcción con cubos, Razonamiento con matrices, Retención de dígitos, Secuenciación de números y letras, Búsqueda de símbolos y Claves numéricas), el test d2, el Wisconsin card sorting test (WCST), la Figura compleja de Rey-Osterrieth (ROCF) y el Test de aprendizaje auditivo verbal de Rey (RAVLT). Se analizó además la existencia de patrones de homogeneidad en cuanto a las fortalezas y debilidades de dichos perfiles. Los resultados obtenidos sugieren que los perfiles cognitivos descritos presentan patrones heterogéneos de fortalezas y debilidades. Se encontró mayor grado de homogeneidad en las medidas de inteligencia, la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Los procesos atencionales, el aprendizaje incidental y la memoria auditivo verbal presentaron mayor heterogeneidad. Se desprende la necesidad de realizar evaluaciones que permitan conocer los perfiles de fortalezas y debilidades cognitivas de cada atleta, para diseñar programas de entrenamiento físico y cognitivo que se ajusten a las necesidades individuales.

**Palabras clave:** cognición, neuropsicología, deporte, invierno.

## ABSTRACT

Sports neuropsychology is the study of cognitive functioning in athletes, and the understanding that individual characteristics affect their athletic performance. When it comes to high-performance sports, at a cognitive level, strengths and weaknesses can affect the results of competitions, favoring or hindering the achievement of success. In this series of cases, the neurocognitive profiles of eight cross-country skiers, freeskiers and freestyle snowboarding athletes, all of whom are part of the Argentine teams represented by Argentine Federation of Skiing and Mountaineering (FASA), are described. The mean age of the participants was  $20.4 \text{ years} \pm 3.5 \text{ years}$ . These athletes were evaluated in the following cognitive domains: fluid and crystallized intelligence, information processing speed, attentional processes, inhibitory control, working memory, cognitive flexibility, incidental learning capacity, and auditory-verbal memory. For this purpose, a structured oral interview was applied, along with subtests from the Wechsler Adult Intelligence Scale (Analogies, Vocabulary, Cube Construction, Matrix Reasoning, Digit Span, Number and Letter Sequencing, Symbol Search, and Number Keys), the d2 test, the Wisconsin Card Sorting Test (WCST), the Rey-Osterrieth Complex Figure (ROCF), and the Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT). Was also analyzed the existence of patterns of homogeneity in terms of the strengths and weaknesses of these profiles. The results obtained suggest that the cognitive profiles described present heterogeneous patterns of strengths and weaknesses. A higher degree of homogeneity was found in measures of intelligence, processing speed, working memory and cognitive flexibility. Attentional processes, incidental learning, and auditory-verbal memory presented greater heterogeneity. The need to carry out evaluations that allow knowing the profiles of cognitive strengths and weaknesses of each athlete is clear, to design physical and cognitive training programs that adjust to individual needs.

**Keywords:** cognition, neuropsychology, sports, winter.

## RESUMO

A neuropsicologia esportiva é o estudo do funcionamento cognitivo em atletas e a compreensão de que as características individuais afetam seu desempenho atlético. Quando se trata de esportes de alto rendimento, no nível cognitivo, os pontos fortes e fracos podem afetar os resultados das competições, favorecendo ou dificultando o alcance de conquistas. Nesta série de casos são descritos os perfis neurocognitivos de oito esquiadores cross-country, freeskiers e atletas de snowboard estilo livre, todos integrantes das equipes argentinas representadas pela Federação Argentina de Esqui e Montanhismo (FASA), cuja idade média era de  $20.4 \text{ anos} \pm 3.5 \text{ anos}$ . Esses atletas foram avaliados nos seguintes domínios cognitivos: inteligência fluida e cristalizada, velocidade de processamento de informações, processos atencionais, controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, capacidade de aprendizagem incidental e memória auditivo-verbal. Para tanto, foi aplicada uma entrevista oral estruturada, subtestes da Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Analogias, Vocabulário, Construção de Cubos, Raciocínio Matricial, Extensão de Dígitos, Sequenciamento de Números e Letras, Busca por Símbolos e Chaves Numéricas), teste d2, Teste de Classificação de Cartas de Wisconsin (WCST), Teste de Figuras Complexas de Rey-Osterrieth (ROCF) e Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey (RAVLT). Também foi analisado a existência de padrões de homogeneidade em termos dos pontos fortes e fracos destes perfis. Os resultados obtidos sugerem que os perfis cognitivos descritos apresentam padrões heterogêneos de pontos fortes e fracos. Um maior grau de homogeneidade foi encontrado nas medidas de inteligência, velocidade de processamento, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva. Os processos atencionais, a aprendizagem incidental e a memória auditivo-verbal apresentaram maior heterogeneidade. É clara a necessidade de realizar avaliações que permitam conhecer os perfis de pontos fortes e fracos cognitivos de cada atleta, para desenhar programas de treino físico e cognitivo que se ajustem às necessidades individuais.

**Palavras chave:** cognição, neuropsicología, esportes, inverno.

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

### INTRODUCCIÓN

La neuropsicología es la ciencia que se ocupa del funcionamiento del cerebro y su correlato conductual, cuyo campo de aplicación comenzó siendo clínico, con pacientes con lesiones cerebrales. Sin embargo, desde hace ya tiempo ha trascendido dicho campo para inmiscuirse también como soporte a la psiquiatría al estudiar los perfiles neurocognitivos de los trastornos mentales y del neurodesarrollo, a la medicina legal y laboral, al deporte, la educación, por solo nombrar algunos ámbitos (Fernández González et al., 2003). En esta línea, se observa un paralelismo en cuanto a la neuropsicología deportiva, ya que la misma nació como respuesta a la creciente preocupación por las conmociones cerebrales leves en deportes de contacto (DeMarco y Barth, 2014) y su alcance se ha ampliado con el tiempo hacia la evaluación y optimización del funcionamiento cognitivo de atletas sanos, con el objetivo de mejorar su rendimiento, tanto en adultos (Carbonell-Bernal et al., 2021; Mantilla, 2019) como en niños (Sánchez-García et al., 2024).

Quienes trabajan en este campo con atletas sanos describen a las situaciones deportivas como complejas, novedosas, con dificultades y requerimiento de precisión extrema y/o velocidad. Además, en el deporte de alto rendimiento, en particular, donde los atletas entrenan de manera intensiva para lograr el mejor rendimiento posible, las características neuropsicológicas de los atletas pueden otorgarles un plus de ventaja o, por el contrario, ser una desventaja (Alfonso Mantilla, 2019, Caramés et al., 2024). Por ejemplo, se sabe que muchos factores pueden generar distracciones en las y los atletas, interfiriendo negativamente en el rendimiento (Furley y Wood, 2016). Factores internos como dolores, ansiedad, motivación, o externos como el clima, el estado de campo, el rival o la hinchada, están presentes inevitablemente en el deporte, y cada atleta cuenta con capacidades individuales para hacerles frente (Besi y Robazza, 2004). Estas y otras situaciones inherentes al comportamiento deportivo llevaron a las y los neuropsicólogos a plantearse la necesidad no solo de evaluar la posibilidad de que ocurran, sino de planificar entrenamientos que incluyan las funciones cognitivas, a fin de potenciarlas a favor del rendimiento deportivo (Habekost et al., 2024; Heilmann et al., 2022).

Existe evidencia suficiente acerca de la influencia de los dominios cognitivos en el rendimiento deportivo, especialmente de las funciones ejecutivas. En un estudio realizado por Carnevale y su equipo, ellos evaluaron las relaciones entre las funciones ejecutivas y las habilidades físicas para el rendimiento táctico en jugadores de fútbol juveniles, y encontraron que el rendimiento ofensivo se asoció con el control inhibitorio, y el defensivo se asoció a la flexibilidad cognitiva (Carnevale et al., 2022). En otro estudio que se realizó con jugadoras y jugadores de voleibol, se examinó si la capacidad de la memoria de trabajo se asociaba con la adquisición y el desarrollo de habilidades motoras de ataque. Los investigadores encontraron que la capacidad de la memoria de trabajo predijo el correcto desempeño motor de las y los atletas (Bisagno y Morra, 2018). Ramírez Silva midió los niveles de funcionamiento neuropsicológico con pruebas estandarizadas en jugadores de baloncesto, específicamente la atención, la memoria y la capacidad intelectual. El objetivo de su investigación era conocer si por ser deportistas rendían mejor que la población general, encontrando que en los tres dominios los atletas presentaron mejor performance, especialmente en tareas auditivas (Ramírez-Silva, 2003). Otro estudio se ocupó de caracterizar el funcionamiento neurocognitivo en un grupo también de voleibolistas, aplicando pruebas neuropsicológicas para evaluar atención sostenida, velocidad de procesamiento, memoria verbal y visual y funciones ejecutivas. En él se encontró que los atletas rendían mejor que la población general en velocidad de procesamiento de la información, atención y memoria, pero no en funciones ejecutivas (Gil, 2011). Una investigación interesante comparó el funcionamiento ejecutivo en 48 jugadores de hockey sobre hielo y una muestra de población no deportista, y se encontró que no solamente los deportistas tenían mejor rendimiento ejecutivo, sino que además había diferencias según la posición en el campo de juego que ocuparan (Laundgren et al., 2016). Considerando el nivel de *expertise* de los atletas, Donka y Balogh midieron las funciones ejecutivas en un grupo de deportistas considerados de élite y otro considerado de aficionados. Los resultados que obtuvieron sugieren que deportistas de élite presentan mejor performance en el funcionamiento ejecutivo, produciendo respuestas más rápidas y mejores que los aficionados (Donka y Balogh, 2022). En esta línea, otro grupo de investigadores de México se propuso analizar la existencia de diferencias en el funcionamiento ejecutivo en boxeadores amateurs novatos y experimentados, y descubrieron que los atletas

experimentados rendían mejor en tareas que reclutan control inhibitorio y toma de decisiones (Guzmán-Cortés et al., 2023).

