



Universidad de la República  
Centro Universitario Región Este  
Instituto Superior de Educación Física  
“Prof. Alberto Langlade”- Maldonado

Impacto de las Artes Escénicas y Actividades Deportivas en las Funciones Ejecutivas en  
Personas con Síndrome Down

Seminario de Tesina “Entrenamiento Cognitivo en el Deporte de Rendimiento y en la  
Educación Física Adaptada”

**Titulares:**

García, Jessica.

Nuñez, María Eugenia.

Oliver, Maylín.

Pla, Matías.

**Docentes:**

Meléndez, José

Hernández, Facundo

**ÍNDICE DE CONTENIDOS GENERALES**

Introducción.....	5
Planteamiento del Problema.....	7
Justificación del Problema.....	8
Hipótesis.....	9
Pregunta.....	9
Marco teórico.....	10
Educación Física.....	10
Síndrome Down.....	10
Funciones ejecutivas.....	11
Test Go/No-Go.....	15
Artes escénicas.....	16
Teatro Pedagógico.....	17
Danza.....	18
Deporte.....	19
Fútbol.....	20
Karate.....	22
Taekwondo.....	22
Atletismo.....	23
Natación.....	24
Electroencefalografía.....	25
Potencial relacionado a eventos.....	26
Antecedentes.....	29
Objetivos.....	31
General.....	31
Específicos.....	31
Metodología.....	31
Contexto.....	31
Diseño y tipo de investigación.....	32
Población de estudio.....	33
Instrumento de medición y técnica.....	34
Procedimiento.....	36
Protocolo de evaluación.....	36
Análisis estadístico.....	37
Resultados.....	38
Estadísticas.....	55
Discusión.....	56
Conclusión.....	59

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.....	36
Figura 2.....	39
Figura 3.....	40
Figura 4.....	41
Figura 5.....	42
Figura 6.....	43
Figura 7.....	44
Figura 8.....	45
Figura 9.....	46
Figura 10.....	47
Figura 11.....	48
Figura 12.....	49
Figura 13.....	50
Figura 14.....	51
Figura 15.....	52
Figura 16.....	53
Figura 17.....	54

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tipos de onda según su frecuencia y voltaje.....	26
Tabla 2. Criterio de inclusión y exclusión.....	33
Tabla 3. Descripción de los electrodos.....	34
Tabla 4. Comparación de amplitudes condición Go/No-Go.....	55
Tabla 5. Comparación grupo de AD vs grupo SAD en el electrodo FC5.....	55

### Resumen

El síndrome de Down (SD) es una condición genética que afecta el desarrollo físico, cognitivo y motor, generando discapacidad intelectual y dificultades en funciones ejecutivas (FE), una de las funciones que se encuentra disminuida es el control inhibitorio (CI). Estimular estas funciones es clave para promover la autonomía y el desarrollo integral de esta población. La presente investigación analizó la relación entre la actividad eléctrica cerebral (AEC) y el CI en personas con SD, comparando los efectos de la práctica deportiva y las artes escénicas. Con un enfoque cuantitativo y diseño transversal-correlacional, participaron 24 personas con SD divididas en dos grupos según su actividad habitual: deportes (fútbol, karate, natación, taekwondo) o artes escénicas (danza y teatro). Se utilizó un casco de electroencefalografía (EEG) de 14 canales durante la realización del paradigma visual Test Go/No-Go, junto con instrumentos antropométricos. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en los potenciales relacionados con eventos (ERP), particularmente en los componentes P200, N260 y N290. El grupo que realiza actividades deportivas mostró mayor amplitud del N290 en la condición No-Go, lo que sugiere una activación más eficiente de los mecanismos inhibitorios. Estos hallazgos indican que el entrenamiento deportivo podría favorecer el CI en personas con SD. Por lo tanto, la práctica deportiva aportaría beneficios neurocognitivos relevantes y se recomienda su inclusión en programas terapéuticos y educativos.. Futuras investigaciones deberían considerar muestras más amplias y diseños longitudinales.

*Palabras claves:* síndrome de Down (SD), funciones ejecutivas (FE), control inhibitorio (CI), actividad eléctrica cerebral (AEC), electroencefalografía (EEG), potenciales relacionados con eventos (ERP), actividades deportivas (AD), sin actividades deportivas (SAD).

## Impacto de las Artes Escénicas y Actividades Deportivas en las Funciones Ejecutivas en Personas con Síndrome Down

Como futuros profesionales de la educación física, es imprescindible revisar constantemente nuestras prácticas pedagógicas para responder a las demandas emergentes de una realidad global caracterizada por profundas transformaciones. En un contexto donde la tecnología avanza sin pausa, los referentes deben renovar de manera continua sus herramientas y habilidades de gestión, para garantizar así una enseñanza y prácticas de alta calidad. Al mismo tiempo, resulta esencial incorporar la perspectiva de la inclusión, adaptando metodologías y recursos a las diversas necesidades específicas, ya sean de carácter físico, cognitivo o sensorial que podemos encontrar en el campo profesional. Este enfoque no solo promueve la equidad y el acceso de todos los participantes, sino que también prepara al docente para diseñar planificaciones acordes a la amplia diversidad de requerimientos presentes en el ámbito laboral.

El control inhibitorio (CI), entendido como la capacidad de suprimir respuestas automáticas ante estímulos irrelevantes, se encuentra alterado en personas con síndrome de down (SD), lo cual limita la regulación de la conducta, la atención sostenida y la adaptación a demandas complejas de la vida diaria (Diamond, 2013 ; Asociación Uruguaya de Síndrome de Down [ADdU], 2024). Esta deficiencia en funciones ejecutivas (FE) se traduce en impulsividad, respuestas erráticas en tareas que requieren planificación y menor autonomía en el ámbito escolar, laboral y social.

Ante esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo comparar la actividad eléctrica cerebral (AEC) en personas con SD que asisten a la Asociación Down de Maldonado. Busca analizar el impacto de estas prácticas en las funciones ejecutivas (FE), enfocándose especialmente en el control inhibitorio (CI). Para ello, se establecieron criterios

de inclusión que contemplan factores como la edad, la participación en actividades artísticas o deportivas, y la ausencia de otras patologías o síndromes. A partir de estos criterios, se conformaron dos grupos: uno integrado por participantes que realizan actividades deportivas (AD), tales como fútbol, karate, natación y taekwondo; y otro conformado por quienes practican artes escénicas, como danza y teatro pedagógico. Este segundo grupo será referido en adelante como sin actividades deportivas (SAD).

A partir de este planteamiento, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué diferencias existen en la AEC de personas con SD que realizan actividades deportivas y las que realizan artes escénicas como danza y teatro, durante el test Go/ No-Go? Para dar respuesta a esta interrogante, se formulan dos hipótesis: la hipótesis nula sostiene que no hay diferencias en la AEC entre ambos grupos; mientras que la hipótesis alternativa plantea que sí existen diferencias significativas en dicha actividad cerebral según el tipo de práctica realizada.

El propósito final de esta investigación es aportar evidencia que permita comprender qué impacto tienen las prácticas de distintas actividades deportivas o artísticas en el desarrollo de FE en personas con SD. A su vez, busca orientar a profesionales de la educación y el deporte en el diseño de planificaciones eficaces cuando se enfrentan a desafíos vinculados a déficits en estas funciones, fomentando una enseñanza más adaptada y significativa.

El abordaje se realiza mediante un paradigma visual Go/No-Go adaptado para la población con SD, empleando un sistema de electroencefalografía portátil (Emotiv Eporc de 14 canales) para registrar potenciales relacionados con eventos, específicamente el P200, N260 y N290 y comparar sus amplitudes/latencias entre los grupos de AD y SAD. Un estudio realizado por Soltani et al. (2023) demostró que dicho test presenta una adecuada

consistencia interna y estabilidad test–retest en personas con SD, lo que avala su idoneidad para detectar variaciones en el funcionamiento ejecutivo de esta población.

### **Planteamiento del Problema**

El Síndrome de Down (SD) es una condición genética caracterizada por la presencia de un cromosoma 21 adicional, lo que conlleva alteraciones en el desarrollo cognitivo y motor. Entre sus principales afectaciones se encuentran la discapacidad intelectual, dificultades atencionales, deficiencias en la memoria de trabajo y un procesamiento de la información más lento, lo que impacta su capacidad de aprendizaje y adaptación (Moreno-Vivot, 2012; Manrique Niño et al., 2020).

Las personas con SD presentan un coeficiente intelectual por debajo de la media y alteraciones en las funciones sensoriales, lo que dificulta la identificación de información relevante. Asimismo, muestran menor control inhibitorio (CI), impulsividad y baja tolerancia a la frustración, lo que afecta su desempeño en tareas que requieren planificación y regulación de respuestas (Fernández, et al., 2012).

Dado que las funciones ejecutivas (FE) son clave en la práctica de actividades artísticas y deportivas, esta investigación analizará la relación entre la actividad eléctrica cerebral (AEC) y el CI en personas con SD. Basado en el modelo de FE de Tirapu Ustárroz et al. (2017), el estudio comparará a quienes practican deportes con quienes participan en artes escénicas, con el objetivo de identificar si existe un impacto directo de estas actividades en el desarrollo del CI.

### **Justificación del Problema**

En los últimos años, los cambios en los paradigmas sociales han impulsado un esfuerzo creciente por incluir a personas con diversas condiciones en ámbitos como el empleo, la educación y el deporte. Las funciones ejecutivas (FE) juegan un rol fundamental en las actividades cotidianas de las personas, entre ellas, el control inhibitorio (CI) es una FE esencial para la regulación de conductas, emociones y decisiones.

El CI en personas con síndrome down (SD) se encuentra afectado, lo que impacta en su capacidad para regular impulsos, mantener la atención y ejecutar tareas de forma adecuada. Por lo tanto, la estimulación y el desarrollo de esta habilidad es crucial para su autonomía y adaptación social. En este contexto, las prácticas deportivas y artísticas cobran una relevancia central como herramienta de desarrollo integral. Más allá de sus beneficios físicos, impactan profundamente en el ámbito cognitivo, personal y social, especialmente en personas con discapacidad intelectual.

Desde la neuropsicología deportiva, se ha estudiado la relación entre actividad física y FE, pero los estudios específicos en población con SD siguen siendo limitados. Profundizar en esta relación permitirá comprender mejor los efectos diferenciales del deporte y las artes escénicas en el CI, contribuyendo a la generación de estrategias que potencien su desarrollo.

La presente investigación es relevante por su enfoque en el entrenamiento cognitivo en la educación física adaptada, más precisamente en las FE en personas con SD, considerando la perspectiva de la educación física como eje central. En el contexto de la formación de la Licenciatura de Educación Física en el Instituto Superior de Educación Física de Maldonado, se evidencia la ausencia de un trayecto específico relacionado con la salud, lo que limita una profundización adecuada en unidades curriculares como Educación Física Inclusiva y

Educación Física Adaptada a Poblaciones Especiales. Esta falta de formación adecuada dificulta el trabajo efectivo con personas que presentan SD u otras patologías.

Los hallazgos de esta investigación podrían tener implicaciones para la adecuada planificación, en personas con SD, proporcionando una base de conocimientos más amplia para un enfoque integral que pueda incluir deportes y artes escénicas.

### **Hipótesis**

En las hipótesis formuladas, las funciones ejecutivas (FE), con énfasis en el control inhibitorio (CI), se definen como la variable dependiente. Como variables independientes se consideran el deporte y las artes escénicas, específicamente la danza y el teatro, mientras que el Síndrome Down (SD), junto con la cantidad y el tipo de actividades realizadas, actúan como variables intervinientes.

#### **Hipótesis nula**

No hay diferencias en la actividad eléctrica cerebral (AEC) de personas con SD que realizan actividades deportivas y las que realizan artes escénicas como danza y teatro.

#### **Hipótesis alternativa**

Existen diferencias en la AEC de personas con SD que realizan actividades deportivas y las que realizan artes escénicas como danza y teatro.

#### **Pregunta**

¿Qué diferencias existen en la AEC de personas con SD que realizan actividades deportivas y las que realizan artes escénicas como danza y teatro, durante el test Go/ No-Go?

## **Marco teórico**

### **Educación Física**

A lo largo de la historia la educación física, como práctica, se ha definido de diferentes maneras, existiendo multiplicidad de trayectos asociados con una diversidad de líneas de pensamiento y enfoques. Esto implica que hayan existido tantos conceptos como prácticas se han observado. Según Parlebas (2009), la educación física se distingue por su intervención en las conductas motrices de los alumnos. Las ciencias de la vida y las ciencias humanas han demostrado que la totalidad de la personalidad se manifiesta durante las actividades corporales. Las diversas dimensiones de la personalidad, tanto orgánicas y afectivas como relacionales y cognitivas, se movilizan durante la acción motriz. De este modo, al intervenir en el juego corporal, fomentar el placer de actuar y movilizar los procesos de decisión y comunicación en la praxis, la educación física puede influir significativamente en la personalidad y el desarrollo del niño.

La conducta motriz es el denominador común de todas las prácticas físicas, ya sea atletismo, natación, deportes colectivos, juegos tradicionales o actividades al aire libre. En todas estas situaciones, el objetivo inmediato de los participantes es de tipo motor. La conducta motriz, por ende, confiere su identidad a la educación física, que puede definirse de manera sencilla como una pedagogía de las conductas motrices (Parlebas, 2009).

### **Síndrome Down**

Según la Asociación Uruguaya de Síndrome de Down (ADdU, 2024) el síndrome down (SD) es la principal causa de discapacidad intelectual y la alteración genética humana más frecuente. Es una condición genética que se produce de forma espontánea, sin que exista una causa aparente sobre la que se pueda actuar para impedirlo, causada por la presencia de

un cromosoma extra o una parte de éste. Es por esto que en lugar de presentar 46 cromosomas, las personas con esta condición tienen 47 debido a la presencia de un cromosoma adicional. Existen tres variantes principales de esta alteración: la trisomía 21 libre, que corresponde al 95% de los casos; la translocación, presente en un 4%; y el mosaicismo, que se da en el 1% de las situaciones (Moreno-Vivot, 2012). En general las personas muestran algunas características comunes pero cada individuo es singular, con una apariencia, personalidad y habilidades únicas. Tendrán muchos rasgos físicos propios de su familia, además de los característicos de la trisomía y distintos niveles de discapacidad intelectual. Este síndrome no es una enfermedad, por lo tanto no existen grados en esta condición, pero el efecto que la presencia de esta alteración produce en cada persona es muy variable. Está presente en todas las etnias y todos los países, con una incidencia de una cada 600-700 concepciones (ADdU, 2024).

En Uruguay, según el primer relevamiento nacional de personas con SD realizado por la ADdU y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) / Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2000, el total estimado de población con esta condición genética era de unas 2.500 personas. En el mundo se estima un total de seis millones de personas (ADdU, 2024). Los cálculos indican que entre el 30% y 40% de las personas con discapacidad intelectual, pueden tener afectadas las Funciones Ejecutivas (FE).

### **Funciones ejecutivas**

Luria (1966, como se menciona en Barroso y León-Carrión, 2002) destacó por primera vez la importancia del área prefrontal como una superestructura responsable de regular y coordinar las diversas funciones cerebrales. Este autor describe dichas capacidades como “conjunto de capacidades que hacen que el pensamiento se transforme en las diferentes

acciones necesarias para funcionar de forma organizada, flexible y eficaz, encargándose de adaptar al individuo a las diferentes situaciones nuevas que le acontecen” (p.28).

