

Desarrollo de las funciones ejecutivas mediante el procesamiento auditivo central en niños con trastornos del neurodesarrollo sin pérdida auditiva

Asunción Martínez Cabañero

SAERA. School of Advanced Education Research and Accreditation

RESUMEN

Las funciones ejecutivas: memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva son esenciales para una exitosa adaptación en el colegio, familia y ambientes sociales de niños con desórdenes del desarrollo neurológico. Fortalecer estas funciones es posible mediante terapias auditivas que estimulen el Procesamiento Auditivo Central, por lo que se plantea en este estudio demostrar que la terapia de procesamiento auditivo mejora las funciones ejecutivas en niños con trastornos del neurodesarrollo sin pérdida auditiva para lo cual se diseñó y ejecutó una intervención terapéutica de doce semanas de duración que incluyó una evaluación inicial y posterior de las funciones ejecutivas, mediante Test ENFEN, para determinar si hubo mejoras en las funciones ejecutivas. La muestra estuvo conformada por 12 niños con edades entre 6 y 12 años, 50% niñas y 50% niños, con edad promedio de 8 años y desviación estándar de 3 años. Hallazgos: Memoria de trabajo, variación positiva de 17%; control inhibitorio, variación positiva 19,2% y flexibilidad cognitiva, variación positiva 20%. $p < 0.001$, que sugiere que las mejoras después del programa de intervención no se deben al azar sino a la terapia. El coeficiente de Cohen para las tres variables fue superior a 0.8, evidenciando un impacto importante de la intervención en la mejora de las funciones ejecutivas estudiadas. Conclusión: Las terapias auditivas enfocadas en el PAC mejoran las funciones ejecutivas: memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva.

Palabras clave: *Procesamiento auditivo, funciones ejecutivas, trastornos del neurodesarrollo, terapia auditiva, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio.*

ABSTRACT

The executive functions of working memory, inhibitory control and cognitive flexibility are essential for a successful adaptation in school, family and social environments of children with neurodevelopmental disorders. Strengthening these functions is possible through auditory therapies that stimulate Central Auditory Processing, which is why it is proposed in this study to demonstrate that auditory processing therapy improves executive functions in children with neurodevelopmental disorders without hearing loss, for which a twelve-week therapeutic intervention was designed and executed that included an initial and subsequent evaluation of executive functions, using the NEEFCH Test, to determine if there were improvements in executive functions. The sample consisted of 12 children aged between 6 and 12 years, 50% girls and 50% boys, with an average age of 8 years and a standard deviation of 3 years. Findings: Working memory, positive variation of 17%; inhibitory control positive variation 19.2% and cognitive flexibility, positive variation 20%. $p < 0.001$, which suggests that improvements after the intervention program are not due to chance but to therapy. Cohen's coefficient for the three variables was higher than 0.8, showing an important impact of the intervention on the improvement of the executive functions studied. Conclusion: Auditory therapies focused on PAC improve executive functions, working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility.

Keywords: *Auditory processing, executive functions, neurodevelopmental disorders, auditory therapy, working memory, cognitive flexibility, inhibitory control.*

INTRODUCCIÓN

Los trastornos del neurodesarrollo son un grupo de afecciones que se originan en el desarrollo del cerebro y del sistema nervioso central, según los autores Jacquemot y Bachoud-Lévi, (2021). Estas afecciones se manifiestan en la infancia y afectan el comportamiento, el aprendizaje y las habilidades sociales y de comunicación de acuerdo con Gortázar (2020).

Para Pérez-Jara y Ruiz (2022), los desórdenes del desarrollo neurológico son condiciones neurobiológicas que comienzan en el desarrollo y provocan deficiencias en el progreso personal, social, académico o laboral. Dichas deficiencias pueden ser específicas o generalizadas y suelen ser detectables en los primeros años de vida.

Por su parte, Carballal et al. (2018), afirman que los trastornos del neurodesarrollo son alteraciones que impactan la evolución y madurez del sistema nervioso central, repercutiendo en dificultades en áreas como la cognición, la motricidad, la socialización y el comportamiento. Estas alteraciones son producto de interacciones complejas entre factores genéticos y ambientales.

Todas estas definiciones tienen en común los siguientes elementos:

Los trastornos del neurodesarrollo suelen manifestarse en la infancia o en las primeras etapas del desarrollo, Díaz-Rosell (2020).

Afectan diversas áreas del funcionamiento, incluyendo la cognición, el comportamiento, las habilidades sociales y la comunicación.

Resultan de la combinación de factores genéticos, biológicos y ambientales, Herrera (2023).