También existe una serie de investigaciones donde se compara el funcionamiento cognitivo de las y los atletas que practican diferentes deportes (Ríos-Flórez et al., 2022; Krenn et al., 2018). Estas comparaciones se realizaron siguiendo distintos criterios, algunos se centraron en comparar las diferencias teniendo en cuenta si los deportes eran individuales o grupales, otras investigaciones se centraron en comparar los deportes de habilidades abiertas versus cerradas. Los deportes de habilidades abiertas son aquellos en los que el ritmo es externo y quienes los practican deben reaccionar y adaptarse a un entorno dinámico que está en constante cambio, como el fútbol y el básquet, por nombrar algunos de ellos. En los deportes de habilidades cerradas, en cambio, el ritmo es propio, las y los atletas siguen patrones de movimiento predeterminados y se desarrollan en un entorno predecible y estable, como la natación y el esquí, entre otros (Allard y Burnett, 1985). La hipótesis que se plantean quienes realizan estas investigaciones, es que debe haber diferencias en el funcionamiento cognitivo dependiendo del tipo de habilidades que cada deporte recluta, independientemente de si el deporte mejora esas habilidades o si las y los deportistas eligieron el tipo de deporte porque contaban con un mejor funcionamiento en esas habilidades y esto resultaba una ventaja (Krenn et al., 2018; Koch y Krenn, 2021; Rahimi et al., 2022). Koch y Krenn evaluaron las funciones ejecutivas (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio) en 75 atletas de élite australianos, de los cuales 31 practicaban deportes de habilidades cerradas y 44 lo hacían en los de habilidades abiertas, obteniendo como resultado que los atletas que practican deportes de habilidades abiertas presentaron mejor rendimiento de su memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva (Koch y Krenn, 2021). En un estudio anterior, Krenn y su grupo de investigación habían comparado las funciones ejecutivas en deportes de distintas características, y concluyeron que tenían mejor rendimiento los atletas que debían adaptarse a condiciones cambiantes constantes, los de habilidades abiertas. Resulta interesante que los autores plantean que este tipo de deportes desarrolla en mayor medida las funciones ejecutivas, pero también consideran que podría ser al revés, y quienes tienen mejor performance de las funciones ejecutivas estarían mejor preparados para alcanzar alto rendimiento en este tipo de deportes (Krenn et al., 2018). En una reciente revisión de la literatura acerca de la asociación entre las funciones cognitivas, específicamente las funciones ejecutivas, y el deporte, Nicola Lovecchio también encontró que las y los atletas de elite que practican deportes de habilidades abiertas obtienen mejor performance en las funciones ejecutivas que sus pares que practican deportes de habilidades cerradas (Lovecchio, 2022). Ahondando más en establecer relaciones entre el funcionamiento cognitivo y el tipo de deporte practicado, otro estudio encontró que practicar deportes de habilidades abiertas se asocia a un mejor rendimiento en tareas que involucran control inhibitorio en personas de 9 a 14 años de edad (Ludyga et al., 2022). En una reciente revisión sistemática llevada a cabo por Sánchez-García y su equipo de trabajo, también se concluyó que las y los atletas que practican deportes de habilidades abiertas presentan mejor desarrollo de las funciones ejecutivas (Sánchez-García et al., 2024). Contrario a estos resultados, Möhring y su equipo, encontraron que niñas, niños y adolescentes de 8 a 13 años de edad que practicaban deportes de habilidades abiertas, tenían mejor funcionamiento en tareas de flexibilidad cognitiva, pero no encontraron diferencias cuando compararon la performance en control inhibitorio y memoria de trabajo (Möhring et al., 2022). También se encontró una mejora del funcionamiento ejecutivo en deportistas de habilidades cerradas con altas exigencias cognitivas en comparación con los de habilidades abiertas (Li et al., 2024).

Pocos estudios se han dedicado a investigar el funcionamiento cognitivo en esquiadoras y esquiadores y, los que lo han hecho, mayormente los han incluido en algún grupo de los arriba mencionados (Heilmann et al., 2022). Krenn y su equipo de trabajo evaluaron atletas de deportes estratégicos, interoceptivos y estáticos en tareas de funciones ejecutivas (memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva), obteniendo como resultados que las y los atletas de deportes estratégicos rendían significativamente mejor que los de deportes estáticos, pero esta diferencia no era significativa con respecto a las y los atletas de deportes interoceptivos. Esto sugiere que los esquiadores alpinos y *freeskiers* (que conformaban la muestra de interoceptivos), presentan un rendimiento en funciones ejecutivas comparable al de los deportes estratégicos (Krenn et al., 2018). Una investigación previa en la que se estudiaron las relaciones y diferencias entre habilidades cognitivas y precisión motora en esquiadoras,

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

esquiadores y futbolistas, concluyó que las y los atletas de esquí rendían mejor que los futbolistas (Joksimović et al., 2011).

Un grupo de trabajo que ha centrado sus investigaciones en el esquí es el de Grosu. En su estudio con una muestra de atletas de esquí y judo, los autores analizaron la concentración y la actitud observacional de la propia atención, entendida como la conciencia sobre los procesos atencionales, incluyendo la percepción de la atención y la representación espacial. Sus resultados mostraron que no es posible diferenciar a las y los esquiadores y a las y los judokas en relación a la capacidad de concentración, ni tampoco en relación al nivel de conciencia sobre la propia atención, pero sí encontraron diferencias significativas en atención distributiva (Grosu et al., 2014). Luego, investigaron la relación entre la atención y el estado de ansiedad, y cómo éste estado influye en el rendimiento deportivo, pero esta vez únicamente en esquiadores. Los resultados mostraron que, al tiempo que aumenta la atención (sea focalizada o la conciencia sobre la misma), aumenta el rendimiento deportivo y disminuye la ansiedad (Grosu et al., 2015). Luego de establecer la relación entre la atención, el rendimiento deportivo y la ansiedad, las y los investigadores abordaron un plan de intervención en esquiadoras y esquiadores implementando técnicas de entrenamiento mental para reducir la ansiedad. Los resultados que obtuvieron sugieren que, aplicando estas técnicas, lograron mejorar la performance deportiva aumentando la velocidad del aprendizaje, la capacidad de concentración y logrando mayor equilibrio emocional (Grosu et al., 2018). Posterior a este estudio, investigaron el efecto del entrenamiento mental mediante técnicas de visualización en la atención focalizada y la reacción manual, ya que en el esquí de competición es una variable de gran relevancia. Los resultados mostraron que, efectivamente, las técnicas de visualización mejoraban la concentración y la reacción manual (Grosu y Grosu, 2021). Estas conclusiones se reafirmaron en un estudio posterior, en el que las y los investigadores incluyeron mediciones precisas con equipos tecnológicos (Cornelia et al., 2024).

En Argentina se encuentra el cerro Catedral, ubicado en la ciudad de Bariloche, en el que las y los atletas de los equipos argentinos de esquí, esquí de fondo y *freestyle* se entrenan y compiten durante el invierno. Considerando que el funcionamiento cognitivo subyace a cualquier conducta humana, y que el deporte de alto rendimiento es una conducta compleja, entonces, ¿cuáles son las características de los perfiles neuropsicológicos de estos atletas? El objetivo general del presente trabajo es contribuir al conocimiento y describir el perfil neuropsicológico de un grupo de esquiadores y *snowboardistas* de alto rendimiento en Argentina. Para ello se describe el funcionamiento cognitivo de estos atletas en los siguientes dominios: atención, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, aprendizaje incidental, memoria auditivo verbal y velocidad de procesamiento, de cada participante. Además, se identificaron las fortalezas y debilidades de los perfiles neuropsicológicos de cada participante. Las conclusiones podrían identificar aspectos cognitivos específicos a entrenar en esta población, en la búsqueda por mejorar su performance en las competencias.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Diseño de investigación*

El presente trabajo es un estudio exploratorio descriptivo transversal de serie de casos (Durán, 2014; Vidarte et al., 2020, Anguera et al., 2011). El estudio fue realizado de conformidad con la Declaración de Helsinki (WMA 2000, Bošnjak 2001, Tyebkhan 2003), que establece los principios éticos fundamentales para la investigación con seres humanos, así como las normas nacionales y provinciales. Se obtuvo el consentimiento informado en todos los casos y se llevó a cabo cumpliendo con las Normas de Ética en la Investigación en Ciencias del Deporte y del Ejercicio (Harriss et al., 2019). El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de Río Negro, Argentina, mediante la Resolución N° 5218/2022 MS.

### *Participantes*

Participaron del estudio atletas que aceptaron intervenir voluntariamente del mismo. Fueron atletas pertenecientes a la Federación Argentina de Ski y Andinismo (FASA), que agrupa a los equipos argentinos de estas disciplinas. Se



realizó una selección muestral no probabilística intencional y quedó un total de 8 participantes, de los cuales 2 fueron mujeres. La media de edad fue de 20.4 años  $\pm$  3.5 años, la edad mínima fue de 18 años y la máxima de 26. Del total de los participantes, 5 pertenecían al equipo argentino de esquí de fondo, dos al de *snowboard freestyle* y uno al de *freeski*.

Criterios de inclusión: atletas que formen parte de la FASA, incluyendo esquí alpino, *freeski*, *snowboard*, esquí de fondo y esquí de travesía, debiendo estar en competencia, tener más de 18 años y haber firmado el consentimiento informado. Criterios de exclusión: atletas que hayan declarado padecer un trastorno mental y/o consumo problemático de sustancias psicoactivas y aquellos que, al momento de analizar los resultados, obtengan puntuaciones inferiores a 7 en las medidas de inteligencia.

**Tabla 1.**

*Características de los casos analizados.*

Caso	Sexo	Edad	Años de Escolaridad	Disciplina	Historia de Traumatismos(1)
1	M	18	12	Fondo	No
2	M	22	16	Fondo	No
3	F	18	12	Fondo	No
4	M	25	12	Snowboard	Sí
5	M	18	12	Fondo	No
6	M	26	13	Freeski	Sí
7	M	18	12	Snowboard	Sí
8	F	18	12	Fondo	No

(1) *Cráneo-encefálicos.*

#### *Instrumentos*

Las evaluaciones se realizaron en los consultorios que pertenecen al centro Neurodesarrollo, en la ciudad de San Carlos de Bariloche, cuidando que el entorno esté libre de distractores, con adecuada luz y temperatura. Cada participante fue evaluado en una sesión de entre una hora y media y dos horas de duración.