El término fue propuesto posteriormente por Muriel Lezak. Según el autor, las funciones ejecutivas (FE) se “refieren a la capacidad del ser humano para formular metas, planificar objetivos y ejecutar conductas de un modo eficaz” (Portellano, et al, 2009, p.21). Diversos investigadores se han enfocado en estudiar las FE y sus componentes, siendo uno de los modelos más destacados en la actualidad el del autor Tirapu-Ustárroz (Tirapu-Ustárroz, et. al. 2017). Es importante mencionar, que si bien los procesos cognitivos funcionan en red, el modelo plantea 7 componentes para poder estudiarlos con mayor profundidad y entender el desarrollo de los mismos, estos son: memoria de trabajo (MT), velocidad de procesamiento (VP), fluidez verbal (FV), control atencional (CA), flexibilidad cognitiva (FC), planificación y control inhibitorio (CI).

La MT se refiere a un sistema que no solo almacena información, sino que también es capaz de procesarla y reorganizarla (Tirapu-Ustárroz & Luna-Lario, 2008). Este proceso involucra una interacción entre la atención y la memoria a corto plazo. Inicialmente, la información se codifica y se mantiene por un período de tiempo determinado. Una vez que se accede a esta información, se manipula siguiendo una premisa previamente establecida, generando como resultado una respuesta que puede ser expresada de forma verbal o visual (Tirapu-Ustárroz y Muñoz-Céspedes, 2005). Tirapu-Ustárroz y Luna-Lario (2008) describen que el modelo fue desarrollado inicialmente por Baddeley y Hitch, pero afirman que ha sufrido una reformulación en el año 2000, donde se identifican subcomponentes diferenciados dentro de la memoria de trabajo: el bucle fonológico, la agenda visoespacial, el ejecutivo central y el buffer episódico.

De acuerdo con Ríos-Lagos (2004, citado en Tirapu, et. al. 2017) la VP se refiere a la cantidad de información que puede ser procesada en un determinado período de tiempo, así como a la rapidez con que se pueden realizar diversas operaciones cognitivas. Además, implica el tiempo que transcurre desde la aparición de un estímulo hasta la ejecución de una respuesta.

Según Petersen & Posner (2012), dentro del campo de la psicología cognitiva, la atención se clasifica en tres tipos principales: la sostenida, la selectiva y la dividida. La atención sostenida se refiere a la habilidad de mantener la concentración en un estímulo o actividad durante un período prolongado de tiempo. Por otro lado, la atención selectiva implica la capacidad de centrarse exclusivamente en una tarea o fuente de información, bloqueando posibles distracciones. Finalmente, la atención dividida permite atender simultáneamente a varias actividades, distribuyendo los recursos cognitivos de manera eficiente. El CA se define como la habilidad para enfocar de manera selectiva la atención en un estímulo particular (Bausela, 2014).

La FC se refiere a la capacidad de adaptarse a nuevas actividades, manejar cambios en las rutinas, aprender de los errores cometidos y desarrollar estrategias alternativas. Además, abarca habilidades como la realización de múltiples tareas simultáneamente y la gestión de procesos relacionados con el almacenamiento temporal de información, como ocurre en la memoria de trabajo (Bausela, 2014).

La FV implica la capacidad de una persona para expresarse de manera espontánea, sin errores en el acceso léxico. En síntesis, se refiere a la elocución precisa y rápida del lenguaje oral. Este proceso requiere habilidades como la rapidez para variar respuestas, autocontrol, memoria para seguir reglas, aplicación de estrategias efectivas e imaginación creativa (Lezak,

et al. 2004). Además, demanda flexibilidad cognitiva, motivación para completar la tarea, y control inhibitorio para evitar palabras que no estén relacionadas con el sentido del mensaje que se desea transmitir.

Existen dos tipos principales de fluidez verbal: la fonológica y la semántica. La fluidez fonológica está asociada a la activación de procesos ejecutivos que permiten implementar estrategias para buscar palabras según su forma fonética. En contraste, la fluidez semántica se centra en la capacidad de acceder y recuperar información de la memoria semántica (Tirapu-Ustárrroz, et al., 2017).

La planificación se entiende como la habilidad de anticipar o prever el resultado de una acción para resolver un problema de manera efectiva. Asimismo, esta capacidad facilita la identificación y organización de las acciones y pasos requeridos para alcanzar un objetivo (Lezak, et al., 2004).

El CI es definido como la habilidad para inhibir una respuesta a nivel motriz, afectivo o representacional (Stelzer, et al. 2010). Implica la capacidad de gestionar la propia atención, comportamiento, pensamientos y emociones para superar una fuerte inclinación interna o la atracción de estímulos externos. Esto permite priorizar lo que es más adecuado o necesario en un determinado contexto. Stelzer, et al. (2010) mencionan que los déficits en los mecanismos de CI se relacionan con diversos trastornos conductuales y psicopatológicos. Por otro lado, un desarrollo adecuado de estos procesos se asocia con la adquisición de ciertas competencias sociales y el alcance de logros académicos significativos.

Según Diamond (2013), es una capacidad cognitiva que regula la conducta, la atención, las emociones y los pensamientos en situaciones donde existen predisposiciones internas. Su función es gestionar los impulsos frente a los estímulos del entorno, permitiendo

tomar decisiones y modificar el comportamiento según las circunstancias. En lo que respecta a la atención, el CI posibilita la selección de un estímulo específico al tiempo que suprime distracciones y elementos irrelevantes. A pesar de que ciertos estímulos visuales o auditivos pueden captar nuestra atención, la elección de centrarse en uno u otro depende de los objetivos, las intenciones y la capacidad atencional de la persona.

Un aspecto fundamental de este mecanismo es el autocontrol, ya que implica la regulación de las emociones y la conducta, considerando la tendencia a actuar impulsivamente o a ceder ante tentaciones. Esta capacidad permite moderar la búsqueda de gratificación y placer dentro del marco de las normas sociales establecidas (Diamond, 2013).

### **Test Go/No-Go**

Existen diversos tipos de tareas diseñadas para evaluar el control inhibitorio, las cuales pueden clasificarse en función de las características de los estímulos presentados, las respuestas requeridas, el tipo de conflicto implicado y el proceso inhibitorio que se desea medir. Según las características del estímulo, estas pueden dividirse en verbales, cuando se utilizan palabras o instrucciones escritas como disparadores, y no verbales, cuando los estímulos son imágenes, sonidos u otras señales sensoriales. En cuanto al tipo de respuesta, las tareas pueden ser declarativas, cuando requieren una decisión o juicio consciente, o motrices, cuando implican una acción física como presionar un botón o realizar un movimiento. Respecto al conflicto implicado, se puede distinguir entre distracción, cuando la tarea incluye estímulos irrelevantes que compiten con los relevantes, e interferencia proactiva, en la que respuestas previas afectan la capacidad de inhibir una conducta en el momento actual. Por último, el proceso inhibitorio puede centrarse en el control atencional, relacionado con la capacidad de enfocar la atención en estímulos relevantes mientras se ignoran los

distractores, o en la supresión de respuestas, que implica inhibir conductas automáticas o prepotentes (Espy & Bull, 2005, citado en Stelzer, et al., 2010).

Las pruebas Go/No-Go (acción/inhibición) fueron introducidas por Alexander Luria como un método rápido y relativamente confiable para evaluar el funcionamiento global del área prefrontal (Portellano et al., 2009). En esta línea, Stelzer et al. (2010) enfatizan que el test Go/No-Go es una herramienta específica diseñada para evaluar la supresión de respuestas. Este test emplea estímulos no verbales, como figuras, colores o sonidos, que actúan como disparadores de respuestas motrices. Los participantes deben ejecutar una acción concreta, como presionar un botón, ante la aparición de un estímulo objetivo (Go) y, simultáneamente, inhibir dicha acción cuando se presenta un estímulo no objetivo (No-Go). Este diseño permite medir la capacidad del individuo para controlar impulsos automáticos y responder de manera selectiva a los estímulos relevantes.

### **Artes escénicas**

Las Artes Escénicas abarcan una amplia gama de expresiones que se desarrollan dentro de un espacio escénico, como teatro, danza, música, circo y otras formas innovadoras como el performance o el soundpainting. En los últimos años, estas disciplinas han ganado gran importancia en la sociedad, debido a que están presentes tanto en los espacios físicos como virtuales, y sirven para dar visibilidad a problemáticas sociales contemporáneas. Estas prácticas favorecen el aprendizaje significativo, estimulan las funciones cognitivas y promueven la creatividad, la sensibilidad y la imaginación. Además, las artes escénicas son fundamentales para la formación de la personalidad, la expresión tanto individual como colectiva, y son un excelente medio para fomentar valores ciudadanos y la conciencia de grupo (Motos, 2022).

### **Teatro Pedagógico**

El Teatro, como expresión y desarrollo de las artes escénicas, tiene un carácter elitista, ya que se basa en procesos de selección y casting para elegir a los más aptos con el fin de lograr la mejor representación posible. En contraste, el Teatro Pedagógico no funciona como un mecanismo de producción de obras teatrales, sino que integra diversas artes con el propósito de mejorar la calidad de vida de las personas. Por ello, en lugar de centrarse en seleccionar a quienes cumplen ciertos criterios, promueve la inclusión (González Martínez, 2017).

El Teatro Pedagógico (TP) se define como una herramienta psicoeducativa que tiene una doble finalidad: educativa y terapéutica. En su dimensión educativa, el TP busca desarrollar el potencial de las personas mediante acciones que mejoran sus capacidades. En su dimensión terapéutica, favorece procesos de transformación y ayuda al cambio personal. Este enfoque se centra en el desarrollo de competencias, entendidas como saberes aplicados a contextos diversos (académicos, sociales y profesionales), promoviendo un aprendizaje práctico y significativo que mejora la calidad de vida del sujeto (González Martínez et al., 2019).

Este enfoque busca prevenir el deterioro de capacidades mediante la estimulación constante y el aprendizaje a lo largo de la vida. A través del TP, se fomenta la adquisición y mantenimiento de habilidades prácticas para la vida diaria y comportamientos adaptativos que puedan ser generalizados a distintos contextos (familiar, social y laboral). Según Morín (1991, citado en González Martínez et al., 2019), el TP permite representar situaciones reales mediante dramatización, facilitando que los participantes aprendan habilidades sociales, gestionen emociones y desarrollen comportamientos prosociales.

El TP no busca preparar actores, directores y escenógrafos, sino estimular al individuo para que tome conciencia de sí mismo, de los demás y de su entorno, orientando su propósito al desarrollo personal y grupal mediante técnicas teatrales (González Martínez, 2017).

Según González Martínez et al., (2019) el TP ofrece beneficios significativos para las personas con síndrome de Down, al mejorar su desarrollo integral. A través de este enfoque, se fortalecen diversas competencias que incluyen la motriz, expresiva-comunicativa, social y artística. La competencia motriz se desarrolla mediante la regulación consciente del movimiento y la integración de aspectos perceptivos y emocionales. La expresiva-comunicativa se fomenta al utilizar el cuerpo como creativo, mientras que la competencia social instrumento se refuerza a través de la interacción directa con otros, promoviendo conductas positivas. Además, se estimula la competencia artística al promover la imaginación y creatividad, lo que ayuda a resolver problemas de manera innovadora.

## **Danza**

Según Ferreira Urzúa (2009) la danza se configura como un proceso dinámico de movimiento intencional mediante el cual el ser humano establece una relación continua de adaptación e interacción con su entorno. Desde la etapa prenatal, el individuo se halla inmerso en un universo de estímulos que impulsan sus procesos de crecimiento, maduración y aprendizaje a lo largo de toda la vida. Al emplearse como recurso pedagógico, la danza no solo moviliza el cuerpo, sino que articula de manera simultánea y sinérgica las dimensiones cognitiva, social, motora y físico-energética del desarrollo humano, favoreciendo el fortalecimiento de las funciones intelectuales, comunicativas, expresivas y las cualidades físicas necesarias para la ejecución del movimiento. Este enfoque educativo de la danza ofrece un marco integrador que promueve el desarrollo integral del individuo, estimulando

capacidades intelectuales y socioafectivas al tiempo que optimiza el control y la expresividad corporal. De este modo, la danza trasciende la mera secuencia de gestos para convertirse en una herramienta formativa que potencia el aprendizaje significativo, la creatividad y la autonomía, contribuyendo de manera relevante al bienestar y la plenitud personal.

## **Deporte**

Según Castejón (2001, citado en Robles, et al., 2009) el deporte es definido como una actividad física en la que la persona realiza y controla voluntariamente una serie de movimientos, utilizando sus características individuales y/o colaborando con otros. Esta actividad permite competir consigo mismo, con el entorno o con otros, con el objetivo de superar sus propios límites. Todo esto se hace respetando siempre unas normas establecidas y, en algunas situaciones, puede implicar el uso de ciertos materiales para su práctica.

Hernández Moreno (1994, citado en Robles, et al., 2009) resalta ciertos aspectos que definen el concepto de deporte. Según el autor, se origina como un juego de naturaleza lúdica que requiere actividad física y habilidades motoras complejas. Además, incluye un componente competitivo donde se busca superar una marca o a uno o varios adversarios. El deporte también debe seguir reglas codificadas y estandarizadas. Finalmente, el autor menciona que debe estar regulado por instituciones oficiales, como federaciones. Esta actividad puede realizarse individualmente o en equipo, y tiene como objetivo mejorar la salud, el estado físico, el rendimiento atlético o simplemente proporcionar entretenimiento y diversión.

Los deportes pueden ser clasificados según Blázquez y Hernández (1984, citado en Robles, et al., 2009) en cuatro grandes grupos: deportes psicomotrices o individuales, deportes de oposición, deportes de cooperación y deportes de cooperación-oposición.

## **Fútbol**

Según Teodorescu (1983, como se menciona en Pino Ortega, 2002) el Fútbol se caracteriza por ser una actividad de naturaleza lúdica, competitiva y dinámica, en la que los veintidós jugadores que integran los dos equipos participan en una interacción de oposición. En este contexto, ambos equipos actúan como colectivos organizados que planifican y ejecutan estrategias en función de su adversario, desarrollando comportamientos condicionados por la relación ataque-defensa. Esta dinámica convierte al fútbol en una forma específica de práctica social, compuesta por múltiples formas de acción e interacción. La cooperación interna entre los integrantes de un equipo se produce dentro de un marco de enfrentamiento constante con el oponente, quien, a su vez, también busca romper dicha cooperación mediante acciones coordinadas (Pino Ortega, 2002).

Con el fin de comprender mejor su estructura y dinámica, se analiza el fútbol dentro del ámbito deportivo. Para determinar su lógica interna, se identifican seis componentes esenciales. El primero de ellos es el reglamento, cuya función es normativizar la práctica mediante reglas comunes que garantizan la sociabilidad del juego y la equidad en las oportunidades (Pino Ortega, 2002).

El segundo componente es el espacio, elemento indispensable para cualquier práctica deportiva. Según Parlebas (1988 como se menciona en Pino Ortega, 2002) todo ejercicio deportivo se desarrolla dentro de un área delimitada, donde cada acción queda confinada a los límites de ese espacio; fuera de ellos, la práctica carece de propósito.