Aunque los síntomas pueden variar en intensidad a lo largo del tiempo, estos trastornos tienden a ser crónicos y pueden requerir intervenciones a largo plazo.

Los individuos con trastornos del neurodesarrollo a menudo requieren intervenciones tempranas y apoyo continuo para mejorar su calidad de vida y funcionalidad en diferentes contextos.

Las causas de los trastornos del neurodesarrollo son variadas y pueden incluir una combinación de factores genéticos, ambientales y de desarrollo. Se presenta un resumen de las principales causas, de acuerdo con Akrich et al. (2023):

Factores genéticos: Mutaciones genéticas y alteraciones metabólicas pueden contribuir a la aparición de trastornos del neurodesarrollo (Moore y Hunter, 2013). Estos factores pueden ser hereditarios y estar presentes desde el nacimiento.

Factores prenatales: Durante el embarazo, factores como deficiencias nutricionales, infecciones maternas, exposición a sustancias tóxicas (como drogas o contaminantes ambientales) y complicaciones durante la gestación pueden afectar el desarrollo del cerebro del feto.

Factores perinatales: Dificultades durante el parto, como la, bajo peso al nacer y nacimiento prematuro, pueden interferir en el desarrollo del sistema nervioso (Marcotti y Rivera, 2021).

Factores postnatales: Después del nacimiento, la exposición a tóxicos

ambientales, infecciones, y traumatismos craneoencefálicos pueden contribuir a la aparición de trastornos del neurodesarrollo, de acuerdo con Nieto-Del Rincón (2008).

Es importante tener en cuenta que no todos los individuos expuestos a estos factores desarrollarán trastornos del neurodesarrollo, ya que la interacción de múltiples factores genéticos y ambientales juega un papel complejo en su aparición como afirma Parthasarathy (2014).

La prevalencia a nivel mundial de los desórdenes del desarrollo neurológico es de 5% del total de niños en todo el mundo con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y del 1% del total de la población mundial con Trastorno del Espectro Autista (TEA) es del 1%. En la Unión Europea estos valores siguen un patrón bastante similar, (lo que incluye a España) de acuerdo con Carballal et al. (2018):

El TDAH afecta aproximadamente al 5% de los niños.

El TEA afecta al 1% de la población infantil.

Los trastornos del neurodesarrollo pueden tener un impacto significativo en la dinámica de la vida diaria de un niño, tanto en el hogar como en el colegio debido a que los niños con trastornos del neurodesarrollo pueden tener dificultades para expresar sus necesidades y emociones, lo que puede generar frustración tanto en el niño como en los padres y hermanos señala Holsey (2022).

Puede resultar desafiante establecer y mantener rutinas diarias, como el aseo personal, las comidas y las horas de sueño. De acuerdo con Labra y Huancamani (2024).

Explican Quintero et al. (2022) que estos niños a menudo necesitan de más tiempo y apoyo para completar tareas cotidianas y pueden tener problemas para entender y responder adecuadamente a las señales sociales y emocionales de los demás, lo que puede afectar las relaciones. Algunos de estos niños pueden presentar: comportamientos repetitivos, hiperactividad o episodios de ira, difíciles de gestionar por los padres afirman los autores Holsey (2022) y Labra y Huancamani (2024).

Las dificultades de atención, memoria de trabajo y organización pueden afectar su desempeño académico con lo que se necesitan adaptaciones en el aula y métodos de enseñanza individualizados como explica Peñaloza (2023). Por su parte, la autora Rubalcaba (2023) asevera que hacer y mantener amistades suele ser complicado debido a los problemas de comunicación y comprensión de las normas sociales de los niños con trastornos del neurodesarrollo. Estos niños suelen tener problemas para participar en actividades grupales y extracurriculares debido a limitaciones en las habilidades sociales y motoras y la estructura y las demandas del entorno escolar pueden ser abrumadoras para algunos niños, lo que puede generar ansiedad y estrés, como explica Weihing (2015).

Los padres pueden percibir si su hijo tiene un trastorno del neurodesarrollo cuando observan retrasos en el desarrollo del lenguaje, dificultades para seguir instrucciones, problemas de comportamiento o dificultades para interactuar con otros niños, afirma Díaz-Rosell (2020). Es sustancial buscar el diagnóstico y apoyo de profesionales de la salud para obtener un adecuado plan de intervención.

Tabla 1.