Se aplicó una entrevista estructurada en forma oral, subtests de la Escala Weschler de inteligencia para adultos (Analogías, Vocabulario, Construcción con cubos, Razonamiento con matrices, Retención de dígitos, Secuenciación de números y letras, Búsqueda de símbolos y Claves numéricas), el test d2, el *Wisconsin card sorting test*, el ROCF y el RAVLT.

#### *Procedimiento*

Entrevista: Se aplicó una entrevista estructurada de forma oral para recolectar los siguientes datos: sexo, edad, fecha de nacimiento, nacionalidad y lugar de residencia, dominancia manual, años de instrucción y nivel educativo alcanzado, historia de repitencia, actividad laboral, presencia de patologías mentales y consumo problemático de sustancias. En relación a la trayectoria deportiva se preguntó por la disciplina que practica dentro de FASA y la existencia de antecedentes de traumatismos encéfalo-cranianos.

Medidas de inteligencia: Para obtener una medida global de inteligencia se administraron pruebas que evalúan aspectos más directamente vinculados a la inteligencia fluida y cristalizada con la Escala Weschler de inteligencia para adultos (Wais IV) cuarta edición, versión estandarizada en Chile (Rosas et al., 2014). Para evaluar inteligencia fluida, se eligieron las subpruebas construcción con cubos y razonamiento con matrices del Wais IV (Wechsler, 2008), por ser las que mejores medidas psicométricas brindan de dicho constructo (McCrimmon y Smith, 2013). Construcción con cubos consiste en construir con cubos tridimensionales, coloreados de rojo y blanco, los modelos

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

presentados en un cuadernillo, que presentan dificultad creciente. Para cada modelo hay límites de tiempo estipulados, y la puntuación depende tanto de la recreación exitosa de los mismos como del tiempo que se emplea en realizarlo (los primeros estímulos no consideran el tiempo). En razonamiento con matrices, quien está siendo evaluada o evaluado, debe elegir entre diferentes opciones que se le plantean, el dibujo que completa mejor una matriz incompleta representada visualmente en un cuadernillo de estímulos (Wechsler, 2008). Las pruebas que se utilizaron para evaluar inteligencia cristalizada fueron los subtests vocabulario y analogías del Wais IV (Wechsler, 2008), por ser las que mejores medidas psicométricas obtuvieron del constructo inteligencia cristalizada (McCrimmon y Smith, 2013). Vocabulario requiere que el examinado defina palabras que se le presentan visualmente en un cuadernillo de estímulos, y la puntuación se le otorga siguiendo los principios generales del Manual de administración y corrección, y los puntajes brutos se convierten a escalares con tablas proporcionadas en el mismo manual (Wechsler, 2008). La subprueba analogías consiste en que el examinado describa verbalmente la relación entre dos objetos o conceptos presentados verbalmente. La puntuación es otorgada siguiendo los criterios que proporciona el Manual de administración y puntuación, así como la conversión de puntajes brutos a escalares (Wechsler, 2008).

**Velocidad de procesamiento de la información:** Se administró el test d2 en su versión original (Brickenkamp, 2002) para evaluar la velocidad de procesamiento de la información y los procesos atencionales. En esta tarea, se presenta una hoja con 14 filas en las que se distribuyen letras “d” y “p”, con rayas arriba o debajo de las mismas, distribuidas de forma tal que puede haber una arriba, una abajo, una y una, dos y una o dos y dos. La consigna indica que se deben marcar todas las letras “d” con dos rayas, independientemente de la distribución que presenten. Se computan las puntuaciones directas para total de respuestas, total de aciertos, omisiones, comisiones, concentración, total de efectividad en la prueba y variación. Cada puntuación bruta se empareja con la tabla correspondiente según la edad que se encuentra en el Manual del d2, para convertirla en una puntuación percentil. A los fines de la presente investigación, se consideraron las siguientes puntuaciones: total de respuestas, como medida de la velocidad con la que las y los evaluados trabajaron; omisiones, como medida de distractibilidad y comisiones como medida de impulsividad. Además, la velocidad de procesamiento de la información se evaluó con las subpruebas del Wais IV búsqueda de símbolos y claves numéricas. Los resultados brutos de ambas pruebas se convierten a puntuaciones escalares siguiendo las tablas por edad proporcionadas en el Manual de administración y corrección del Wais IV (Wechsler, 2008), y luego se suman para convertirse en el índice de velocidad de procesamiento (IVP), también según las tablas correspondientes del Manual. En la prueba búsqueda de símbolos, se presentan dos símbolos del lado izquierdo de cada fila, y una serie de símbolos del lado derecho. La tarea consiste en indicar si alguno de los símbolos de la izquierda se encuentra en la serie de la derecha o no, intentando realizar la mayor cantidad de filas posibles en dos minutos. En la prueba claves numéricas, se le asigna a cada número del 1 al 9 un símbolo y luego se presentan aleatoriamente números del 1 al 9. La tarea consiste en colocar la mayor cantidad de símbolos correspondientes a cada número durante dos minutos.

**Atención:** Para evaluar los procesos atencionales se consideraron las puntuaciones del d2 omisiones y comisiones.

Se administró el *Wisconsin Card Sorting Test* en su versión original, el cual cuenta con numerosas investigaciones que respaldan su validez y confiabilidad (Heaton, 1993; Miranda et al., 2020) (WCST). Se consideró específicamente la puntuación fallos para mantener la actitud, para obtener una medida de control inhibitorio atencional (Zamalloa et al., 2016). Si bien se considera esta puntuación como medida de control inhibitorio, es necesario considerar que la tarea del WCST es más demandante que la del d2, ya que para resolverla se recluta también la capacidad de abstracción, la flexibilidad cognitiva, la memoria de trabajo y la lectura de claves ambiguas, entre otras funciones (Gligorović, y Buha, 2013; Huizinga y Van der Molen, 2007). La prueba consiste en presentar cuatro cartas estímulo, una con un triángulo rojo, otra con dos estrellas verdes, otra con tres cruces amarillas y la última con cuatro círculos azules. Se le otorgan a quien completa la evaluación dos mazos de 64 cartas cada uno (todas iguales a las cartas estímulo), y debe clasificarlas de a una eligiendo debajo de qué carta estímulo ubicarlas. Quien evalúa solo puede otorgar como feedback si el criterio fue correcto o incorrecto y, luego de 10 clasificaciones correctas, se cambia el criterio sin dar aviso. Los criterios posibles son color, forma o número, y se deben completar dos veces cada uno para obtener 6 categorías en total. Las puntuaciones brutas se convirtieron

a percentiles utilizando baremos para la población argentina, en función de la edad y el nivel educativo (Miranda et al., 2020). La puntuación en fallos para mantener la actitud deriva de las veces que la persona evaluada cambia de criterio de clasificación cuando el feedback que obtiene está siendo positivo, es decir, cuando clasifica correctamente 5 o más cartas y sin embargo cambia de categoría.

**Memoria de trabajo:** Para evaluar memoria de trabajo verbal, se administraron las subpruebas del Wais IV retención de dígitos y secuenciación de números y letras, de las que se deriva el índice de memoria de trabajo (Wechsler, 2008). Las puntuaciones brutas de cada prueba se convierten a puntuaciones escalares, consultando las tablas correspondientes por edad del Manual de administración y corrección del Wais IV (Wechsler, 2008). Estas puntuaciones se suman y se convierten a puntaje índice, según la tabla correspondiente del citado Manual. La prueba de retención de dígitos consta de tres subpruebas. La primera es retención de dígitos directos, en la que se presentan verbalmente series de dígitos que deben repetirse en el mismo orden. La segunda es retención de dígitos indirectos, en donde se presentan verbalmente series de dígitos que deben evocarse al revés de cómo son presentadas. La tercera es dígitos secuenciación, donde se presentan series de dígitos y se deben evocar en orden creciente. En cada subprueba, existen dos intentos para cada longitud de serie, y dicha longitud va aumentando de a un dígito hasta fallar en los dos intentos de la misma longitud. En el subtest secuenciación de números y letras se leen a la persona evaluada series de números y letras desordenadas que deben evocarse ordenadamente, primero los números de menor a mayor y luego las letras en el orden del abecedario. También se presenta mayor cantidad de estímulos a medida que la persona evaluada responde correctamente, y tiene dos intentos por cantidad de estímulos.

**Flexibilidad cognitiva:** La flexibilidad cognitiva fue evaluada con la puntuación errores perseverativos del WCST (Heaton, 1993). La descripción de la administración y puntuación se describieron en el apartado de atención. Errores perseverativos se considera una medida de flexibilidad cognitiva ya que se refiere a la cantidad de veces que las personas clasifican las cartas según un criterio que se considera erróneo.

**Aprendizaje incidental:** La capacidad para lograr aprendizajes de forma incidental, fue evaluada con el ROCF, en su versión original (Rey, 2003). En una primera parte de la prueba se presenta una figura compleja, y se solicita que sea copiada respetando las proporciones de cada parte de la misma. Se toma el tiempo que la persona demora en realizar la copia, la puntuación bruta de la exactitud y riqueza de la copia (considerando la localización y la precisión), así como la estrategia que utiliza para hacerlo. Estas se agrupan en construcción sobre el armazón, detalles englobados en un armazón, contorno general, yuxtaposición de detalles, detalles sobre un fondo confuso y reducción a un esquema familiar. Según la edad de quién está siendo evaluado o evaluada, se considera esperable una estrategia u otra. Luego de 15 minutos, se solicita la evocación de la figura. Nuevamente se toma el tiempo que se demora en realizarla, la estrategia utilizada y la exactitud y riqueza de reproducción de la figura. Las puntuaciones brutas de la exactitud y riqueza tanto de la copia como de la evocación, se obtuvieron según los criterios que se establecen en el Manual (Rey, 2003). Para obtener los percentiles, se utilizaron los baremos correspondientes para la población argentina, en función de la edad y el nivel educativo (Rivera et al., 2015). A los fines de la presente investigación, se consideró la puntuación obtenida en exactitud y riqueza de detalles en el recuerdo como medida de aprendizaje incidental.