La tercera dimensión corresponde a las acciones técnicas, es decir, los gestos motores visibles que los jugadores utilizan para resolver los problemas surgidos en el juego. Estas acciones revelan la interacción entre la motricidad y la percepción, ya que el sistema motor y

el sensorial interactúan de forma recíproca e inseparable (Mahlo, 1969 como se menciona en Pino Ortega, 2002).

En cuarto lugar, se encuentra la comunicación motora, fundamental en el Fútbol, ya que permite la interacción entre los integrantes de un equipo y también con los adversarios. Esta comunicación no verbal se expresa a través de señales, gestos y símbolos que sustituyen el lenguaje hablado y permiten el desarrollo de jugadas (Pino Ortega, 2002)

El quinto componente es el tiempo. A mayor tiempo disponible para percibir, analizar y ejecutar una acción técnico-táctica, menor será la probabilidad de error, ya que el jugador podrá seleccionar la respuesta más adecuada a la situación de juego (Pino Ortega, 2002).

Por último, la sexta vertiente es la táctica y la estrategia, que pueden analizarse desde dos enfoques: uno comunicacional, que busca aplicar modelos propios de la teoría de la comunicación, y otro dualista, que representa las interacciones dialécticas entre cooperación y oposición (Pino Ortega, 2002).

El juego posee una lógica interna evidente, que se manifiesta en el proceso cognitivo que los jugadores desarrollan durante el juego. En situaciones reales, los jugadores realizan constantemente análisis, comparaciones y tomas de decisiones con gran rapidez. Este pensamiento no queda en el plano teórico, sino que se traduce en acciones concretas. Según Teodorescu (1984, como se menciona en Pino Ortega, 2002), estos procesos mentales se distinguen no solo por su rapidez, sino por la capacidad de interrelacionar situaciones, lo cual estimula la atención distribuida y la previsión de acciones futuras.

## **Karate**

El karate es una disciplina marcial tradicional que integra atención, fuerza, respiración, equilibrio, postura y movimiento para superar a un oponente. Se trata de una práctica psicofísica donde se armonizan habilidades cognitivas y motrices con el objetivo de alcanzar las metas del practicante (Pinillos, 2016).

Según la RAE (2024) el karate lo define y contextualiza su origen como una modalidad de lucha japonesa, basada en golpes secos realizados con el borde de la mano, los codos o los pies, y que es fundamentalmente un arte de defensa.

## **Taekwondo**

El Taekwondo se practica bajo dos enfoques principales. El primero, basado en los métodos tradicionales, considera este arte marcial como un medio de superación personal. Su objetivo principal es ayudar a los practicantes a superar sus propias limitaciones físicas y psíquicas, adaptándose a las características individuales de edad, género y contextura. Este enfoque promueve valores como cortesía, integridad, perseverancia, autocontrol, respeto y disciplina, buscando formar personas con principios éticos sólidos que puedan aplicar en todos los ámbitos de su vida. Además, fomenta el autoconocimiento, lo que permite a los alumnos alcanzar la auto-superación (Abad, 2010).

Por otro lado, el enfoque deportivo enfatiza las competencias técnicas y el entrenamiento para la competición. Aunque prioriza superar a un contrincante, este método mantiene los valores esenciales del arte marcial, como el autocontrol, el respeto y la disciplina. La participación en entrenamientos específicos y competiciones, desde niveles locales hasta internacionales, depende de la evaluación del profesor sobre la madurez y el progreso del alumno.

Desde una perspectiva física, Abad (2010) afirma que el Taekwondo busca un desarrollo integral, mejorando tanto las cualidades volitivas (voluntad, esfuerzo, cooperación) como las físicas (fuerza, equilibrio, agilidad, coordinación, velocidad y resistencia). Este arte marcial trabaja la armonía entre cuerpo y mente, impactando positivamente en diversos sistemas del organismo y fomentando el bienestar general. A nivel mental, potencia la autoestima, la confianza y la seguridad personal. Además, se destacan sus beneficios para combatir problemas respiratorios, musculares y emocionales, así como el estrés.

### **Atletismo**

Según Mazzeo & Mazzeo (2008) el término atletismo puede definirse como el conjunto de movimientos, tanto naturales como contruidos, que incluyen caminar, correr, saltar y lanzar, adaptados al contexto competitivo.

Los movimientos naturales hacen referencia a aquellas acciones básicas que forman parte de la conducta humana, como caminar o correr, y que permiten al individuo manifestarse socialmente de diversas maneras. Por otro lado, los movimientos contruidos surgen al incorporar técnicas específicas a estas acciones básicas, con el fin de optimizar el rendimiento físico del ser humano y maximizar sus capacidades. En esencia, estas técnicas se desarrollan para mejorar el desempeño personal del atleta (Mazzeo & Mazzeo, 2008).

Desde un punto de vista educativo, el atletismo es una herramienta esencial para contribuir al desarrollo integral de la persona. Su origen cultural y universalidad lo convierten en una actividad presente en todas las sociedades (Mazzeo & Mazzeo, 2008).

Aunque comúnmente se asocia el atletismo con récords y competencias rigurosas, su alcance es mucho más amplio dentro de la educación física. Por esta razón, es fundamental distinguir entre el atletismo escolar o formativo, y el atletismo de élite o competitivo.

Mientras que el primero se centra en el desarrollo integral de los estudiantes en diferentes etapas evolutivas, el segundo está dirigido a un grupo selecto de personas que persiguen objetivos específicos en el ámbito deportivo. A pesar de estas diferencias, ambos enfoques están interrelacionados, ya que el atletismo formativo debe sentar las bases para que, si el alumno lo decide, pueda más adelante enfocarse en la búsqueda de logros deportivos y superación personal (Mazzeo & Mazzeo, 2008).

### **Natación**

Según la Real Academia Española (RAE, 2024), la natación se define, en primer lugar, como la acción y efecto de nadar. En segundo lugar, como la práctica o deporte que consiste en nadar. Finalmente, en su tercera acepción, describe a la natación como un deporte olímpico que se realiza en una piscina y comprende diversas modalidades: pruebas de velocidad, sincronización, saltos y waterpolo.

Según Brum y Santos (2020, como se cita en Geamonond, 2020) la natación es uno de los deportes individuales más populares a nivel mundial, tanto por sus comprobados beneficios para la salud integral como por la oportunidad que ofrece de desarrollar habilidades en un entorno completamente diferente al habitual.

La natación tiene efectos positivos en la capacidad atencional, beneficiando tanto a principiantes como a expertos. Esta actividad permite a los practicantes mantener la atención en diversas situaciones. Además, una planificación adecuada y desarrollada en condiciones óptimas proporciona a los alumnos herramientas adicionales que trascienden sus habilidades motrices y cognitivas, favoreciendo su desempeño en distintas etapas del proceso de enseñanza, como el aprendizaje, el entrenamiento y la competición (Geamonond, 2019).

## **Electroencefalografía**

La electroencefalografía (EEG) es una técnica funcional de exploración del sistema nervioso central (SNC) que permite registrar la actividad eléctrica cerebral (AEC) en tiempo real. Este término, acuñado por Hans Berger en 1929, describe el registro de las fluctuaciones eléctricas del cerebro captadas por electrodos fijados al cuero cabelludo. La señal eléctrica se origina en las células piramidales de la corteza cerebral, las cuales funcionan como diminutos dipolos eléctricos cuya polaridad varía según el impulso inhibitorio o excitatorio recibido. Para registrar la AEC en diversas regiones cerebrales a través de la superficie craneal, se colocan electrodos que captan la diferencia de potencial entre ellos.

La EEG estudia y analiza los campos eléctricos cerebrales, considerando su topografía, polaridad y variación espacio-temporal, mediante la amplificación de las diferencias de potencial entre los electrodos receptores de la señal. Los electrodos pueden situarse en el cuero cabelludo (EEG estándar), en la superficie cortical (EEG cortical) o dentro del cerebro (EEG de profundidad). El EEG estándar es una exploración indolora y no invasiva, que se realiza colocando electrodos de superficie adheridos al cuero cabelludo mediante un gel conductor, siguiendo el sistema internacional 10-20. Cada canal de registro mide la diferencia de voltaje entre dos electrodos (uno activo y otro de referencia). Generalmente, se utilizan de 16 a 24 derivaciones en cada montaje. Existen dos tipos básicos de montajes: bipolar y monopolar. El montaje bipolar registra la diferencia de voltaje entre dos electrodos situados en áreas de AEC, mientras que el montaje monopolar registra la diferencia de potencial entre un electrodo ubicado en una zona cerebral activa y otro situado en un área sin actividad o neutra, como el lóbulo de la oreja, o bien la diferencia de voltaje entre un electrodo en una zona activa y el promedio de varios electrodos activos (Ramos et al., 2009).

El análisis de estas señales permite aplicaciones en diversas áreas, como el control mental en interfaces cerebro-computadora, investigación psicológica, y monitoreo del estado emocional del usuario.

**Tabla 1**

*Tipos de onda según su frecuencia y voltaje.*

Tipo de onda	Voltaje	Frecuencia	Estado mental
Delta	10-50 $\mu$ V	0.5 - 4 Hz	Hipnótico, meditación
Theta	10-100 $\mu$ V	4 - 7.5 Hz	Vigilia, plenitud, armonía
Alfa	100-150 $\mu$ V	8 - 13- Hz	Relajación, tranquilidad.
Beta	150-200 $\mu$ V	14 - 16 Hz	Alerta máxima, vigilante
Gamma	+200 $\mu$ V	> 30 Hz	Estado de estrés y confusión

*Nota:* Tipos de onda (Sanei, 2013).

### **Potencial relacionado a eventos**

A lo largo del tiempo, la señal de la electroencefalografía (EEG) exhibe oscilaciones caracterizadas por elevaciones y descensos, conocidas como componentes. La polaridad de estos componentes indica la naturaleza de la actividad neuronal en un rango temporal determinado: una polaridad positiva refleja actividad excitatoria, mientras que una polaridad negativa sugiere una respuesta inhibitoria (Haro, 2022).

La denominación de los componentes se basa en su polaridad y tiempo de aparición. La letra "P" indica una dirección positiva, mientras que la letra "N" señala una dirección negativa. El número asociado puede representar su posición dentro de la secuencia de la onda o su latencia en milisegundos tras la presentación del estímulo. Por ejemplo, "P1" corresponde

a la primera respuesta positiva después del estímulo, "N1" a la primera negativa y "P2" a la segunda positiva, y así sucesivamente.

Además, existe otra convención que nombra los componentes en función del tiempo exacto en el que alcanzan su máxima amplitud tras el estímulo. Bajo este criterio, una negatividad con un pico máximo a los 170 milisegundos se denomina "N170" (Haro, 2022).

Para desarrollar los potenciales relacionados con eventos (ERP) tomaremos el artículo de Donchin (1979) el cuál describe que cuando se colocan dos electrodos en la superficie del cráneo humano y se amplifican las señales registradas, se obtiene un patrón de variaciones del voltaje en el tiempo, conocido como EEG. La amplitud normal de estas señales varía aproximadamente entre  $-100$  y  $+100$   $\mu\text{V}$ , con una frecuencia de hasta 40 Hz o menos. Si se presenta un estímulo al sujeto y se define un segmento del EEG que comienza unos 100 milisegundos antes y termina unos 1000 milisegundos después del estímulo, dentro de este segmento se observarán cambios en el potencial eléctrico cerebral relacionados específicamente con el estímulo. Estos cambios se denominan ERP. Para ello en esta investigación y para desarrollar un análisis de estos potenciales se registra en la frecuencia de (200 ms antes del estímulo y 500 ms después) y se aplicarán 240 estímulo en un período de 500 ms). (Donchin, 1979).

Los ERP reflejan la actividad que se origina dentro del cerebro. Sin embargo, las relaciones entre lo que sucede en el cerebro y lo que se observa en el cráneo no se comprenden completamente. Es importante destacar que los ERP registrados en el cráneo representan campos eléctricos asociados a la actividad de grupos de neuronas. Para que estas neuronas generen campos eléctricos detectables en el cráneo, deben activarse simultáneamente y tener una disposición geométrica que permita que sus campos eléctricos se sumen. Las formas de onda registradas en el cráneo son principalmente una reflexión de los

potenciales dendríticos post-sinápticos, más que de los potenciales de acción axonal (Donchin, 1979).

En algunas áreas del cerebro, como la corteza cerebral, las neuronas están dispuestas perpendicularmente a la superficie cortical y tienen la misma orientación, lo que favorece la suma de su actividad eléctrica. En otras áreas, como el tálamo, las neuronas están organizadas de manera que los campos eléctricos producidos se cancelan entre sí, volviéndose indetectables en el EEG (Donchin, 1979).

La complejidad de la actividad cerebral registrada en el cráneo puede dificultar su análisis. Sin embargo, al registrar la diferencia de voltaje entre dos puntos en relación a un punto "neutro" o de referencia en este caso el hueso occipital, es posible detectar diferencias regionales en el cráneo. Además, al filtrar las señales, se puede reducir la actividad fuera de la frecuencia seleccionada. Por ejemplo, la actividad de alta frecuencia suele ser atribuible a los músculos (como los músculos extraoculares y maseteros), mientras que la actividad a 60 Hz corresponde al "ruido eléctrico" producido por la electricidad en los cables. Filtrando estas frecuencias, podemos centrarnos en aquellas por debajo de 60 Hz, donde se encuentra la actividad neuronal deseada (Donchin, 1979).

Los ERP son cambios de voltaje dentro de un segmento del EEG relacionado con un estímulo. Tienen una amplitud del orden de microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), en comparación con las ondas del EEG, que son de decenas de  $\mu\text{V}$ . Para extraer la señal correspondiente a los ERP y eliminar el "ruido eléctrico", es necesario utilizar técnicas de procesamiento de señales. La técnica más común es promediar múltiples repeticiones. Esto implica registrar varios segmentos del EEG, cada uno asociado con un estímulo específico, y calcular su promedio. Se

asume que los eventos no fijos en el tiempo aparecerán al azar y se eliminarán durante el promedio, dejando solo las ondas fijas en el tiempo (Donchin, 1979).

Una limitación del procedimiento de promediación es que no proporciona un registro directo del ERP producido por eventos individuales; por lo tanto, no se puede comparar directamente con otras mediciones. Sin embargo, existen mecanismos desarrollados para estimar el ERP para cada evento relevante. El método más simple implica utilizar filtros (analógicos o digitales) para eliminar señales por encima o por debajo del rango deseado. (Donchin, 1979).

### **Antecedentes**

El estudio de los procesos inhibitorios asociados al procesamiento emocional ha sido un tema central en la psicología cognitiva y neurociencia, debido a su relevancia para comprender la interacción entre cognición y emoción. Investigaciones previas han explorado cómo las emociones afectan los mecanismos de control inhibitorio (CI), y viceversa, identificando implicaciones significativas en el ámbito clínico y educativo.

Soltani et al. (2023) realizaron un estudio titulado *Propiedades psicométricas de las medidas de control inhibitorio entre jóvenes con síndrome de Down*, en el que se analizaron diversas herramientas para evaluar el CI en esta población. La investigación muestra que los instrumentos utilizados, incluido el Test de Go/No-Go, presentan propiedades adecuadas en cuanto a consistencia interna y estabilidad test-retest, lo que permite considerar estos métodos como apropiados para detectar diferencias en el funcionamiento ejecutivo.