Tipos de terapia y su enfoque

Tipo de terapia	Enfoque
Del lenguaje y del habla	Ayuda a los niños a desarrollar habilidades de comunicación efectivas.
Ocupacional	Fomenta el desarrollo de habilidades motoras finas y gruesas, así como la autonomía en actividades diarias.
Intervención conductual	Enfocada en mejorar comportamientos y habilidades sociales a través de técnicas como el análisis aplicado del comportamiento (ABA, por sus siglas en inglés).
Integración sensorial	Ayuda a los niños a procesar y responder de manera adecuada a la información sensorial del entorno.

Fuente: Gortázar (2020).

Existen pruebas que permiten el diagnóstico de los trastornos del neurodesarrollo, de acuerdo con Marcotti et al. (2021) y Pérez-Jara y Ruiz (2022): Inventario de Desarrollo del Espectro Autista (IDEA), que evalúa dimensiones características del espectro autista mediante cuestionarios y observaciones Musiek y Chermak (2014); entrevista para el Diagnóstico de Autismo-Revisada (ADI-R, por sus siglas en inglés): Entrevista estructurada con los padres que recopila información sobre el desarrollo temprano, la comunicación, las interacciones sociales y los comportamientos repetitivos, explican los autores Portellano,

Mateos y Martínez (2012); escala de Observación para el Diagnóstico de Autismo (ADOS-2, por siglas en inglés): Evaluación observacional directa que analiza la comunicación, la interacción social y el juego, Testrail (2024); evaluación Connors: Cuestionarios que evalúan el TDAH y otros trastornos comórbidos en niños y adolescentes, Herrera (2023); cuestionario de Autismo para Bebés y Niños Pequeños (M-

CHAT, por siglas en inglés): Herramienta de detección temprana para identificar posibles signos de TEA en niños pequeños, Musiek (1994).

El diagnóstico y la aplicación de terapias tempranas en casos de trastornos del neurodesarrollo son decisivos por varias razones, de acuerdo con Moore y Hunter (2013) y Pérez-Jara y Ruiz (2022): Un diagnóstico temprano permite iniciar intervenciones y tratamiento temprano, lo que puede maximizar los beneficios terapéuticos. Así mismo la identificación y el abordaje a temprana edad puede mejorar el pronóstico a largo plazo de los niños. Se podrían, de esta manera, reducir la gravedad de los síntomas y ayudar a las familias a buscar y recibir apoyo: orientación y recursos. Las terapias tempranas promueven el desarrollo óptimo en áreas como la comunicación, las habilidades sociales, la cognición y la motricidad, proporcionando una base sólida para el futuro, Silva-Barragán y Ramos-Galarza (2020). La infancia es un período de alta plasticidad

cerebral, es decir, el cerebro es más receptivo a los cambios y adaptaciones. Las terapias tempranas aprovechan esta plasticidad para fomentar el desarrollo de nuevas habilidades y la compensación de deficiencias, Marcotti et al. (2021). La intervención anticipada puede mejorar las destrezas sociales y la adaptación del niño, facilitando su inclusión en entornos escolares y comunitarios. El abordaje temprano previene o minimiza problemas secundarios como la ansiedad, la depresión y problemas de comportamiento.

Los autores Akrich et al. (2023) y Labra y Huancamani (2024) coinciden en señalar que el diagnóstico y terapias tempranas son necesarias para dar a los niños con trastornos del neurodesarrollo oportunidades de desarrollo y calidad de vida.

Un aspecto importante en las terapias para el trastorno del neurodesarrollo es el fortalecimiento de las funciones ejecutivas, descritas por Alt y Fox (2022) y Quintero et al. (2022) como un conjunto de habilidades cognitivas que permiten a una persona planificar, organizar, tomar decisiones, prestar atención y regular su propio comportamiento para alcanzar objetivos concretos. Las funciones ejecutivas son fundamentales para el funcionamiento diario y el éxito en diversas actividades y contextos. En la tabla 2 pueden verse las funciones algunas de las principales funciones ejecutivas.

Estas funciones ejecutivas trabajan en conjunto para permitir al individuo realizar actividades complejas y adaptarse a diversas situaciones. Cuando alguna de estas funciones está afectada, puede generar conflictos en el rendimiento

académico, laboral y social. Los desórdenes del desarrollo neurológico pueden tener un impacto significativo en las funciones ejecutivas de los niños, lo que a su vez afecta su capacidad para planificar, organizar, tomar decisiones y regular su comportamiento de acuerdo con Rubalcaba (2023).

Otro elemento fundamental para el desarrollo de las funciones ejecutivas es la audición, que no es solamente escuchar, sino que implica un proceso más complejo, como afirma Cañete (2006). Desde que el sonido llega al tímpano hasta que es percibido, el sistema auditivo realiza numerosas operaciones mecánicas y neurobiológicas. La señal sonora que choca con la membrana timpánica se convierte en una señal eléctrica que viaja a través de redes neuronales complejas hacia diferentes partes del cerebro para su análisis, reconocimiento y comprensión explica Cañete (2006).