**Memoria auditivo verbal:** La memoria auditivo verbal fue evaluada con el RAVLT en una de sus versiones más utilizadas, que incluye 15 palabras en castellano (Lezak, 2004). Se consideraron las puntuaciones de recuerdo inmediato, como medida de la capacidad para retener información en el corto plazo, y recuerdo diferido, como medida de la capacidad para recuperar la información de la memoria de largo plazo (Ivnik et al., 1992, Weitzner et al., 2020). En esta prueba, se lee una lista de 15 palabras durante cinco ensayos, y luego de cada ensayo se debe evocar la mayor cantidad de palabras posible. Luego se lee una segunda lista, que también debe evocarse, a modo de introducir interferencia al aprendizaje. Seguidamente, se solicita la evocación libre de la lista leída durante los cinco primeros ensayos. Luego de 30 minutos, se solicita el recuerdo diferido. En el reconocimiento, se leen palabras que estaban en la lista leída previamente cinco veces, mezcladas con palabras que no estaban en ninguna lista, y las y los evaluados tienen que decidir si cada palabra estaba o no en la lista. Cuando dicen que estaba una palabra que no estaba se considera un falso reconocimiento. Si deciden que no estaba una palabra que sí estaba y



## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

que había sido evocada al menos tres veces durante la fase de codificación, se considera un olvido significativo. Cuando dicen que no estaba una palabra que sí estaba pero que no había sido evocada más de dos veces durante la codificación, se considera una falla de registro. La cantidad bruta de cada puntuación se convierte a valor Z según la tabla correspondiente por edad y nivel de instrucción (Lezak, 2004).

### *Fortalezas y debilidades*

En función a las puntuaciones que cada participante obtuvo en los procedimientos administrados, se conformó un perfil de fortalezas y debilidades cognitivas generales.

En este estudio de casos, se consideran fortalezas a aquellas funciones cognitivas en las que cada participante obtuvo los puntajes más altos de su perfil. Las debilidades corresponden a las funciones en las que cada participante obtuvo los puntajes más bajos. De ello se deduce un mejor o peor funcionamiento de dichos dominios cognitivos.

### *Visualización de datos*

Para todas las pruebas se calcularon sus valores brutos, en los casos que correspondía se transformaron a sus respectivos valores Z de acuerdo a las tablas de cada test y, posteriormente, se convirtieron en percentiles (Méndez, 2021). Otros se convirtieron directamente de puntajes brutos a percentiles. Una vez convertidos todos los puntajes a percentiles, se tomaron los valores entre 16 y 84 como rangos de normalidad (Burin, Drake y Harris, 2007). Los datos se graficaron en planillas de cálculo o Sigmaplot®. La visualización de todos los tests para todos los casos se realizó mediante Caras de Chernoff. Esta es una forma de visualización de datos categóricos inventada por Chernoff (1973), donde cada rasgo facial representa una característica particular y sus variaciones (largo, ancho, tamaño, orientación, etc.) señalan la magnitud de esa categoría (valores bajos, medios o altos). Las mismas se prepararon en Powerpoint® y fueron exportadas como imágenes.

## RESULTADOS

Las puntuaciones obtenidas en los subtest seleccionados del test de inteligencia de Wechsler, a saber: *vocabulario*, *analogías*, *construcción con cubos* y *matrices de razonamiento* del Wais IV, se encuentran dentro del rango promedio, estimado según la edad cronológica (Figura 1), para los ocho casos. Esto permite obtener perfiles de fortalezas y debilidades cognitivas que no se hallan sesgados por un nivel de funcionamiento intelectual global deficiente (Arán-Filippetti et al., 2015; Flórez et al., 2016).

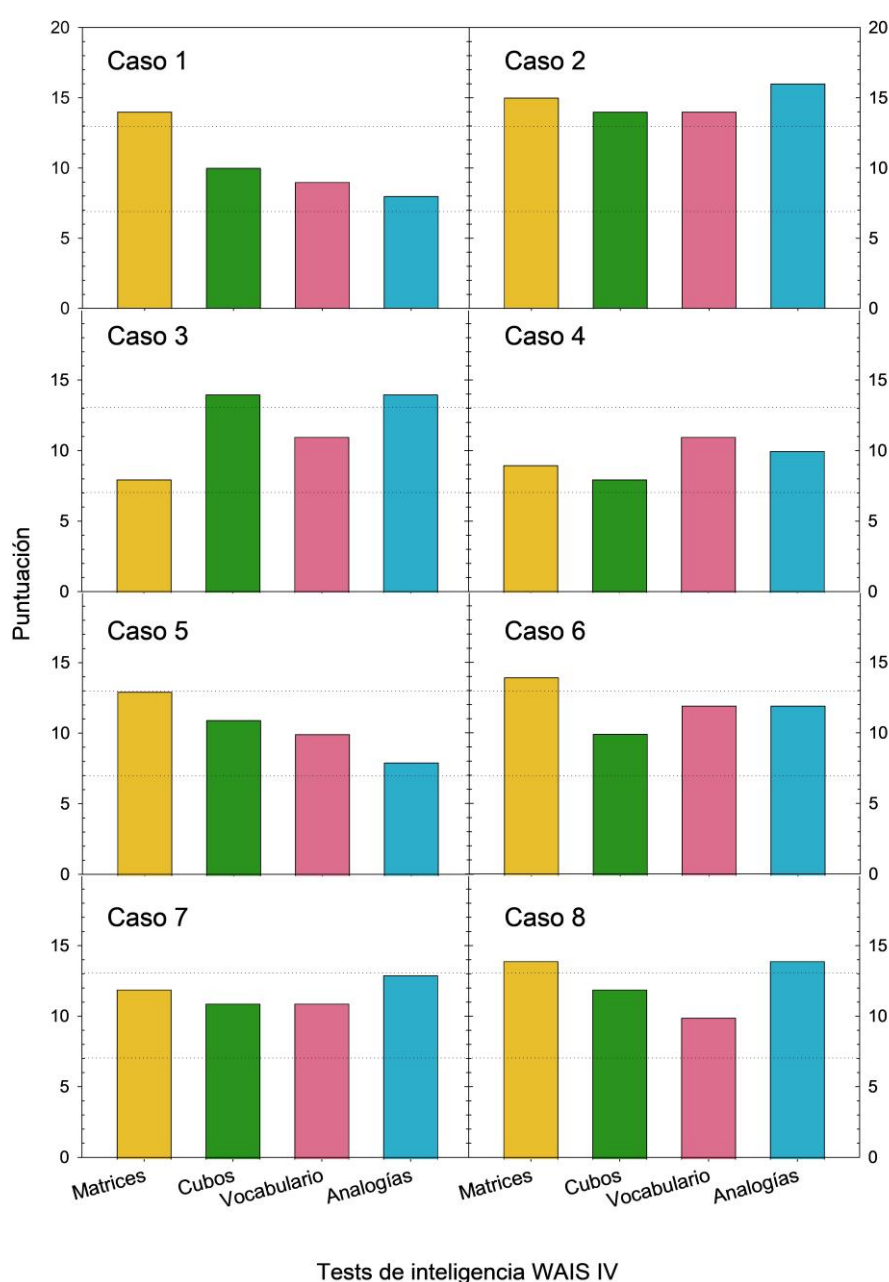
De las ocho personas evaluadas, tres obtuvieron un perfil atencional adecuado, con un buen balance entre la velocidad y la precisión en las tareas, sin presentar desatenciones ni fallas en el control inhibitorio de estímulos irrelevantes. Dos personas presentaron un perfil atencional alterado, ya que cometieron una significativa cantidad de errores por desatender estímulos relevantes y/o no lograr un adecuado control de los irrelevantes. Los tres restantes tuvieron dificultades para inhibir estímulos irrelevantes cuando la tarea que debían realizar era más compleja, por ser ambigua y requerir de otras funciones cognitivas para su resolución, como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, la formación de conceptos y el razonamiento abstracto, entre otras.

Al considerar globalmente el funcionamiento ejecutivo de las y los atletas, pareciera que presentan buenas capacidades en memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, mientras que en el control inhibitorio se encontraron resultados heterogéneos. Cuando se evaluó la capacidad para aprender de forma implícita de la experiencia, se encontró que la mayoría de las personas presentaron buenas habilidades para ello. Dos de los casos, el 3 y el 7, tuvieron dificultades en este sentido. Ambos casos difieren en el resto de los recursos cognitivos, ya que la persona del caso 3 probablemente pueda compensar este déficit reclutando otras funciones que se encontraron adecuadas.

Sin embargo, la persona del caso 7 posiblemente haga uso de sus recursos ejecutivos, que parecieran ser sus puntos fuertes, en contexto de dificultades encontradas en los procesos atencionales y en la memoria auditivo verbal. Las puntuaciones obtenidas en las pruebas que miden la memoria auditivo verbal tampoco resultaron homogéneas. Si bien en la mayoría de las y los atletas se encontró un funcionamiento adecuado, e incluso un punto fuerte para algunos, dos de ellos presentaron dificultades para incorporar la información en esta modalidad. Particularmente, estos casos fueron el 4 y el 7, ambos atletas de *freesyle*, que habían reportado antecedentes de traumatismos craneo-encefálicos.