El trabajo de Soltani et al. (2023) respalda la aplicación de pruebas neuropsicológicas estandarizadas en poblaciones con características particulares, y sugiere que la combinación de estas pruebas con técnicas adicionales, como el registro de electroencefalografía (EEG),

puede proporcionar una visión más completa de la actividad eléctrica cerebral (AEC) relacionada con las funciones cognitivas y motoras. Este estudio establece una base que facilita el desarrollo de intervenciones dirigidas a mejorar el control inhibitorio en jóvenes con Síndrome de Down (SD).

Para el siguiente antecedente se tomará el estudio realizado por Gajewski y Falkenstein (2013) titulado *Effects of Task Complexity on ERP Components in Go/NoGo Tasks*, en el cual examinaron cómo la complejidad de una tarea influye en la AEC medida a través de potenciales relacionados con eventos (ERP). Utilizando EEG, analizaron la respuesta neuronal en tareas de Go/No-Go con distintos niveles de dificultad, evaluando la modulación de los componentes N2 y P3, que están estrechamente relacionados con el CI y la toma de decisiones.

Los resultados indicaron que el aumento en la complejidad de la tarea se asocia con cambios significativos en la latencia y amplitud de estos componentes, reflejando una mayor demanda cognitiva cuando las exigencias de inhibición son más elevadas. Este estudio proporciona evidencia sobre la influencia de la dificultad de la tarea en los procesos neurocognitivos de inhibición de respuesta, lo que resulta relevante para investigaciones que buscan analizar el CI en poblaciones con particularidades cognitivas.

La investigación de Gajewski y Falkenstein (2013) sirve de referencia en estudios que combinan pruebas conductuales con EEG, ya que ofrece un marco de referencia sobre cómo la complejidad de la tarea afecta la AEC. Estos hallazgos pueden contribuir a la interpretación de datos en poblaciones con dificultades en el CI, como jóvenes con SD, permitiendo una mejor comprensión de los mecanismos neurales involucrados en la regulación de respuestas.

## **Objetivos**

### **General**

Analizar la relación de la actividad eléctrica cerebral (AEC) de las personas con síndrome down (SD) que realizan actividades deportivas y las que realizan artes escénicas como danza y teatro.

### **Específicos**

Determinar la AEC de personas con SD que realizan deportes y artes escénicas como danza y teatro.

Comparar la AEC de personas con SD que realizan deportes y artes escénicas como danza y teatro.

Interpretar los resultados de la AEC de personas con SD que realizan deportes y artes escénicas como danza y teatro.

## **Metodología**

### **Contexto**

La presente investigación es realizada por estudiantes del Instituto Superior de Educación Física - Universidad de la República del Uruguay, dicho proceso tomó lugar en el departamento de Maldonado en el año 2024, en la sede de la Asociación de Down de Maldonado ubicada en Simón del Pino y Colonia.

El objetivo de este estudio se centró en analizar la relación de la actividad eléctrica cerebral (AEC) de las personas con Síndrome Down (SD) que realizan actividades deportivas y las que realizan artes escénicas como danza y teatro. El enfoque metodológico se centra en el control inhibitorio (CI), para ello se utilizaron herramientas de electroencefalografía (EEG)

y el test Go/No-Go que permitió registrar datos sobre el rendimiento cognitivo de los participantes.

### **Diseño y tipo de investigación**

La presente investigación es de corte transversal, Según Hernández et al., (2014) los diseños transversales implican la recopilación de datos en un solo momento específico. Estos diseños tienen como objetivo describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un punto determinado en el tiempo, similar a capturar una "fotografía" de lo que está sucediendo. Pueden abarcar varios grupos, objetos o situaciones y se caracterizan por la recolección de datos en un momento único.

Se compararon dos grupos: un grupo que realiza actividades deportivas (AD) y otro grupo que realiza artes escénicas, como danza y teatro el cuál se denomina sin actividad deportivas (SAD).

A su vez, es un estudio transversal-correlacional, estos pueden limitarse a establecer asociaciones entre variables sin determinar una dirección de causalidad o bien analizar las relaciones causales en profundidad. Cuando se centran en relaciones no causales, se basan en planteamientos e hipótesis correlacionales. Por otro lado, si buscan evaluar conexiones causales, se fundamentan en planteamientos e hipótesis causales (Hernández et al., 2014).

La misma es de carácter cuantitativo, debido a que se centra en la recolección y análisis de datos para evaluar el CI de personas con SD. El uso de herramientas como el EEG y el test Go/No-Go permite obtener medidas objetivas y cuantificables de la AEC y de la capacidad de inhibición de respuestas.

### **Población de estudio**

Está compuesta por 24 sujetos caracterizados con un rango de edad promedio de  $26 \pm 9$  años, una talla  $1,50 \text{ m} \pm 18 \text{ cm}$ , peso  $63,78 \text{ kg} \pm 31,42 \text{ kg}$ . El grupo AD se conformó por 15 individuos con SD que asisten a la Asociación de Síndrome Down de Maldonado, los cuales realizan actividades deportivas (fútbol, karate, natación y taekwondo). El grupo SAD se conformó por 9 individuos que también asisten a la Asociación de Down de Maldonado y practican artes escénicas (danza y teatro).

El Grupo AD es caracterizado por el promedio de talla  $1,51 \text{ m} \pm 13 \text{ cm}$ , peso  $66,30 \text{ kg} \pm 28,9 \text{ kg}$ , e IMC  $29,1 \pm 15 \text{ kg/m}^2$ , con una edad promedio de  $26 \pm 9$  años.

El Grupo SAD es caracterizado por el promedio de talla  $1,47 \text{ m} \pm 15 \text{ cm}$ , peso  $60,25 \text{ kg} \pm 25,05 \text{ kg}$  e IMC  $27,4 \pm 10,2 \text{ kg/m}^2$  y una edad promedio de  $27 \pm 7$  años.

Para determinar quiénes podían realizar la evaluación, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 2

*Criterio de inclusión y exclusión.*

Inclusión	Exclusión
Tener entre 15 y 35 años.	No cumplimiento con los criterios de inclusión.
Individuos diagnosticados con síndrome down.	Presentar otra patología.
Concurrir a la Asociación Down de Maldonado y/o a la escolita de fútbol “abriendo caminos”.	No realizar ninguna actividad (deporte, artes escénicas).
Carnet de salud vigente.	Menor a 15.

### **Instrumento de medición y técnica**

Los instrumentos utilizados fueron: tallimetro, báscula digital, impedanciometro de mano para antropometría (OMRON bf 306), laptop, y casco de EEG modelo Emotiv EPOC de 14 canales.

De acuerdo con Chávez, et al. (2016) el EMOTIV EPOC es un sistema portátil de electroencefalografía (EEG) de alta resolución, ampliamente utilizado en la investigación de interfaces cerebro-computadora. Este dispositivo permite la medición en tiempo real de seis estados cognitivos distintos: entusiasmo (excitación), interés (importancia), estrés (frustración), compromiso/aburrimiento, atención (enfoque) y meditación (relajación).

El auricular EPOC X EEG es un sistema de detección neuroeléctrica que capta y amplifica ondas cerebrales generadas por diferentes “acciones” mentales. Este dispositivo es capaz de obtener las señales de los 14 canales (tabla 3). Posicionados según el sistema estándar 10/20, y dos electrodos de referencia que se ubican en la apófisis mastoides de cada lado, con resolución 16 bits, frecuencia de muestreo 256 Hz y ancho de banda de 0,2 a 45 Hz.

Tabla 3

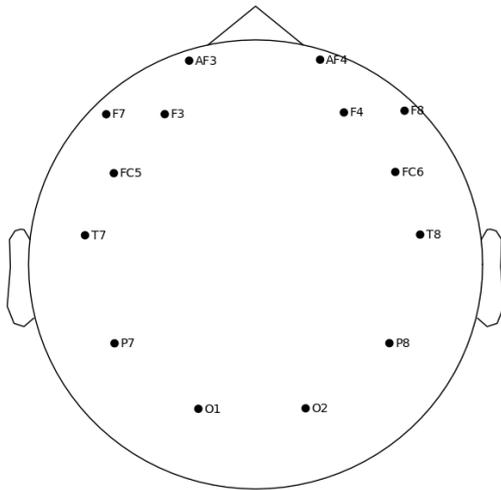
#### *Descripción de los electrodos*

Canal	Ubicación	Función principal
AF3	Frontal izquierdo	Captura actividad relacionada con la atención y la memoria.
F7	Frontal lateral izquierdo	Relacionado con el procesamiento emocional y la toma de decisiones.
F3	Frontal medio izquierdo	Asociado a la actividad cognitiva y el control motor.
FC5	Frontal central izquierdo	Involucrado en la planificación y el control de movimientos.

T7	Temporal izquierdo	Captura señales relacionadas con la memoria auditiva y el lenguaje.
P7	Parietal izquierdo	Relacionado con la percepción sensorial y la integración de información.
O1	Occipital izquierdo	Captura señales visuales y procesamiento de imágenes.
O2	Occipital derecho	Similar a O1, pero enfocado en el proceso visual del hemisferio derecho.
P8	Parietal derecho	Involucrado en la percepción espacial y atención visual.
T8	Temporal derecho	Relacionado con funciones auditivas y procesamiento emocional
FC6	Frontal central derecho	Asociado a funciones ejecutivas y control emocional
F4	Frontal medio derecho	Captura actividad relacionada con el pensamiento crítico y la planificación
F8	Frontal lateral derecho	Involucrado en la empatía y las respuestas emocionales
AF4	Frontal derecho	Relacionado con el estado de alerta y la atención general

---

*Nota:* describe la ubicación de electrodos en el cuero cabelludo, para el registro del EEG (Chávez, et al, 2016).



*Figura 1.* Representa la ubicación de los electrodos que se describen en la Tabla 3 sistema internacional 10-20. Generada a partir del paquete MNE para explorar, visualizar y analizar datos neurofisiológicos humanos en Python.

### **Procedimiento**

El proceso de desarrollo se dividió en 4 fases:

1. Elección de test Go/No-Go y EEG.
2. Adecuación de test Go/No-Go.
3. Obtención de datos para caracterización y calibración del casco de EEG.
4. Realización de la evaluación.

### **Protocolo de evaluación**

Los participantes fueron evaluados individualmente por los estudiantes de la presente investigación. Primero se obtuvieron los datos de talla, peso, índice masa corporal (IMC), e información de actividades que realizaban relevantes para la caracterización. A continuación se colocaron los electrodos en el cuero cabelludo y se procedió a realizar la calibración de las bandas del Emotiv-Epoc. Una de las etapas consistía en que los participantes debían

permanecer de ojos abiertos por 15 segundos mientras miraban una cruz en la pantalla, y otros 15 segundos con los ojos cerrados. La etapa siguiente se procedió a explicarles el test que se basaba en presionar la barra espaciadora del teclado cada vez que apareciera el estímulo Go y abstenerse al aparecer el estímulo No-Go. Previo a comenzar con la evaluación se proporcionó una prueba de familiarización.

Es relevante señalar que Schulz et al, (2007) realizaron el estudio original con adultos y en el protocolo original cada etapa consistía de 96 estímulos. Para esta investigación se adecuó el test ajustando y modificando el estímulo, teniendo en cuenta las edades y condición genética de nuestra población objetivo, en este caso se utilizaron un círculo de color verde para “Go” y uno rojo para “No-Go”, también se ajustó la duración total de la prueba, cantidad de ensayos y la proporción de estímulos, 75% Go que equivalen a 180 estímulos y 25% No-Go, equivalentes a 60 estímulos, dando por resultado un total 240, mostrados de modo aleatorio, y con diferentes tiempos de latencia (entre los 700 y 1500 milisegundos) para simular una condición real y evitar anticiparse o predecir el estímulo. El paradigma Go/No-Go fue presentado en una pantalla de 16 pulgadas, resolución de 1920 x 1080 a 50 cm de distancia.

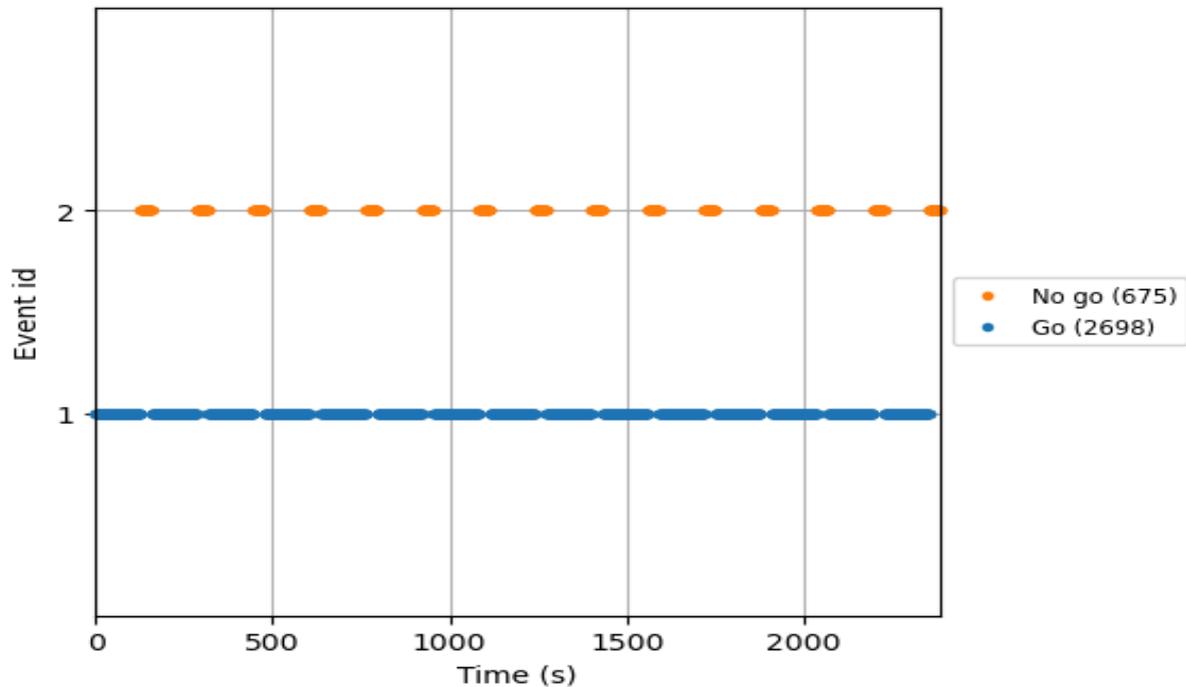
### **Análisis estadístico**

Se buscó identificar diferencias en las amplitudes y latencias de las respuestas cerebrales P200, N260 y N290 durante el test Go/No-Go. Los datos se analizaron utilizando el lenguaje de programación Python y un análisis de varianza de una vía ANOVA para determinar diferencias significativas entre grupos.