**Figura 1.**

*Resultados de los subtests del WAIS IV expresados en puntaje escalar (Media= 10, Desvío Estándar=3).*



## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

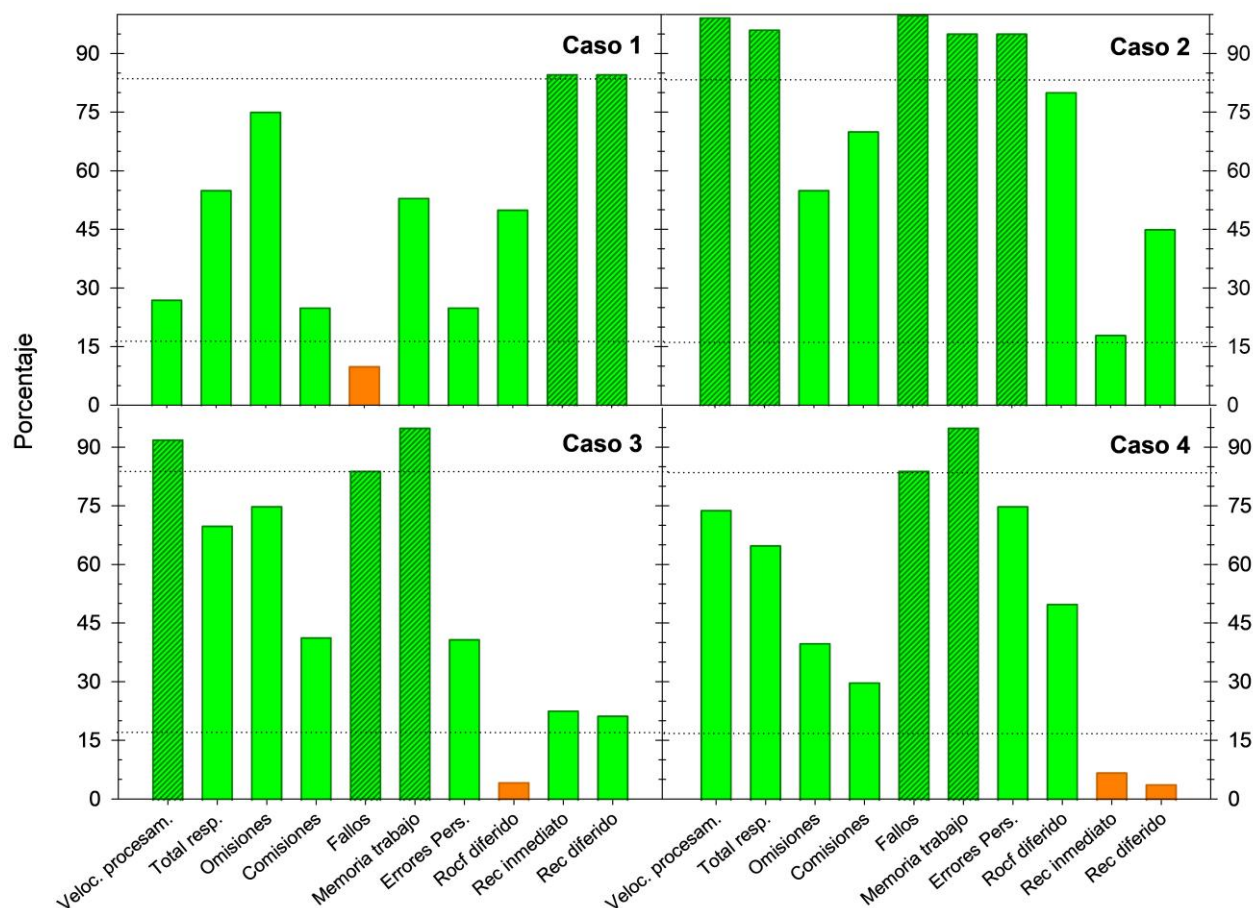
El total de las personas que realizan la disciplina *freestyle* en esquí o en *snowboard*, los casos 4, 6 y 7, reportaron historia de traumatismos cráneo-encefálicos. Como ya ha sido mencionado, dos de ellos obtuvieron en sus perfiles valores descendidos en la memoria auditivo verbal. Sin embargo, al comparar los perfiles neurocognitivos obtenidos por ellos y los esquiadores de fondo que no reportaron traumatismos encefálicos, no se observaron patrones de homogeneidad o heterogeneidad entre los mismos que sugieran que los traumatismos cráneo-encefálicos tuvieran una incidencia preponderante en los resultados.

No hubo similitudes en la muestra estudiada en cuanto al sexo ni a la edad de inicio en el esquí, sino que cada sujeto presentó características particulares.

En relación a las fortalezas y debilidades, se encontró que cada sujeto de la serie de casos presentó un perfil individual. Estos resultados sugieren que, en esta serie de casos, no se observan funciones cognitivas que puedan identificarse como fortalezas ni como debilidades a nivel grupal.

**Figura 2.**

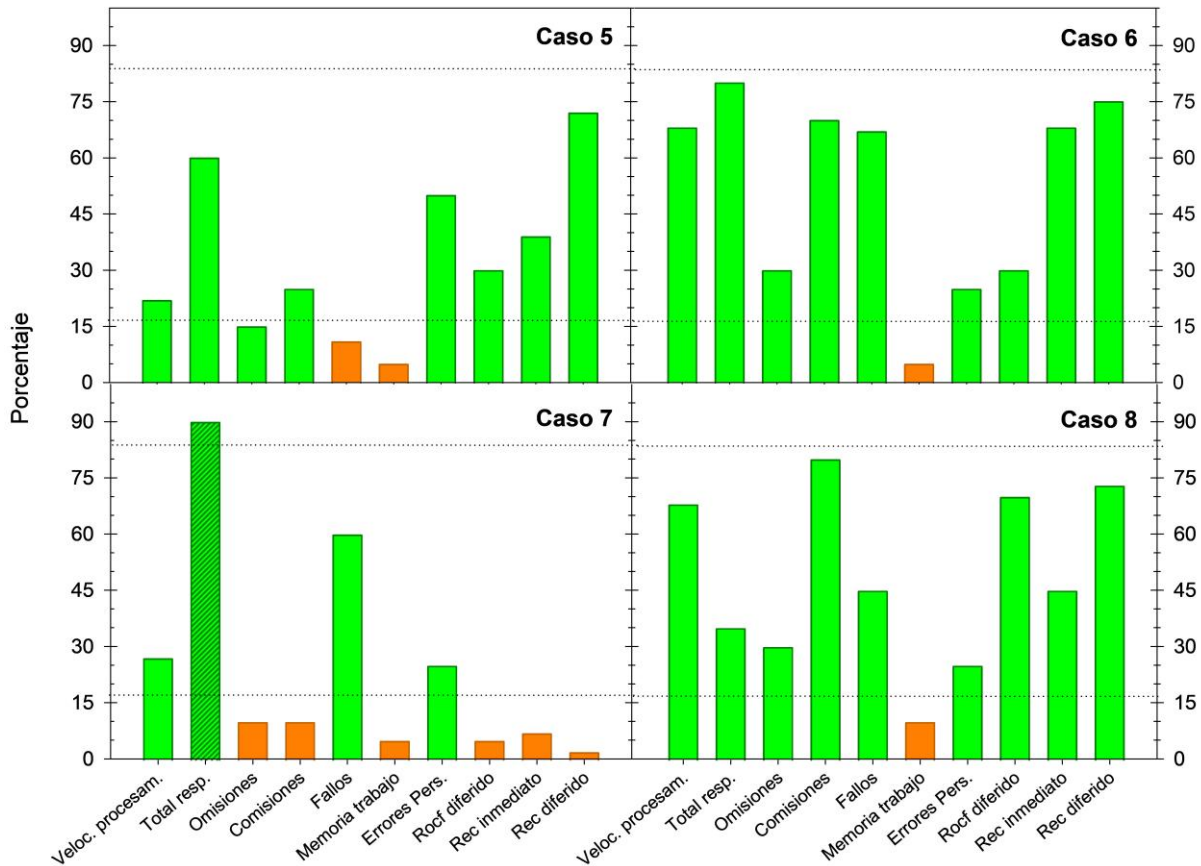
*Resultados de las pruebas neuropsicológicas administradas a los casos 1 a 4, expresados en percentiles.*



**Nota:** Los resultados obtenidos entre los percentiles 16 y 84 se consideran dentro del rango normal (líneas punteadas valores mínimos y máximos, respectivamente). Las barras verdes rayadas indican las puntuaciones por encima del promedio y las naranjas las que se encuentran por debajo del promedio.

**Figura 3.**

Resultados de las pruebas neuropsicológicas administradas a los casos 5 a 8, expresados en percentiles.



**Nota:** Los resultados obtenidos entre los percentiles 16 y 84 se consideran dentro del rango normal (líneas punteadas valores mínimos y máximos, respectivamente). Las barras verdes rayadas indican las puntuaciones por encima del promedio y las naranjas las que se encuentran por debajo del promedio.

Los resultados de los tests administrados se visualizaron mediante Caras de Chernoff (Figura 4). Al realizar una valoración de los perfiles neuropsicológicos obtenidos, se encontró un patrón de heterogeneidad entre ellos. En general, la totalidad de las y los atletas evaluados presentaron una adecuada velocidad de procesamiento de la información, así como también resultados óptimos en memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. Estos resultados sugieren que en estos dominios los casos fueron más homogéneos.

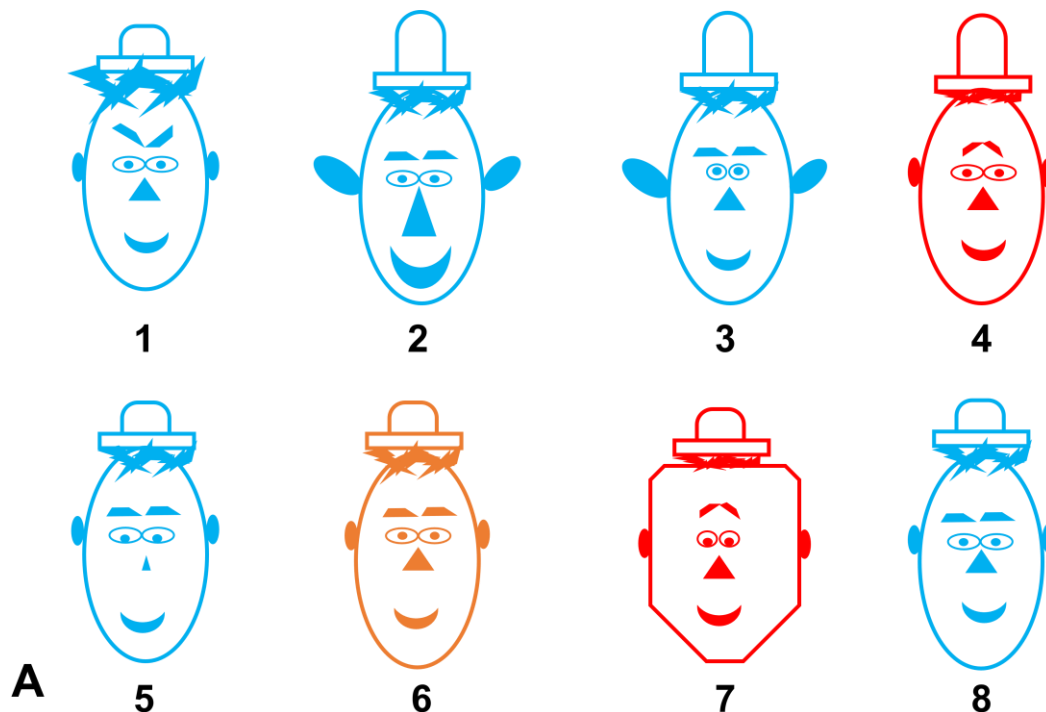
## DISCUSIÓN

El presente trabajo reportó ocho estudios de caso, conformados por atletas de elite que conforman equipos argentinos de esquí de fondo, *freeski* y *snowboard freestyle* pertenecientes a la FASA, en los cuales se describió el perfil neuropsicológico utilizando pruebas estandarizadas para tal fin. Adicionalmente, se determinaron las fortalezas y las debilidades cognitivas de cada perfil, con el objetivo de analizar la existencia de patrones de relación entre las y los participantes del estudio.