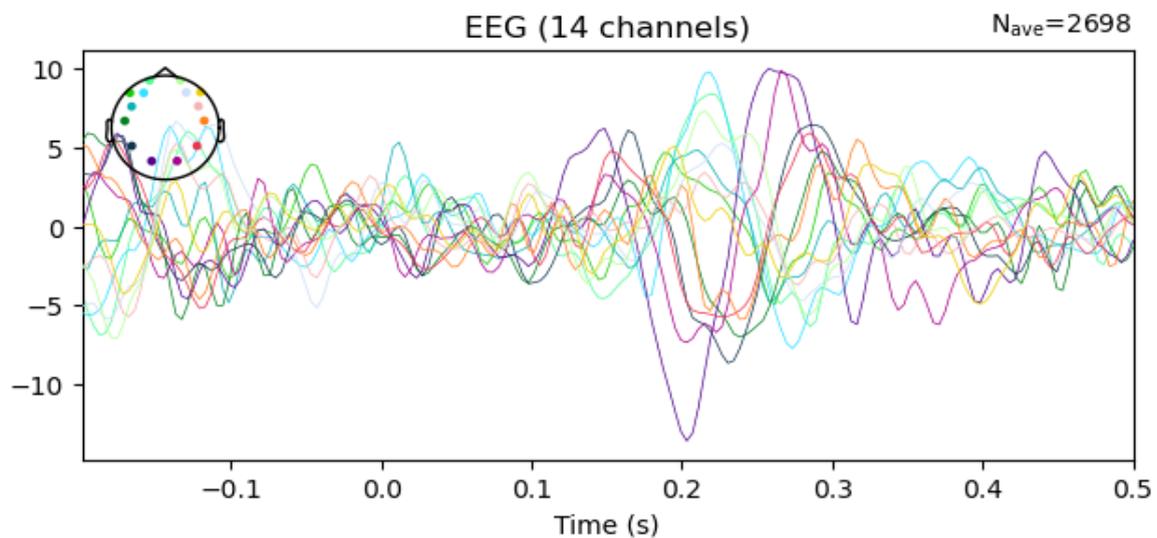
## Resultados

Para la identificación de estos resultados se observaron los componentes P200, N260 y N290.

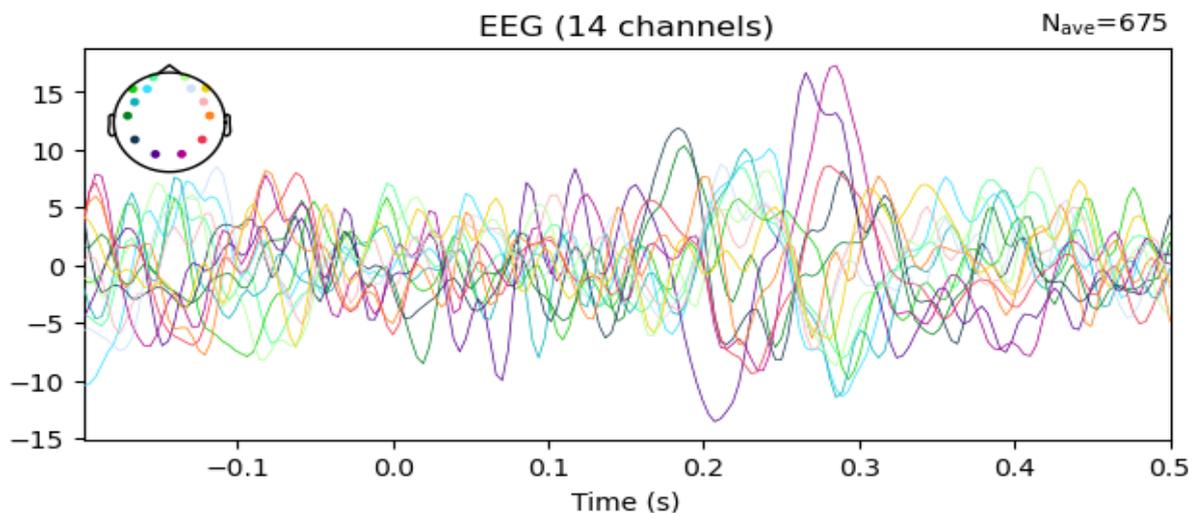
La figura 2 y 5 muestra datos del comportamiento de las pruebas en el paradigma Go/No-Go, no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de los grupos AD (actividades deportivas) y SAD (sin actividad deportiva), incluso considerando el tamaño del conjunto de datos de las muestras analizadas. “El análisis” ANOVA de una vía mostró el ERP P200 en estímulos “Go”, la latencia de P200 fue significativamente menor en el grupo SAD ( $p < 0.05$ ) (fig.12), la amplitud fue significativamente mayor en el grupo SAD ( $p < 0.001$ ) (fig.17), este mismo ERP se observó en el estímulos “No-Go”, en dónde no se encontraron disparidad en la latencia entre los grupos (fig.13) y la amplitud fue significativamente mayor en el grupo AD ( $p < 0.01$ ) (figura 17). Para los potenciales negativos en este caso el N260 en estímulos “Go”, no se encontraron diferencias relevantes en la latencia entre los grupos (figura 14). La amplitud fue significativamente mayor en el grupo SAD ( $p < 0.001$ ) (figura 16). Para el ERP N290 en estímulos “No-Go”, no se encontraron diferencias significativas en la latencia entre los grupos (figura 15). La amplitud fue significativamente mayor en el grupo que realiza AD ( $p < 0.001$ ) (figura 15,16).



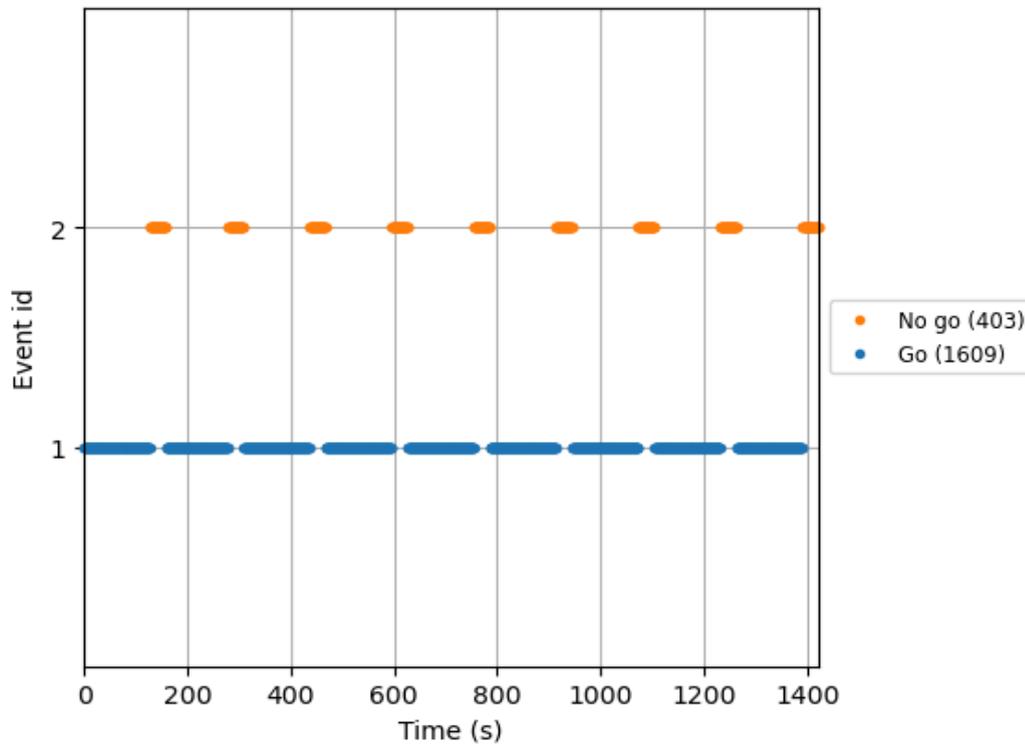
*Figura 2.* Representa eventos Go/No-Go. En el eje X, se indica el tiempo en segundos, mientras que el eje Y muestra los identificadores de eventos (1 para "Go" y 2 para "No-Go"). Cada punto representa la ocurrencia de un evento. Los eventos "Go" (en azul) suman un total de 2698, y los eventos "No-Go" (en naranja) suman 675. La diferencia en los eventos se debe a la heterogeneidad de los grupos, reflejando una variación en el tamaño de los conjuntos de datos.



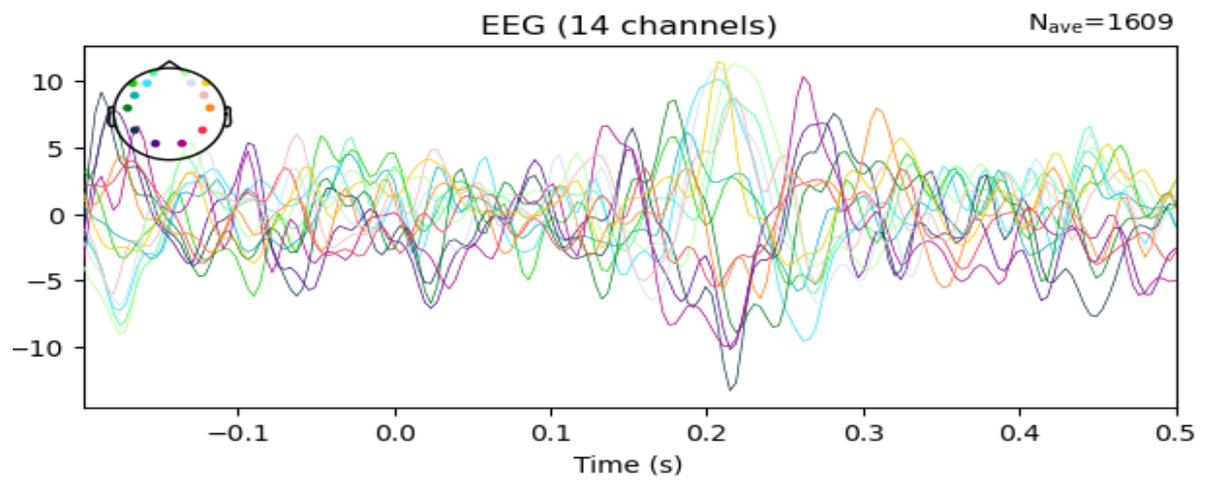
*Figura 3.* Muestra la actividad eléctrica cerebral registrada por 14 canales de EEG en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ) con una escala de  $5 \mu\text{V}$  a lo largo del tiempo en segundos, en una ventana de 700 ms. Cada línea representa un canal, y se incluye un esquema del cuero cabelludo para indicar la ubicación de los electrodos. El promedio se basa en 2698 muestras “Go”.



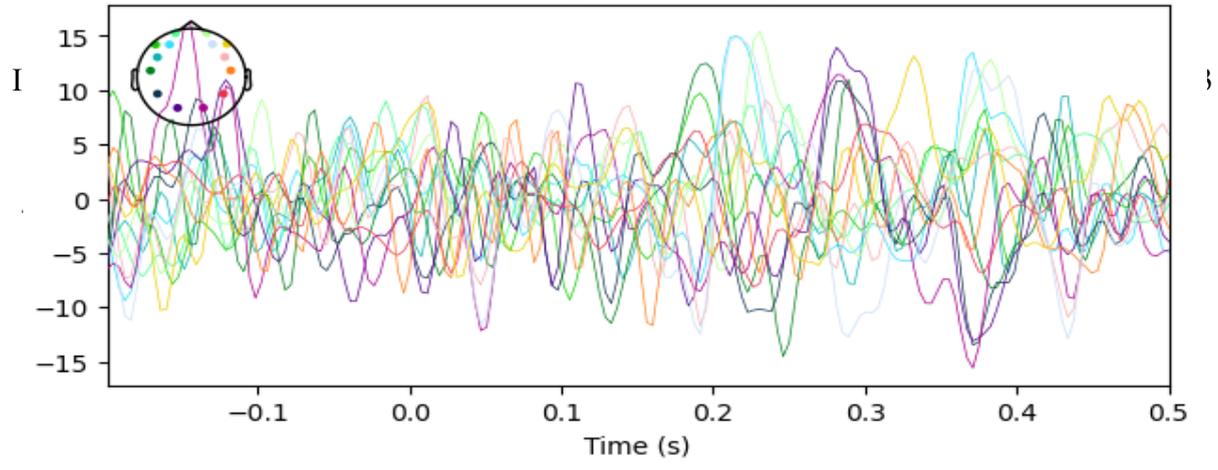
*Figura 4.* Muestra la AEC registrada por 14 canales de EEG en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ) con una escala de  $5 \mu\text{V}$  a lo largo del tiempo en segundos, en una ventana de 700 ms. Cada línea representa un canal, y se incluye un esquema del cuero cabelludo para indicar la ubicación de los electrodos. El promedio se basa en 675 muestras “No-Go”.



*Figura 5.* Representa eventos “Go/No-Go”. En el eje X, se indica el tiempo en segundos, mientras que el eje Y muestra los identificadores de eventos (1 para “Go” y 2 para “No-Go”). Cada punto representa la ocurrencia de un evento. Los eventos “Go” (en azul) suman un total de 1609, y los eventos “No-Go” (en naranja) suman 403. La diferencia en los eventos se debe a la heterogeneidad de los grupos, reflejando una variación en el tamaño de los conjuntos de datos.



*Figura 6.* Muestra la actividad eléctrica cerebral registrada por 14 canales de EEG en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ) con una escala de  $5 \mu\text{V}$  a lo largo del tiempo en segundos, en una ventana de 700 ms. Cada línea representa un canal, y se incluye un esquema del cuero cabelludo para indicar la ubicación de los electrodos. El promedio se basa en 1609 muestras "Go".



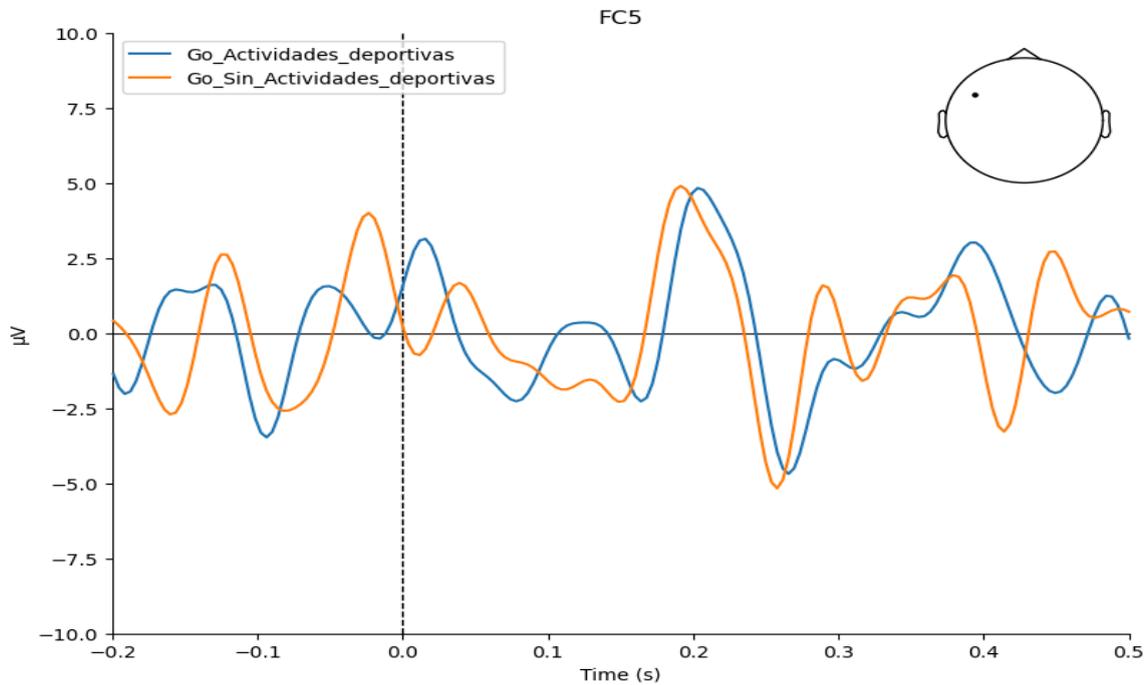
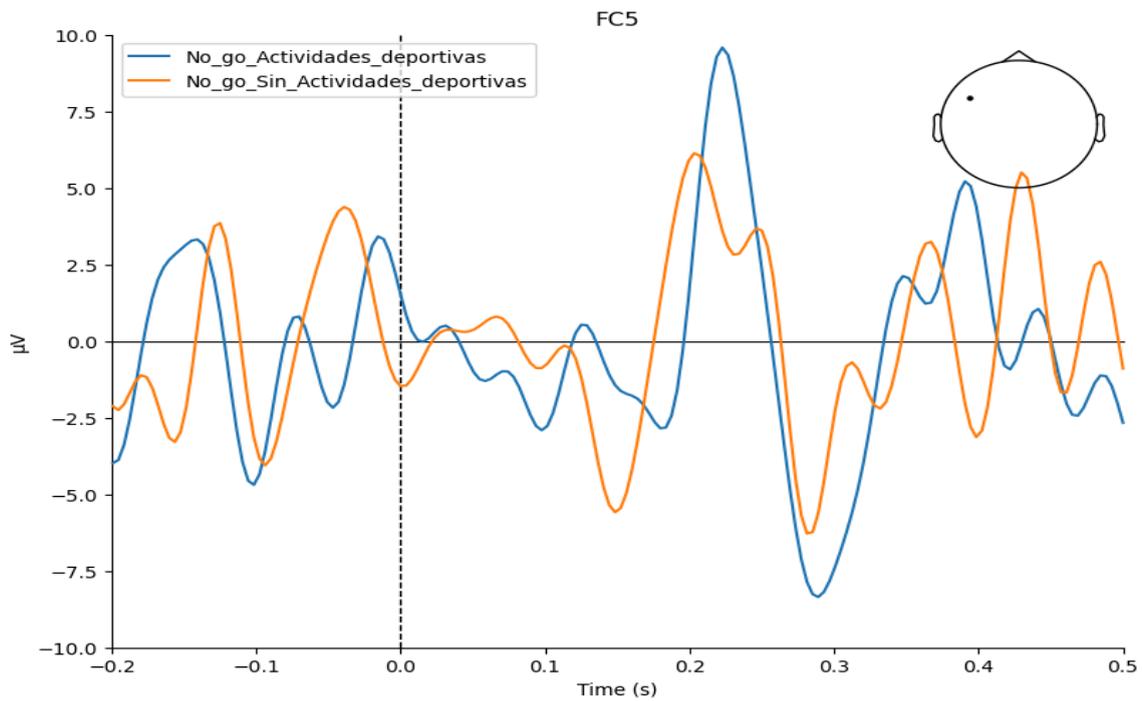
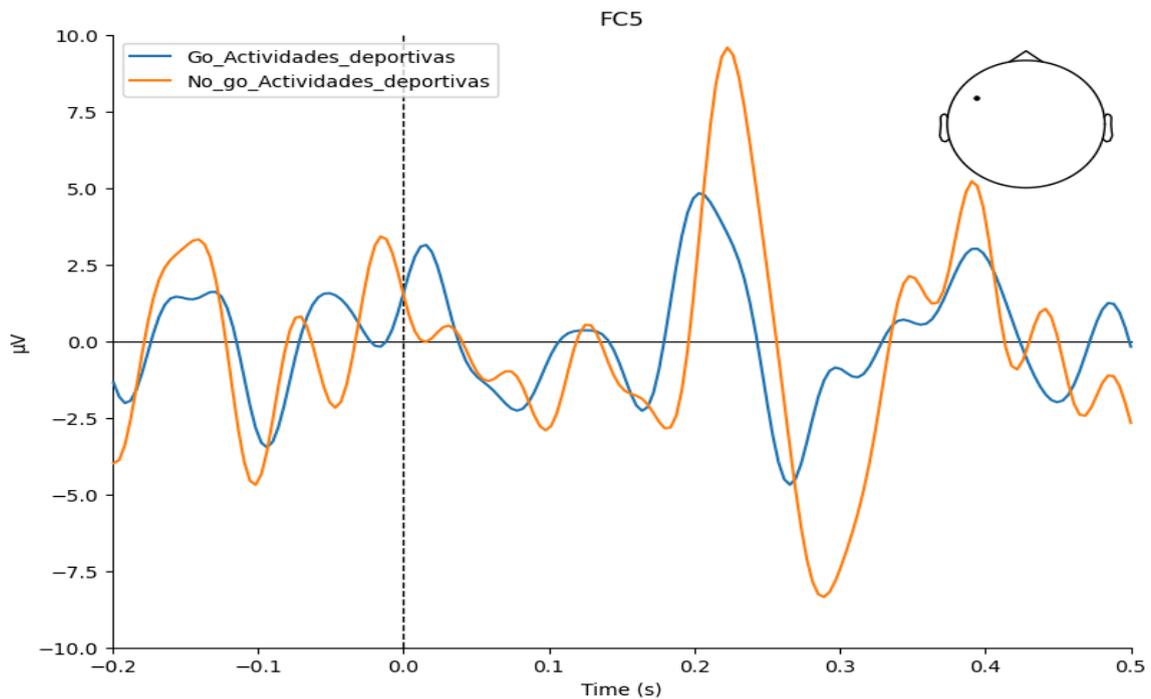


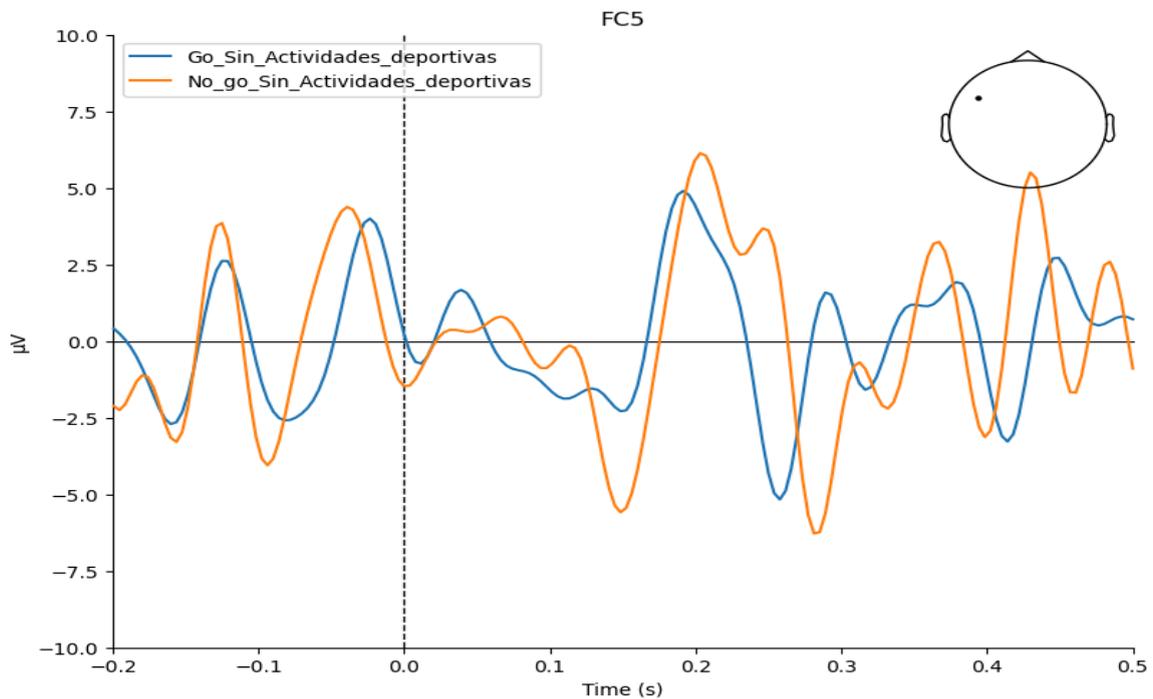
Figura 8. Muestra la evaluación del test, en el evento "Go", promediando todos los participantes de ambos grupos en azul el grupo AD y en naranja el grupo SAD del electrodo FC5, mostrando las ondas ERP correspondientes a la muestra. En el eje Y, los microvoltios con una escala de  $5 \mu\text{V}$ , mientras que en el eje X se muestra una ventana temporal de 700 ms. En este se aprecian los componentes P2 y N3 con valores significativos.



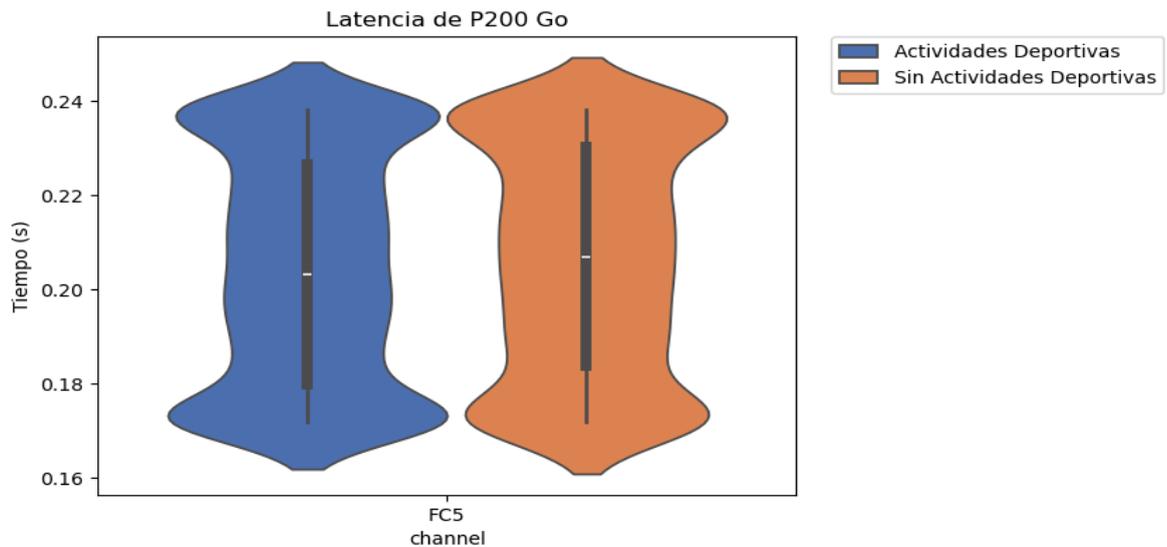
*Figura 9.* Muestra la evaluación del test, en el evento No-Go, promediando todos los participantes de ambos grupos en azul el grupo AD y en naranja el grupo SAD del electrodo FC5, mostrando las ondas ERP correspondientes a la muestra. En el eje Y, los microvoltios con una escala de 5  $\mu\text{V}$ , mientras que en el eje X se muestra una ventana temporal de 700 ms. En este se aprecian los componentes P200 y N290 con valores significativos.



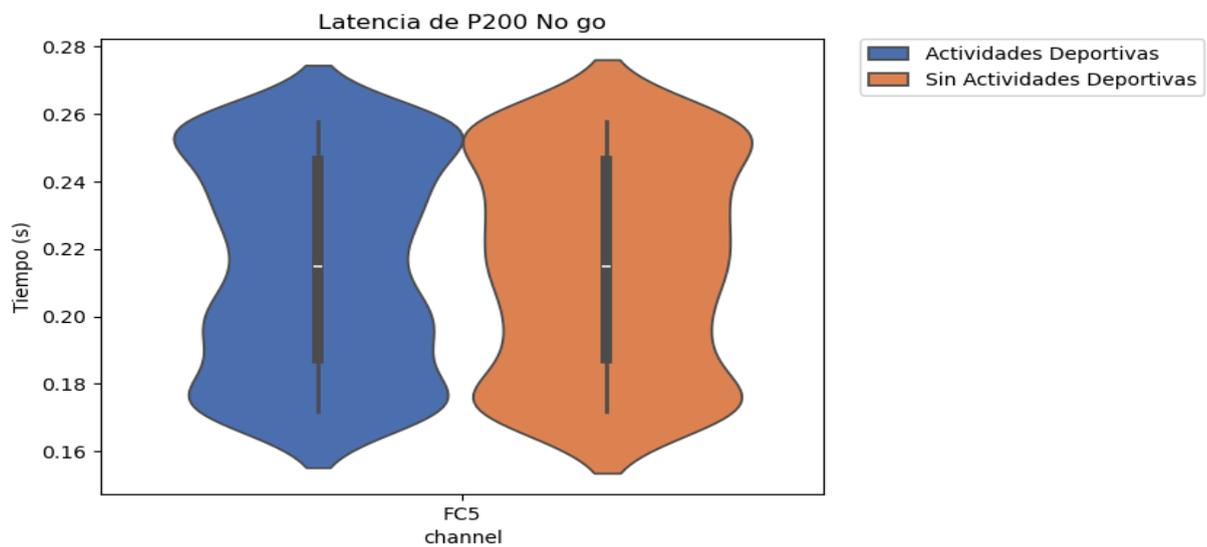
*Figura 10.* Muestra la evaluación del test, en el evento Go/No-Go, promediando todos los participantes del grupo AD. En azul se representa la reacción ante el estímulo “Go” y en naranja la reacción ante el estímulo “No-Go” del electrodo FC5, mostrando las ondas ERP correspondientes a la muestra. En el eje Y, los microvoltios con una escala de 5  $\mu\text{V}$ , mientras que en el eje X se muestra una ventana temporal de 700 ms. En este caso se aprecian los componentes P2 y N3 con valores significativos ante el evento No-Go.