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

**Figura 4.**

Resultados de los tests aplicados a los ocho casos estudiados. (A) Representación mediante Caras de Chernoff de los casos.



**B**

			Bajo	Medio	Alto
1	Índice de velocidad de procesamiento	Tamaño oreja			
2	TR	Forma oreja			
3	Omisiones	Dirección pupilas			
4	Comisiones	Forma cara			
5	Fallos para mantener la actitud	Sombrero			
6	Índice de memoria de trabajo	Largo nariz			
7	Errores perseverativos	Forma boca			
8	Memoria ROCF	Tamaño ojos			
9	Recuerdo inmediato RAVLT	Cejas			
10	Recuerdo diferido RAVLT	Pelo			

**Nota:** Los colores representan esquí de fondo (celeste), snowboard (rojo) y freeski (naranja). (B) Asociación entre los tests y los rasgos



En general, los resultados mostraron patrones de homogeneidad en las medidas de inteligencia fluida y cristalizada, en la velocidad de procesamiento de la información, en la memoria de trabajo y en la flexibilidad cognitiva. Los procesos atencionales, el control inhibitorio, la capacidad de aprender implícitamente de la experiencia y la memoria auditivo- verbal, presentaron patrones heterogéneos entre los perfiles. Los resultados obtenidos, destacan la importancia de realizar evaluaciones que permitan conocer los perfiles de fortalezas y debilidades cognitivas para diseñar programas de entrenamiento físico y cognitivo que se ajusten a las necesidades individuales de cada atleta. Esta serie de casos presenta la ventaja de ofrecer datos y describir perfiles neurocognitivos evaluando varios dominios, lo cual puede resultar beneficioso para futuras investigaciones que se ocupen de estudiar la población que aquí se considera.

En esta investigación, los resultados obtenidos por las y los atletas en velocidad de procesamiento de la información fueron adecuados y homogéneos, lo cual difiere de los reportados en otros estudios en los que dicho componente puntuó por encima de la media (Finkenzeller et al., 2017; Yongtawee et al., 2022). En cuanto a las funciones ejecutivas, los casos de este estudio también tuvieron una performance homogénea y adecuada en general en memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, pero no así en control inhibitorio. Esto plantea otra diferencia con los hallazgos de Finkenzeller y su equipo, quienes encontraron que los atletas de su estudio rindieron por encima del promedio en tareas que reclutan memoria de trabajo. El control inhibitorio, sin embargo, presentó gran heterogeneidad entre los perfiles obtenidos aquí, siendo que en la mitad de los casos los valores fueron bajos. Estos resultados podrían ser acordes a los reportados por la investigación mencionada (Finkenzeller et al., 2017), en la cual se sugiere que el control inhibitorio no es una función que se ponga en juego en el esquí de forma preponderante, ya que el ambiente en el que se desarrolla es más bien estable, con poca variación entre los elementos (Finkenzeller et al., 2017; Krenn et al., 2018). Tanto los valores homogéneos promedio hallados en esta serie de casos, como los valores altos reportados en otros estudios en estos dominios, son coherentes con el requerimiento cognitivo del esquí de fondo y el freestyle. En estas disciplinas se necesita responder con rapidez y precisión a los estímulos ambientales, actualizando la información a medida que se producen cambios en el ambiente y modificando su posición corporal y sus estrategias para una adecuada resolución de problemas (Heilmann et al., 2022; Yongtawee et al., 2022). Por ejemplo, en el *freestyle*, tomar la decisión de cuándo es el momento preciso para iniciar un salto, detectando y considerando las modificaciones que se pudieron haber producido en las rampas por los otros competidores, podría decirse que es hasta de vital importancia. Una mala decisión en esos casos podría tener graves consecuencias. (Bjørndal y Slora, 2021; Sundqvist y Söderberg, 2020). En el esquí de fondo, las y los atletas también deben ser veloces y flexibles para percibir y adaptarse a cambios inesperados, ya sea a posibles modificaciones en el terreno como a las estrategias de los rivales (Huang et al., 2021).

Los resultados obtenidos al evaluar los procesos atencionales en esta serie de casos, mostraron resultados dispares. Si bien la mayoría de los participantes trabajó a una velocidad esperable y con buena precisión, algunos de ellos mostraron fallas asociadas a desatenciones y/o a control inhibitorio atencional. Se espera que atletas de esquí de fondo recluten mayor sostenimiento atencional, y los de *freestyle* mayor concentración, pero en cortos periodos (Bjørndal y Slora, 2021; Huang et al., 2021). Sin embargo, los casos estudiados aquí no presentaron patrones diferentes en los procesos atencionales según la disciplina que practican, aunque sería interesante estudiarlo más a fondo en investigaciones futuras incluyendo la activación física en campo, ya que algunos procesos atencionales se activan en dichas condiciones (Reigal et al., 2023).

El patrón obtenido en aprendizaje implícito y memoria auditivo-verbal fue heterogéneo, lo que sugiere que las personas que conformaron esta serie de casos presentan variabilidad en sus capacidades de aprendizaje.

Una limitación de este estudio es la falta de correspondencia entre los casos estudiados y la población de referencia, ya que existen escasas investigaciones sobre esquiadores de fondo y *freestyle*, y las que se encontraron incluyen a estos atletas en grupos diferentes de clasificaciones de deportes. Otra limitación se refiere a los dominios cognitivos evaluados, debido a que no se encontraron estudios que evalúen perfiles neurocognitivos sino algún dominio en particular. Además, la mayoría de las investigaciones compararon sus resultados con los de otros atletas, y no con

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

un grupo control (Joksimović et al., 2011; Grosu et al., 2014; Finkenzeller et al., 2017; Heilmann et al., 2022; Krenn et al., 2018; Yongtawee et al., 2022). Futuras investigaciones podrían reclutar mayor cantidad de participantes para realizar diseños experimentales y estudiar la presencia de patrones de homogeneidad o heterogeneidad de fortalezas y debilidades en el funcionamiento cognitivo de atletas de élite en deportes de invierno. También sería interesante estudiar los perfiles cognitivos en función con el rendimiento deportivo, y de ese modo conocer la existencia de asociaciones.

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta serie de casos, sugieren que los perfiles neurocognitivos de las y los atletas de esquí de fondo, *freestyle* y *snowboard freestyle* que forman parte de equipos argentinos en sus disciplinas, presentaron patrones heterogéneos en cuanto a fortalezas y debilidades cognitivas. Considerando que el funcionamiento cognitivo subyace a la conducta de todo ser humano, investigarlo en el deporte de alto rendimiento amplía una serie de intervenciones tendientes a aumentar el rendimiento en este contexto tan competitivo y marcado por la excelencia (Alfonso Mantilla, 2019). Hasta el momento, esta parece ser la primera incursión neuropsicológica en deportistas de esquí de fondo y *snowboarders* en Argentina. Se requieren más investigaciones específicas en estas disciplinas, para conocer cuáles son las funciones cognitivas dominantes en su práctica, y así fomentar intervenciones tendientes a potenciarlas.

### APLICACIONES PRÁCTICAS

Los resultados obtenidos sugieren que, frente a la heterogeneidad encontrada, resulta conveniente realizar planificaciones de entrenamientos individuales, según sea el perfil cognitivo de cada atleta, en virtud de potenciar las fortalezas y achicar la brecha con las debilidades. Para ello, se sugiere que las y los entrenadores adopten estrategias de enseñanza acordes a las facilidades de aprendizaje de cada atleta. Una perspectiva interesante que se abre es la de trabajar con el cuerpo de entrenadoras y entrenadores, para realizar capacitaciones sobre las distintas habilidades de aprendizaje y modalidades de enseñanza, acordes a ellas, como técnicas de aprendizaje implícito, la repetición, el aprendizaje por analogías, las instrucciones verbales y la retroalimentación, entre otras (del Campo et al., 2020, Soto-García y Oliver-Coronado, 2022; Otte et al., 2020).

Otra implicación que puede desprenderse de este estudio de casos, es la necesidad de tomar consciencia sobre las conmociones cerebrales en el deporte. En esta investigación se evidenció que los tres atletas de *freestyle* y *snowboard freestyle* tenían antecedentes de conmociones cerebrales. Si bien por el tipo de diseño no pueden establecerse resultados contundentes, alerta el hecho de que dos de ellos obtuvieron baja performance en la memoria auditivo verbal. Diversos estudios han demostrado que los traumatismos encéfalo-craneanos generan síntomas que pueden poner en riesgo a las y los atletas si no son tenidos en cuenta (Abeare et al., 2019; Echemendía et al., 2020; Guzmán Cortés et al., 2023; Wellm y Zentgraf, 2023), así como disminución de las capacidades cognitivas a largo plazo si las conmociones son repetitivas (Tsushima et al., 2019). Al respecto, se plantea la necesidad de realizar evaluaciones neurocognitivas en las y los atletas de *freestyle* previo al inicio de las temporadas. Estos datos tendrían la utilidad de ser plausibles de comparar con los de evaluaciones al momento de producirse la conmoción, y entonces decidir si la persona está en condiciones de continuar con la actividad.