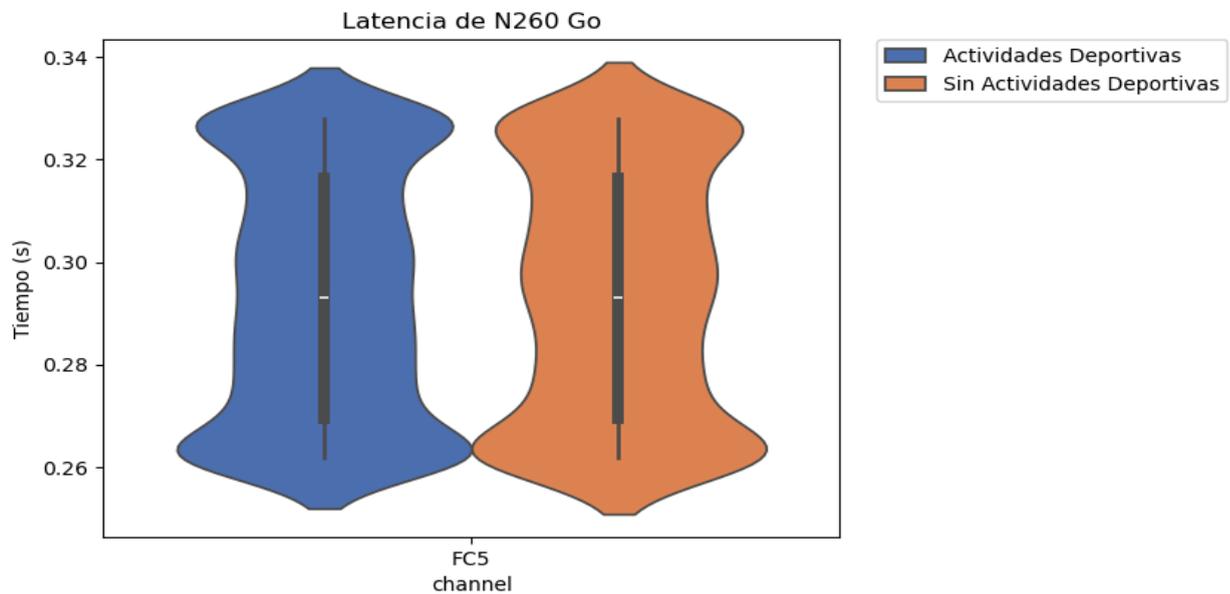
*Figura 11.* Muestra señal temporal captada por el electrodo FC5, evaluación del test, en el evento Go/No-Go, promedio del grupo SAD. En azul se representa la reacción ante el estímulo “Go” y en naranja la reacción ante el estímulo “No-Go” del electrodo FC5, mostrando las ondas ERP correspondientes a la muestra. En el eje Y, los microvoltios con una escala de 5  $\mu\text{V}$ , mientras que en el eje X se muestra una ventana temporal de 700 ms. En este se aprecian los componentes P2 y N3 con valores significativos ante el evento “No-Go”.



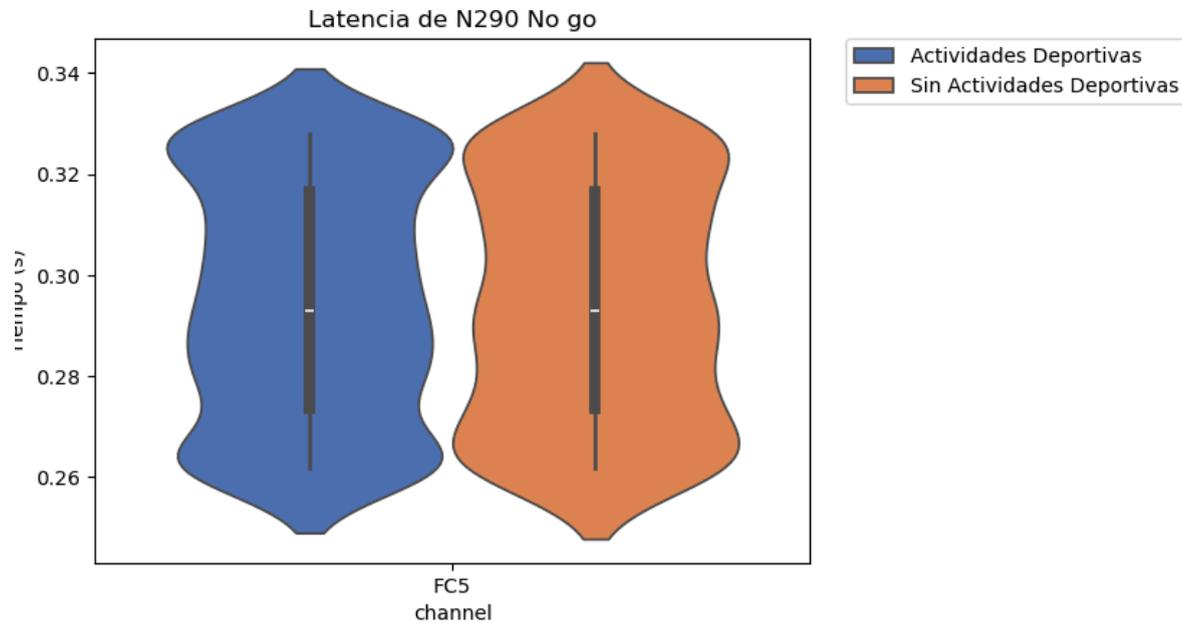
*Figura 12.* Distribución de la latencia de la P2 durante la condición "Go" en el canal FC5, "AD" (en azul) y "SAD" (en naranja). El eje X representa el canal, mientras que el eje Y indica el tiempo de latencia en segundos, con valores entre 0.16 s y 0.24 s. Cada "violín" ilustra la distribución de los datos para cada grupo, incluyendo una mediana central y un rango intercuartil (línea blanca y negra, respectivamente). Este gráfico permite observar diferencias significativas en la variabilidad y la tendencia central de las latencias. Se destaca que el grupo SAD presenta una latencia menor en comparación con el grupo AD, con un valor de  $p < 0.05$  (\*). Además, se observa que la amplitud es significativamente mayor en el grupo SAD, con un valor de  $p < 0.001$  (\*\*\*)



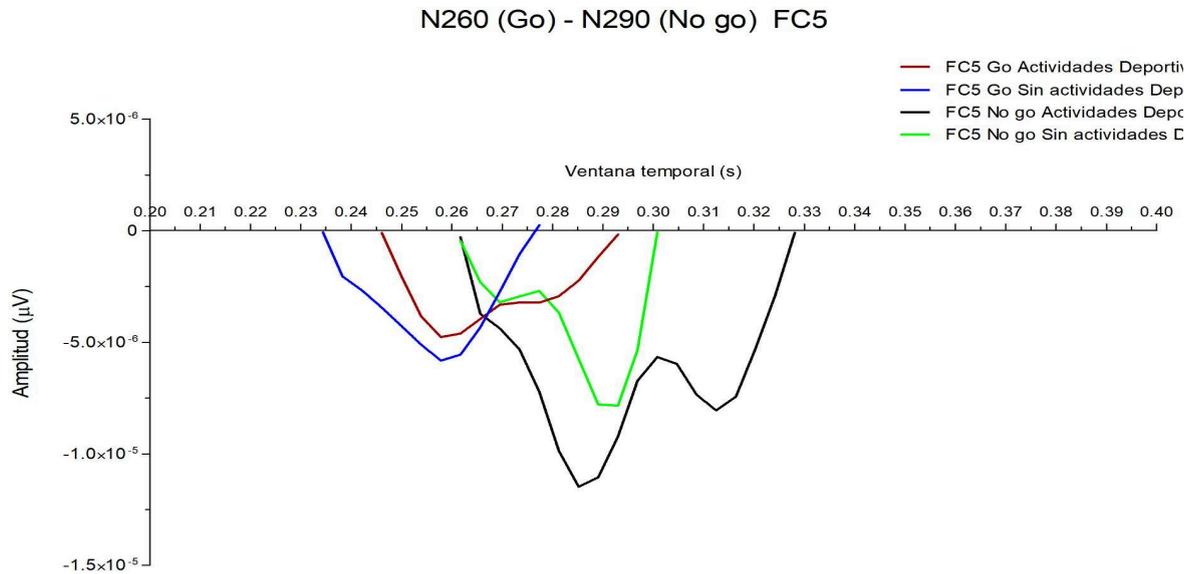
*Figura 13.* Distribución de la latencia de la P2 durante la condición "No-Go" en el canal FC5, AD (en azul) y SAD (en naranja). El eje X representa el canal, mientras que el eje Y indica el tiempo de latencia en segundos, con valores entre 0.17 s y 0.26 s. Cada "violín" ilustra la distribución de los datos para cada grupo, incluyendo una mediana central y un rango intercuartil (línea blanca y negra, respectivamente). Este gráfico destaca diferencias significativas en la variabilidad y la tendencia central de las latencias, revelando que el grupo AD presenta una latencia mayor en comparación con el grupo SAD, con un valor de  $p < 0.01$  (\*\*).



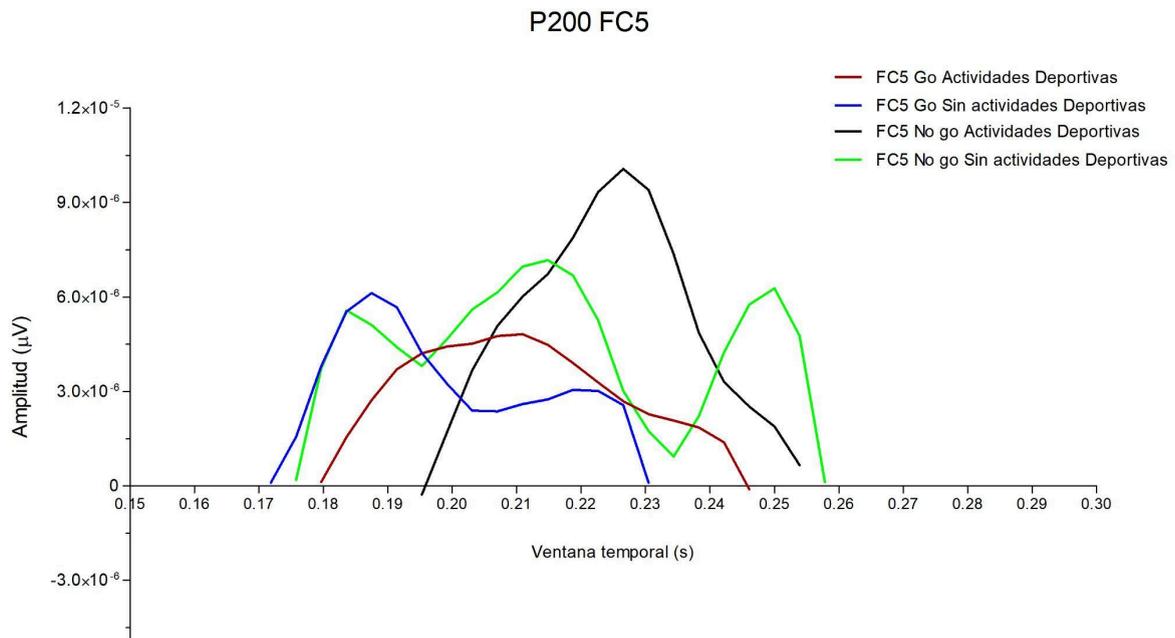
*Figura 14.* Distribución de la latencia de la P2 durante la condición "Go" en el canal FC5, AD (en azul) y SAD (en naranja). El eje X representa el canal, mientras que el eje Y indica el tiempo de latencia en segundos, con valores entre 0.23 s y 0.295 s. Cada "violín" ilustra la distribución de los datos para cada grupo, incluyendo una mediana central y un rango intercuartil (línea blanca y negra, respectivamente). Este gráfico revela diferencias significativas en la variabilidad y la tendencia central de las latencias, destacando que el grupo SAD presenta una latencia mayor en comparación con el grupo AD, con un valor de  $p < 0.001$  (\*\*\*)



*Figura 15.* Distribución de la latencia de la N 290 durante la condición "No-Go" en el canal FC5, "AD" (en azul) y "SAD" (en naranja). El eje X representa el canal, mientras que el eje Y indica el tiempo de latencia en segundos, con valores entre 0.26 s y 0.34 s. Cada "violín" ilustra la distribución de los datos para cada grupo, incluyendo una mediana central y un rango intercuartil (línea blanca y negra, respectivamente). Este gráfico destaca diferencias en la variabilidad y tendencia central de las latencias, con una latencia significativamente mayor en el grupo AD ( $p < 0.001$ , \*\*\*).



*Figura 16.* Compara las amplitudes de las ondas N260 (Go) y N290 (No-Go) registradas en el canal FC5 en distintas condiciones experimentales. El eje X representa la ventana temporal en segundos (0.23 s a 0.33 s), mientras que el eje Y muestra la amplitud en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), con valores negativos. Las líneas de colores indican diferentes condiciones: Rojo: FC5 “Go” con actividades deportivas / Azul: FC5 “Go” sin actividades deportivas. / Negro: FC5 “No-Go” con actividades deportivas / Verde: FC5 “No-Go” sin actividades deportivas.



*Figura 17.* Describe las amplitudes de las ondas P2 “Go” registradas en el canal FC5 en distintas condiciones experimentales. El eje X representa la ventana temporal en segundos (0.17 s a 0.26 s), mientras que el eje Y muestra la amplitud en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), con valores positivos. Las líneas de colores indican diferentes condiciones: Rojo: FC5 “Go” con actividades deportivas / Azul: FC5 “Go” sin actividades deportivas. / Negro: FC5 “No-Go” con actividades deportivas / Verde: FC5 “No-Go” sin actividades deportivas.

## Estadísticas

Tabla 4  
*Comparación de amplitudes condición Go/No-Go*

	Ventana analizada	Significancia
P200 (Go vs No-Go)	0.17-0.26	ns
N (Go vs No-Go)	0.26-0.33	$p < 0.05$ (*)

*Nota:* Comparación de amplitudes entre las condiciones Go y No-Go se realizó en las ventanas de tiempo especificadas en segundos (s). Los valores de significancia se indican mediante asteriscos:  $p < 0.05$ . "ns" denota no significativo. La ventana de 0.26-0.33 segundos muestra una diferencia significativa en la amplitud del componente N entre las condiciones Go y No-Go.

Tabla 5

*Comparación grupo de AD vs grupo SAD en el electrodo FC5*

	Ventana analizada	Latencia	Amplitud
P200 Go	0.17 - 0.24	$p < 0.05$ (*)	$p < 0.001$ (***)
N260 Go	0.23 - 0.295	ns	$p < 0.001$ (***) , mayor en grupo SAD
P200 No-Go	0.17 - 0.26	ns	$p < 0.01$ (**), mayor en grupo AD
N290 No-Go	0.26 - 0.33	ns	$p < 0.001$ (***) , mayor en grupo AD

*Nota:* Los valores de latencia se expresan en segundos (s). Las diferencias significativas en latencia y amplitud se indican mediante asteriscos:  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ . "ns" denota no significativo. Los grupos SAD (sin actividad deportiva) y AD (actividad deportiva) se refieren a los grupos de estudio específicos. Las diferencias en amplitud se describen como "mayor en" el grupo correspondiente.

### Discusión

La presente investigación analizó la relación entre la actividad eléctrica cerebral (AEC) y la práctica de actividades deportivas y/o artes escénicas en personas con síndrome de Down (SD), empleando electroencefalografía (EEG) y el paradigma Go/No-Go para evaluar el control inhibitorio (CI). Se examinaron los potenciales relacionados con eventos (ERP), prestando especial atención a los componentes P200 asociado a las respuestas Go/No-Go, N260 asociado a la respuesta "Go" y N290 asociado a la respuesta "No-Go", considerados fundamentales para la detección y evaluación de estímulos y para la inhibición de respuestas motoras, respectivamente (Gajewski & Falkenstein, 2013).

En la condición “Go” se puede visualizar que el grupo que realiza actividades deportivas (AD) exhibe una amplitud del P200 moderada y una latencia ligeramente más tardía en comparación con el grupo de sin actividades deportivas (SAD) (figura 8). Estos datos sugieren que, en el grupo AD, el procesamiento visual y la asignación de recursos atencionales se realizan de manera modulada, posiblemente optimizando la precisión en la respuesta. En cambio, el grupo SAD muestra una latencia anticipada del P200, lo que podría interpretarse como una estrategia compensatoria que permite la activación prefrontal temprana y, en consecuencia, una preparación rápida ante el estímulo (Falkenstein et al., 2002). Además, según un estudio realizado por Gajewski & Falkenstein (2013) han señalado que una mayor amplitud del P200 puede reflejar una utilización intensiva de recursos atencionales; sin embargo, en el contexto de las tareas “Go”, una amplitud moderada y una latencia más controlada en el grupo AD se interpretan como indicativos de un procesamiento más eficiente y automatizado. Este patrón se alinea con la función del N2pc (posterior contralateral) descrita por Luck y Hillyard (1994) al optimizar la selección temprana de estímulos mediante mecanismos espaciales eficientes de N2 pc, se reduce la carga cognitiva en etapas posteriores de procesamiento P200, permitiendo respuestas rápidas y precisas.

La interacción entre estos componentes ilustra una división funcional del N2 pc que opera como filtro espacial inicial que direcciona recursos atencionales, mientras el P200 refleja la activación estímulo-respuesta posterior, cuya eficiencia depende críticamente de la calidad del filtrado previo. El estudio de Luck y Hillyard (1994) demuestra que cuando el N2 identifica rápidamente objetivos mediante características simples (ej. color), el sistema cognitivo requiere menos esfuerzo en etapas posteriores de decisión, manifestándose en parámetros de P200 más estables.

En la condición “No-Go”, se visualizan diferencias significativas entre ambos grupos (figura 9). El grupo AD mostró una mayor amplitud del P200 y, a su vez, una mayor amplitud del componente N290, en comparación con el grupo SAD. Estudios previos han indicado que un componente negativo del ERP, cuyo pico se alcanza entre 200 y 300 ms tras el inicio del estímulo, puede variar en amplitud en función de la actividad neuronal necesaria para inhibir la respuesta (Jodo & Kayama, 1992) (Gajewski & Falkenstein, 2013). La mayor amplitud del N290 en el grupo AD indica de un proceso inhibitorio más robusto, ya que este componente se ha relacionado con la supresión de respuestas automáticas y el reclutamiento de mecanismos de CI en situaciones de conflicto (Gajewski & Falkenstein, 2013) (Bruin & Wijers, 2002). Por el contrario, una menor amplitud en el componente N290, como obtuvo el grupo SAD, se relaciona con individuos con una mayor tasa de errores (Falkenstein et al. 1999, como se menciona en Gajewski y Falkenstein 2013). Cabe mencionar que en la presente investigación no hubo diferencias significativas en la tasa de aciertos/errores en el test Go/No-Go.

De igual manera, se observó que la amplitud de N2 fue mayor para el estímulo “No-Go” que para el estímulo “Go” en ambos grupos. El incremento de la amplitud de N2 cuando se requiere un mayor esfuerzo para inhibir la respuesta “Go”, sugieren la activación del sistema de inhibición de respuesta cerebral (Jodo & Kayama, 1992).

Por otro lado, la comparación interna entre las condiciones Go/No-Go dentro del grupo AD revela que el componente N260 Go presenta una latencia más temprana y menor amplitud, mientras que el N290 No-Go es de mayor amplitud y latencia más tardía (figura 10). Estos resultados se asemejan a lo observado en otros estudios que afirman que, al pedir a un individuo que responda ante un conjunto de estímulos “Go” y se abstenga de responder ante otro “No-Go”, se genera un potencial negativo (N2) con una latencia de 200-300 ms.

Este potencial se manifiesta principalmente en las regiones frontales del cerebro y muestra un incremento en su amplitud, específicamente durante las pruebas en las que se debe inhibir la respuesta “No-Go” (Jodo & Kayama, 1992; Jia et al., 2017). Esto coincide con un estudio auditivo, en el que hubo un efecto Go/No-Go en la ventana temporal del componente ERP N2, en electrodos colocados en la región cerebral frontotemporal inferior (Kiefer et al, 1998).

En el grupo SAD, la comparación de los estímulos Go/No-Go revela que los ensayos No-Go, se asocian con una mayor amplitud en los potenciales P200 y N290 (figura 11). Estos resultados se alinean con el estudio realizado por Jodo & Kayama (1992) quienes sostienen que la amplitud del N2 frente a estímulos No-Go, se incrementa cuando se impone una mayor carga mental para suprimir la respuesta Go. Lo que implica que se requiere una activación cerebral más intensa para lograr dicha inhibición. Además, mientras que la latencia del componente P200 no presenta diferencias significativas entre estímulos Go/No-Go, se observa que el componente N290, presenta una latencia más tardía que el componente N260.

Considerando todos estos elementos, los resultados obtenidos en este estudio, se alinean con lo planteado por Tirapu-Ustárróz et al. (2017), Gajewski y Falkenstein (2013) y Guillén Buil (2018), quienes evidenciaron que el entrenamiento físico estimula las funciones ejecutivas, al potenciar la activación prefrontal y mejorar la asignación de recursos atencionales. Esta mejora se traduce en una atención más eficiente, elemento clave en la autorregulación emocional y en el aprendizaje, al mediar la conexión entre la región prefrontal y el sistema límbico. Así, se pone de manifiesto la interdependencia entre los procesos emocionales y cognitivos, destacando el ejercicio físico como una herramienta importante para favorecer la concentración en distintas etapas de la vida.

De igual modo, un estudio realizado por Martín-Martínez et al. (2015) señala que los deportes colectivos pueden ser una herramienta eficaz para estimular las funciones ejecutivas en niños y adolescentes. Además del impacto fisiológico inherente al ejercicio, estas actividades exigen una participación cognitiva constante. De hecho, se ha señalado que la actividad cerebral se incrementa cuando los juegos y ejercicios físicos presentan múltiples situaciones que requieren resolución, lo que coincide con este tipo de dinámicas. En particular, los deportes colectivos implican tareas como la cooperación con compañeros, la anticipación a las acciones de los adversarios, la planificación de estrategias para optimizar el rendimiento en una jugada o la inhibición de estímulos irrelevantes para enfocarse en los esenciales.

### **Conclusión**

La evidencia empírica observada en esta investigación, respalda la hipótesis de que el entrenamiento deportivo, por su estructura y exigencia, favorece la mejora del control inhibitorio en personas con síndrome de down, lo cual tiene importantes implicaciones para el diseño de programas de intervención integral. La incorporación de actividades deportivas en contextos educativos y terapéuticos podría, por tanto, potenciar las funciones ejecutivas y, en consecuencia, mejorar la autonomía y la integración social de esta población. Esta conclusión invita a considerar enfoques multidisciplinarios que combinan ejercicio físico y actividades artísticas para aprovechar los beneficios complementarios de ambas disciplinas en el desarrollo cognitivo y motor.

En relación, sugerimos que estudios próximos amplíen el alcance de la muestra, incluyendo participantes de distintos grupos de control. Podríamos a su vez recomendar un estudio que fuese de corte longitudinal y el empleo de medidas complementarias, como

evaluaciones neuropsicológicas, etc. Lo que podría enriquecer la comprensión de los mecanismos cerebrales subyacentes. Reconociendo las limitaciones inherentes a la muestra y al diseño transversal de este estudio, se enfatiza la importancia de interpretar los resultados con cautela, considerando que la edad específica de la población y la cantidad de participantes restringen la generalización de los hallazgos.

## Referencias bibliográficas

- Abad, F. (2010). *Taekwondo: La fuerza de la mente, el poder del cuerpo*. Ediciones Lea.
- Asociación Down del Uruguay. (s/f). *Síndrome Down*. Recuperado de: <https://www.downuruguay.org/sindrome-de-down/que-es-el-sd.html>
- Barroso, J.M. & León-Carrión, J. (2002). Funciones ejecutivas: control, planificación y organización del conocimiento. *Revista de Psicol. Gral. y Aplic.*, 55(18), 27-44.
- Bausela Herreras, E. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita. *Acción Psicológica*, 11(1), 21-34. <http://dx.doi.org/10.5944/ap.1.1.13789>
- Bruin, K. J., & Wijers, A. A. (2002). Inhibition, response mode, and stimulus probability: A comparative event-related potential study. *Clinical Neurophysiology*, 113(7), 1172–1182. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00141-4)
- Chávez-Saenz, V., Torres-Ramírez, D., Herrera-Ogaz, J., & Hernández-Rodríguez, A. (2016). Adquisición y análisis de señales electroencefalográficas utilizando el dispositivo Emotiv EPOC. *Revista de Tecnología e Innovación*, 3 (7), 107–118.
- Donchin, E. (1979). Potenciales cerebrales relacionados con eventos: una herramienta en el estudio del procesamiento de la información humana. En H. Begleiter (Ed.), *Potenciales evocados y comportamiento* (13–75). Plenum Press.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. Recuperado de: <annurev-psych-113011-143750.pdf>
- Falkenstein, M., Hoormann, J., & Hohnsbein, J. (2002). Inhibition-related ERP components: Variation with modality, age, and time-on-task. *Psychophysiology*, 39(6), 715–728.

- Fernández, M., et al. (2012). Neurología y síndrome de Down. Desarrollo y atención temprana. *Revista Española de Pediatría*. 68(6), 409-414.
- Ferreira Urzúa, M. A. (2009). Un enfoque pedagógico de la danza. *Educación Física – Chile*, LXXX(268), 9–10.
- Gajewski, P. D., & Falkenstein, M. (2013). Effects of task complexity on ERP components in Go/Nogo tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 87(3), 273-278. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.08.007>
- Geamonond, L. (2019). Dez sessões de iniciação à natação são suficientes para gerar mudanças sobre a atenção concentrada em crianças? *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*, 12(12), 46–52. <https://doi.org/10.28997/ruefd.v0i12.7>
- Geamonond, L. (2020). Natación deportiva y salud mental: ¿hay una relación? Pensar en Movimiento. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 18 (2), 1–5. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v18i2.44034>
- González Martínez, N. (2017). *El Teatro Pedagógico como modelo de intervención en las necesidades educativas específicas para personas con síndrome de Down* (Tesis doctoral, Universidad de La Laguna, Islas Canarias).
- González Martínez, N., Morín Montes de Oca, JJ, & del Castillo-Olivares, J. M<sup>a</sup>. (2019). El teatro pedagógico para personas con síndrome de Down. *Revista de Artes Performativas, Educación y Sociedad*, 1(2), 51-58.
- Guillén Buil, J. C. (2018). Beneficios cognitivos de la actividad física: bueno para el corazón, bueno para el cerebro. En J. Á. Collado Martínez (Coord.), *Neurociencia, deporte y educación*, 49-66. Editorial Wanceulen.

- Haro, J. (2022) Una introducción al uso de los potenciales evocados en el estudio del lenguaje. *Estudios de Lingüística del Español* 45, 185-204. Recuperado de: <https://infoling.org/elies/45/elies45-7.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. P. (2014). Metodología de la investigación: Métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos (6.<sup>a</sup> ed.). *McGraw-Hill Interamericana*.
- Jia, H., Li, H., & Yu, D. (2017). The relationship between ERP components and EEG spatial complexity in a visual Go/Nogo task. *Journal of Neurophysiology*, 117(1), 275–283. <https://doi.org/10.1152/jn.00363.2016>
- Jodo, E., & Kayama, Y. (1992). Relation of a negative ERP component to response inhibition in a Go/No-go task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 82, 477–482.
- Kiefer, M., Marzinzik, F., Weisbrod, M., Scherg, M., & Spitzer, M. (1998). The time course of brain activations during response inhibition: Evidence from event-related potentials in a go/no-go task. *Neuroreport*, 9(4), 765–770. <https://doi.org/10.1097/00001756-199803090-00037>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment* (4a. Ed.). New York: Oxford University Press.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology*, 31(3), 291–308. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1994.tb02218.x>

- Manrique-Niño, J., Díaz-Forero, A., Velez-van Meerbeke, A., Ramírez-Guerrero, S., Florez-Esparza, G., & Talero-Gutiérrez, C. (2020). Executive function in down syndrome children in Bogotá, Colombia. *Heliyon*, 6(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05585>
- Martín-Martínez, I., Chiroso-Ríos, L. J., Reigal-Garrido, R. E., Hernández-Mendo, A., Juárez-Ruiz-de-Mier, R., & Guisado-Barrilao, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología*, 31(3), 962-971.
- Motos Teruel, T., Giménez Morte, C., & Gassent Balaguer, R. (2022). Efectos de la práctica de Artes Escénicas. El pensamiento de los profesionales. *Revista de Artes Escénicas*, 1(1), 51-65.
- Moreno-Vivot, E. (2012). El recién nacido con síndrome de Down. *Revista Española de Pediatría*, 68(6), 404-408.
- Mazzeo, E. & Mazzeo, E. (2008). *Atletismo para todos*. Buenos Aires: STADIUM.
- Parlebas, P. (2009). *La acción motriz: punta de lanza de la educación física*. Revista de educación física: Renovar la teoría y práctica, 113, 5-12.
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73-89. Recuperado de: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3413263/?fbclid=IwAR3EHRUU464quB\\_Sk6n\\_yf5npx951ZkKJERvGKFPh2q5uAIj-qAATjqi-oo](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3413263/?fbclid=IwAR3EHRUU464quB_Sk6n_yf5npx951ZkKJERvGKFPh2q5uAIj-qAATjqi-oo)
- Pinillos Ribalda, M. (2016). Efectos positivos del entrenamiento de karate en las capacidades cognitivas asociadas a la edad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la*

*Actividad Física y el Deporte*, 16(63), 537-559.

<https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.63.009>

Pino Ortega, J. (2002). *Análisis funcional del fútbol como deporte de equipo*. Wanceulen Editorial Deportiva S.L.

Portellano, J.A., Martínez, R. & Zumárraga, L. (2009). *Manual ENFEN. Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños*. Madrid: TEA Ediciones.

Ramos-Argüelles, F., Morales, G., Egozcue, S., Pabón, RM. & Alonso, MT (2009). Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 32 (3), 69-82. Recuperado de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000600006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600006)

Robles, J., Abad, M., & Giménez, F. (2009). Concepto, características, orientaciones y clasificaciones del deporte actual. *Revista Digital EFDeportes*, 14(138). Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/>

Sanei, S. (2013). *Adaptive processing of brain signals*. Surrey: Wiley.

Schulz, K. P., Fan, J., Magidina, O., Marks, D. J., Hahn, B., & Halperin, J. M. (2007). Does the emotional go/no-go task really measure behavioral inhibition? Convergence with measures on a non-emotional analog. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(2), 151-160. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.12.001>

Soltani, A., Schworer, E. K., Altaye, S., Fidler, D. J., Beebe, D. W., Wiley, S., Hoffman, E. K., Voth, K., & Esbensen, A. J. (2023). Propiedades psicométricas de las medidas de control inhibitorio entre jóvenes con síndrome de Down. *Journal of Intellectual Disability research*, 67(8), 753-769 <https://doi.org/10.1111/jir.13043>

- Stelzer, F., Cervigni, M. & Martino, P. (2010). Bases neurales del desarrollo de las funciones ejecutivas durante la infancia y adolescencia. Una revisión. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 5(3), 176-184.
- Tirapu-Ustárroz J, Cordero-Andrés P, Luna-Lario P & Hernández-Goñi P. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista de Neurología*, 64(2), 75-84.
- Tirapu-Ustarroz, J., & Luna-Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Manual de neuropsicología*, 2, 219-59.
- Tirapu-Ustárroz, J. & Muñoz-Céspedes, J.M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(8), 475-484.
- Real Academia Española. (s/f). Natación., En Diccionario de la lengua española. Recuperado de: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/nataci%C3%B3n>