### CONTRIBUCIÓN AUTORAL

Todos los autores/as son responsables de la autoría y tuvieron acceso completo a los datos y aceptaron el manuscrito final y la responsabilidad de enviarlo para su publicación. Victoria Raineri-Andersen: Conceptualización, Supervisión, Metodología, Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Redacción borrador, Redacción revisión y edición. Lucía Spraggon: Supervisión, Metodología, Redacción borrador. Aldo Calzolari: Curación de datos, Análisis formal, Visualización, Redacción borrador, Redacción revisión y edición.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación no tuvo financiamiento. Autoras y autor manifestamos no tener conflictos de interés. Parte de estos resultados formaron parte de la Tesis de Maestría en Neuropsicología Aplicada de Victoria Raineri-Andersen.

Se agradece especialmente a la FASA por facilitar el alcance a los casos analizados, así como a las y los atletas que participaron de este estudio.

## REFERENCIAS

1. Abeare, C., Messa, I., Whitfield, C., Zuccato, B., Casey, J., Rykalski, N., Erdodi, L. (2019). Performance validity in collegiate football athletes at baseline neurocognitive testing. *The Journal Of Head Trauma Rehabilitation*, 34(4), E20-E31. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000451>
2. Alfonso Mantilla, J. I. (2019). Neurociencia y entrenamiento en el deporte de alto rendimiento. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la actividad física y el deporte*, 8(2), 79-90. <http://dx.doi.org/10.24310/riccafd.2019.v8i2.6238>
3. Allard, F. y Burnett, N. (1985). Skill in sport. *Canadian Journal of Psychology/ Revue Canadienne de Psychologie*, 39(2), 294-312. <https://doi.org/10.1037/h0080063>
4. Anguera, M. T., Blanco Villaseñor, A., Hernández Mendo, A., Losada, J. L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63-76. <https://revistas.um.es/cpd/article/view/133241>
5. Arán-Filippetti, V., Krumm, G. L., Raimondi, W. (2015). Funciones ejecutivas y sus correlatos con inteligencia cristalizada y fluida: un estudio en niños y adolescentes. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 7(2), 24-33. <https://doi.org/10.5579/rnl.2015.0213>
6. Besi, R. y Robazza, C. (2004). Atención, selección y procesos cognitivos. En S. Tamorri (Ed.), *Neurociencias y Deporte*, 83-91. Barcelona: Paidotribo.
7. Bisagno, E., Morra, S. (2018). How do we learn to “kill” in volleyball?: The role of working memory capacity and expertise in volleyball motor learning. *Journal Of Experimental Child Psychology*, 167, 128-145. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.10.008>
8. Bjørndal, M., Slora, E. Z. (2021). What experiences do top athletes have with visualization as a training method in freeskiing? Tesis, The University of Western Norway. Disponible en: [hvlopen.brage.unit.no](http://hvlopen.brage.unit.no). Fecha de consulta: 1 julio 2023.
9. Bošnjak, S. (2001). The Declaration of Helsinki -The cornerstone of research ethics. *Archive of Oncology*, 9(3), 179-184.
10. Brickenkamp, R. (2002). d2, Test de atención. Madrid: Tea Ediciones.
11. Burin, D. I., Drake, M. A., Harris, P. (2007). Evaluación neuropsicológica en adultos. Buenos Aires: Paidós.

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

12. Caramés, J. M., Reigal, R. E., Morales-Sánchez, V., Pastrana-Brincones, J. L., Anguera, M. T., Hernández-Mendo, A. (2024). Neuropsychological analysis of anxiety and executive control of motor patterns in athletes and non-athletes. *Frontiers in Psychology*, 15, 1424152. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1424152>
13. Carbonell-Bernal, N., Hernández-Prados, M., Sarmiento, B. R., González-Castellón, E. M., Aguaded-Gómez, M. C., Álvarez-Núñez, J. A. (2021). Funciones ejecutivas y rendimiento futbolístico. Diseño y evaluación de un programa de intervención. *Retos* (42), 306-315. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86684>
14. Carnevale, D., Elferink-Gemser, M., Filgueiras, A., Huijgen, B., Andrade, C., Castellano, J., Vasconcellos, F. (2022). Executive functions, physical abilities, and their relationship with tactical performance in young soccer players. *Perceptual and Motor Skills*, 129(5), 1477-1491. <https://doi.org/10.1177/00315125221112233>
15. Chernoff, H. (1973). The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically. *Journal of American Statistical Association*, 68, 361-368. <https://doi.org/10.2307/2284077>
16. Cornelia, P., Grosu, E., Grosu, V., Negru, I., Alexandru, Z., Rozsnyai, R. (2024). Objectifying mental training in skiers through the use of pulse oximeter. En: Sirbu E. (Ed.). 9th International Conference of Universitaria Consortium - FEFSTIM: Physical Education, Sports and Kinesiotherapy - October 2023, Timisoara. <https://www.researchgate.net/publication/377814956>.
17. del Campo, V. L., González, C., Martín, J. M. (2020). La precisión del recuerdo de patrones de juego en jugadores infantiles (sub-13 años) de balonmano. *E-Balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 16(3), 159-166. <https://doi.org/10.17398/>
18. DeMarco, A., Barth, J. (2014). Historical perspectives of sport related concussion. En Echemendía. R. (Ed.), *The Oxford handbook of sports-related concussions*, 1-14. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199896585.001.0001>
19. Donka, D. B., Balogh, L. (2022). Examination of executive functions affecting sports performance in the context of athlete experience. *Stadium-Hungarian Journal of Sport Sciences*, 5(1):1-13. <https://doi.org/10.36439/shjs/2022/1/11318>
20. Durán, M. M. (2014). El estudio de caso en la investigación cualitativa. *Revista Nacional De Administración*, 3(1), 121-134. <https://doi.org/10.22458/rna.v3i1.477>
21. Echemendía, R. J., Thelen, J., Meeuwisse, W., Hutchison, M. G., Rizo, J., Comper, P., Bruce, J. M. (2020). Neuropsychological assessment of professional ice hockey players: a cross-cultural examination of baseline data across language groups. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(3), 240-256. <https://doi.org/10.1093/arclin/acz077>
22. FASA. Disciplinas. [www.fasa.org.ar](http://www.fasa.org.ar). Descargado el 26 de abril de 2022.
23. Fernández González, S., Paúl Lapedriza, N., Maestú Unturbe, F. (2003). El papel de la neuropsicología en la formación del psicólogo. *Edupsykhe*, 2(1), 67-80. <https://doi.org/10.57087/EDUPSYKHE.V2I1.3738>
24. Finkenzeller, T., Hofer, A., Amesberger, G. (2017). Inhibition and working memory of alpine skiers, soccer players and martial artists. *Science and Skiing VII*, 93-99. Meyer y Meyer Verlag.
25. Flórez, L. A., Acosta, D. S., Ochoa, D. A. R. (2016). Neuropsicología de la inteligencia limitrofe. *Cuadernos de Neuropsicología*, 10(2), 129-141. <https://doi.org/10.7714/CNPS/10.2.2017>

26. Furley, P., Wood, G. (2016). Working memory, attentional control, and expertise in sports: A review of current literature and directions for future research. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 415-425. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.05.001>
27. Gil, A. (2011). Características del funcionamiento neurocognitivo de un grupo de voleibolistas. *Ef Deportes Revista Digital*, 16, 163. <https://doi.org/10.46642>
28. Gligorović, M., Buha, N. (2013). Conceptual abilities of children with mild intellectual disability: Analysis of Wisconsin Card Sorting Test performance. *Journal of Intellectual and developmental Disability*, 38(2), 134-140. <https://doi.org/10.3109/13668250.2013.772956>
29. Grosu, E. F., Grosu, V. T., Popovici, C., Preja, C. A. (2014). The characteristics of attention in perceptual-motor disciplines: Alpine skiing and judo. 4th International Congress of Physical Education, Sport and Kinetotherapy (ICSPEK), Bukarest, Romania.
30. Grosu, E. F., Grosu, V. T., Moraru, C. E., Mihaiu, C. (2015). Specifics of state anxiety and attention in sport judo and Alpine skiin. 5th International Conference LUMEN 2014 Transdisciplinarity and Communicative Action LUMEN – TCA 2014 November 2014- Targoviste (Romania) Ed. Frunza A., Ciulei T., Sandu A.
31. Grosu, E. F., Motică, F. C., Ordean, M. N., Grosu, V. T. (2018). Increase performances in ski-biathlon by reducing anxiety stress using mental training techniques. The International Scientific Conference eLearning and Software for Education, 3, 268-273. <https://doi.org/10.12753/2066-026X-18-181>
32. Grosu, E. F., Grosu, V. T. (2021). Development of motor coordination and manual response in Alpine skiing through mental training. *Modern Perspectives in Language, Literature and Education*, 6, 134-140. <https://doi.org/10.9734/bpi/mplle/v6/10120D>
33. Guzmán-Cortés, J. A., Bernal, J., Villalva, A. F. (2023). Diferencias en el funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios amateurs con distintos niveles de experiencia y categoría de peso. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 23(1), 206-218. <https://doi.org/10.6018/cpd.483071>
34. Habekost, T., Ovesen, J., Madsen, J. B. (2024). Cognition in elite soccer players: a general model. *Frontiers in Psychology*, 15, 1477262. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1477262>
35. Harriss, D. J., MacSween, A., Atkinson, G. (2019). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2020 Update. *International Journal of Sports Medicine*, 40(13), 813-817. <https://doi.org/10.1055/a-1015-3123>
36. Heaton, R. K. (1993). Wisconsin Card Sorting Test manual. Madrid: PAR.
37. Heilmann, F., Weinberg, H., Wollny, R. (2022). the impact of practicing open-vs. closed-skill sports on executive functions - A meta-analytic and systematic review with a focus on characteristics of sports. *Brain Sciences*, 12(8), 1071. <https://doi.org/10.3390/brainsci12081071>
38. Huang, X., Wang, G., Chen, C., Liu, J., Kristiansen, B., Hohmann, A., Zhao, K. (2021). Constructing a talent identification index system and evaluation model for cross-country skiers. *Journal of Sports Sciences*, 39(4), 368-379. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1823084>
39. Huizinga, M., Van der Molen, M. W. (2007). Age-group differences in set-switching and set-maintenance on the Wisconsin Card Sorting Task. *Developmental neuropsychology*, 31(2), 193-215. <https://doi.org/10.1080/87565640701190817>



## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

40. Ivnik, R. J., Malec, J. F., Smith, G. E., Tangalos, E. G., Petersen, R. C., Kokmen, E., Kurland, L. T. (1992). Mayo's older Americans normative studies: updated AVLT norms for ages 56 to 97. *The Clinical Neuropsychologist*, 6(S1), 83-104. <https://doi.org/10.1080/13854049208401880>
41. Joksimović, D., Joksimović, A., Stanković, D., Hadzic, R. (2011). Cognitive abilities and precision in skiers and soccer players. *Acta Kinesiológica*, 5, 47-52. [www.actakin.com/PDFS/BR0501/SVEE/04%20CL%2010%20DJ.pdf](http://www.actakin.com/PDFS/BR0501/SVEE/04%20CL%2010%20DJ.pdf)
42. Koch, P., Krenn, B. (2021). Executive functions in elite athletes - Comparing open skill and closed skill sports and considering the role of athletes' past involvement in both sport categories. *Psychology of Sport and Exercise*, 55. <https://doi.org/10.16/J.PSYCHSPORT.2021.101925>
43. Krenn B., Finkenzeller, T., Würth S., Amesberger, G. (2018). Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, 38, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.002>
44. Laundgren, T., Högman, L., Näslund, M., Parling, T. (2016). Preliminary investigation of executive functions in elite ice hockey players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 10(4), 324-325. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2015-0030>
45. Lezak, M. (2004). *Neuropsychological assessment* (5ta ed.). Oxford University Press.
46. Li, Y. F., Gao, T., Luo, L. P., He, S. (2024). Comparative effects of open-skill and closed-skill sports on executive function in university students: a 16-week quasi-experimental study. *Frontiers in Psychology*, 15, 1457449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1457449>
47. Lovecchio, N. (2022). Sport practice and improvement in executive function. *Italian Journal of Health Education, Sports and Inclusive Didactics*, 6(1). <https://doi.org/10.32043/gsd.v6i1.506>
48. Ludyga, S., Mücke, M., Andrä, C., Gerber, M., Pühse, U. (2022). Neurophysiological correlates of interference control and response inhibition processes in children and adolescents engaging in open-and closed-skill sports. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 224-233. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.001>
49. Mantilla, J. I. A. (2019). Neurociencia y entrenamiento en el deporte de alto rendimiento. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 8(2), 79-90. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2019.v8i2.6698>
50. McCrimmon, A. W., Smith, A. D. (2013). Review of the Wechsler abbreviated scale of intelligence, (WASI-II). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 31(3), 337-341. <https://doi.org/10.1177/0734282912467756>
51. Méndez, A. (23 de septiembre de 2021). Tabla de Distribución Normal Estándar (Tabla Z). Recuperado el 31 de julio de 2023. <https://www.plandemejora.com/tabla-de-distribucion-normal/>
52. Miranda, A. R., Franchetto-Sierra, J., Martínez-Roulet, A., Rivadero, L., Serra, S. V., Soria, E. A. (2020). Age, education and gender effects on Wisconsin card sorting test: standardization, reliability and validity in healthy Argentinian adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 27(6), 807-825. <https://doi.org/10.1080/13825585.2019.1693491>

53. Möhring, W., Klupp, S., Ludyga, S., Grob, A. (2022). Executive functions in children engaging in open-and closed-skilled sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 61, 102218. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102218>
54. Otte, F. W., Davids, K., Millar, S. K., Klatt, S. (2020). When and how to provide feedback and instructions to athletes?-How sport psychology and pedagogy insights can improve coaching interventions to enhance self-regulation in training. *Frontiers in Psychology*, 11, 1444. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01444>
55. Rahimi A., Roberts S. D., Baker J. R., Wojtowicz M. (2022) Attention and executive control in varsity athletes engaging in strategic and static sports. *PLoS ONE* 17(4): e0266933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266933>
56. Raineri-Andersen V. (2024). Evaluación de las funciones cognitivas en un grupo de esquiadores y snowboarders de alto rendimiento de Argentina. Tesis Maestría, Universidad Hospital Italiano Buenos Aires, Argentina. <https://trovare.hospitalitaliano.org.ar>
57. Ramírez-Silva, W. (2003). Niveles de funcionamiento neuropsicológicos en jugadores de baloncesto. *Ef Deportes Revista Digital*, 9(66). <https://www.efdeportes.com/efd66/neurop.htm>. <https://doi.org/10.46642>
58. Reigal, R. E., Enríquez-Molina, R., Sánchez-García, C., Franquelo, M. A., Contreras-Osorio, F., Campos-Jara, C., Hernández Mendo, A., Morales-Sánchez, V. (2023). Efectos de una sesión de juegos reducidos basados en balonmano sobre la atención selectiva, sostenida y amplitud atencional en una muestra de adultos jóvenes. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 23(3). <https://doi.org/10.6018/cpd.563001>
59. Rey, A. (2003). Test de copia y de reproducción de memoria de figuras geométricas complejas, Manual (8va edición). Madrid: Tea Ediciones.
60. Ríos-Flórez, J. A., Jiménez-Tabares, J. S., Chalarca-Marulanda, A. S., Marín-Moreno, B. S. (2022). Influencia de la actividad deportiva en el funcionamiento ejecutivo de los lóbulos frontales. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 16(1), 1-10 <https://doi.org/10.5839/renp.2022.16.01.01>
61. Rivera, D., Perrin, P.B., Morlett, A., Galarza, F., Martínez, C., Garza, M.T. y Arango-Lasprilla, J.C. (2015). Rey-Osterrieth complex figure: Normative data for the Latin American Adult Population. *NeuroRehabilitation*, 37(4), 677-698. <https://doi.org/10.3233/NRE-151285>
62. Rosas, R., Tenorio, M., Pizarro, M., Cumsille, P., Bosch, A., Arancibia, S., Carmona-Halty, M., Pérez-Salas, C., Pino, E., Vizcarra, B., Zapata-Sepúlveda, P. (2014). Estandarización de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos: cuarta edición en Chile. *Psykhé* (Santiago), 23(1), 1-18. <https://dx.doi.org/10.7764/psykhe.23.1.529>
63. Sánchez-García, C., Morales-Sánchez, V., Reigal Garrido, R. E., Hernández-Mendo, A. (2024). Relaciones entre el tipo de deporte practicado y las funciones ejecutivas de control en niños y adolescentes: una revisión sistemática. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 24(2), 1–19. <https://doi.org/10.6018/cpd.604451>
64. Soto-García, D. S., Oliver-Coronado, J. F. (2022). Aplicación del conocimiento neurocientífico a un modelo sistémico de entrenamiento en balonmano. Una aproximación metodológica. *E-balonmano com Journal Sports Science*, 18(3), 201-210. <http://hdl.handle.net/10662/16551>
65. Sundqvist, C., Söderberg, P. (2020). The alpine freestyle national team's perspective on the relevance of the Phys profile for the sport: a qualitative interview study. Tesis. Recuperado de <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1449250&ydsid=3208> el 20 de julio de 2023.

## Funciones cognitivas en atletas de esquí y snowboard

66. Tyebkhan, G. (2003), Declaration of Helsinki: the ethical cornerstone of human clinical research. *Indian Journal of Dermatology Venereol Leprol*, May-Jun, 69(3), 245-247.
67. Tsushima, W. T., Ahn, H. J., Siu, A. M., Yoshinaga, K., Choi, S. Y., Murata, N. M. (2019). Effects of repetitive subconcussive head trauma on the neuropsychological test performance of high school athletes: a comparison of high, moderate, and low contact sports. *Applied Neuropsychology: Child*, 8(3), 223-230. <https://doi.org/10.1080/21622965.2018.1427095>
68. Vidarte Carlos, J. A., Gutiérrez Quintero, C. A., Ortega Parra, A. J., Caicedo Parada, S. A., Parra, J. H. (2020). Programa de entrenamiento deportivo sobre variables cognitivas en deportistas de selección colombiana de gimnasia artística. Serie de casos. *Sportis*, 6(2), 204-227. <https://doi.org/10.17979/sportis.2020.6.2.5737>
69. Wechsler, D. (2008). Wechsler adult intelligence scale (fourth edition). Pearson.
70. Weitzner, D. S., Pugh, E. A., Calamia, M., Roye, S. (2020). Examining the factor structure of the Rey auditory verbal learning test in individuals across the life span. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 42(4), 406-414. <https://doi.org/10.1080/13803395.2020.1741517>
71. Wellm, D., Zentgraf, K. (2023). Diagnostic tools for return-to-play decisions in sports-related concussion. *Journal of Concussion*, 7. <https://doi.org/10.1177/20597002231183234>
72. World Medical Association (2000). Ethical principles for medical research involving human subjects. World Medical Association Declaration of Helsinki 1964, amended by the 52nd WMA General Assembly, Edinburgh, Scotland, October. <https://doi.org/10.1310/GTFR-2DRX-M6YE-ELXR>
73. Yongtawee, A., Park, J., Kim, Y., Woo, M. (2022). Athletes have different dominant cognitive functions depending on type of sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2021.1956570>
74. Zamalloa, I., Iraurgi, I., Maruottolo, C., Mascaró, A., Landeta, O., Malda, J. (2016). Impulsividad y función ejecutiva en el trastorno límite de personalidad. *Actas Esp Psiquiatr*, 44(3), 113-118. <https://actaspsiquiatria.es/index.php/actas/article/view/918>.