En la tabla 2 se describen las manifestaciones del trastorno en cada una de las principales funciones ejecutivas.

Tabla 2.
Tipos de terapia y su enfoque

Función ejecutiva	Descripción	Manifestaciones en el Trastorno del Neurodesarrollo	Ejemplo
Memoria de trabajo	Capacidad de mantener y manipular información en la mente durante un corto período de tiempo. Es decisiva para tareas como seguir instrucciones, resolver problemas y realizar cálculos mentales.	Afecta la capacidad para seguir instrucciones, resolver problemas y realizar tareas que requieren múltiples pasos.	Un niño con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) puede olvidar instrucciones a medio camino de una tarea, lo que puede llevar a errores o a la necesidad de repetir la tarea.
Control inhibitorio	Capacidad de resistir impulsos y controlar respuestas automáticas para comportarse de manera adecuada en diferentes situaciones. Incluye habilidades como la autorregulación emocional, la atención selectiva y el manejo de la impulsividad.	Dificultades para resistir impulsos y controlar respuestas automáticas. Esto puede llevar a comportamientos impulsivos y problemas para mantener la atención en tareas específicas.	Un niño con TDAH puede interrumpir a otros con frecuencia, tener dificultades para esperar su turno y mostrar impulsividad en situaciones sociales.
Flexibilidad cognitiva	Capacidad de adaptarse a cambios y alternar entre diferentes tareas o pensamientos. Permite ajustar el comportamiento según las circunstancias y encontrar soluciones creativas a los problemas.	Dificultades para adaptarse a cambios, alternar entre tareas diferentes y resolver problemas de manera creativa	Un niño con Trastorno del Espectro Autista (TEA) puede tener dificultades para cambiar de una actividad a otra y puede resistirse a cambios en la rutina diaria.
Planificación y organización	Implican establecer metas, desarrollar estrategias para alcanzarlas y organizar los recursos y el tiempo de manera eficiente. Esta función es esencial para llevar a cabo proyectos complejos y gestionar actividades diarias.	Dificultades para establecer metas, desarrollar estrategias y gestionar el tiempo y los recursos de manera efectiva.	Un niño con un trastorno del aprendizaje puede tener problemas para organizar su mochila escolar, olvidar materiales necesarios para las clases y tener dificultades para seguir un horario.
Toma de decisiones	Capacidad de evaluar opciones y elegir la mejor alternativa en función de la información disponible y las consecuencias potenciales. Esta función incluye habilidades como el análisis de riesgos y beneficios, la resolución de conflictos y la capacidad de priorizar.	Dificultades para evaluar opciones, considerar consecuencias y elegir la mejor alternativa.	Un niño con TEA puede tener dificultades para tomar decisiones sociales, como elegir con quién jugar en el recreo o cómo resolver un conflicto con un compañero.
Monitorización y autorregulación	La capacidad de evaluar continuamente el progreso hacia una meta y ajustar el comportamiento según sea necesario para mantener el rumbo. Esto incluye habilidades como la autocrítica constructiva, la detección de errores y la corrección de desvíos.	La capacidad para monitorear el progreso hacia una meta y autorregular el comportamiento puede estar comprometida. Esto puede llevar a una falta de autocrítica constructiva y dificultades para corregir errores.	Un niño con TDAH puede tener problemas para reconocer cuándo se está desviando de una tarea y puede necesitar recordatorios constantes para volver a enfocarse.
Iniciación de tareas	Capacidad de comenzar actividades y proyectos sin demora, superando la procrastinación y la indecisión. Esta función es crucial para llevar a cabo acciones y cumplir con los plazos establecidos	La iniciación de tareas puede ser difícil, lo que resulta en procrastinación y problemas para comenzar actividades y proyectos.	Un niño con trastornos del aprendizaje puede posponer el inicio de tareas escolares y necesitar apoyo adicional para comenzar y completar las actividades.

Fuente: Quintero et al. (2022)

La mayoría de las personas asocian las habilidades auditivas únicamente con escuchar, es decir, la habilidad de detectar la presencia del sonido. Cuando un individuo presenta pérdida auditiva, se asume que ha perdido parcial o totalmente esta capacidad, sin embargo, la detección del sonido es solo uno de los muchos procesos que ocurren en el sistema auditivo, de acuerdo con Marcotti y Rivera (2021).

Aseveran Caicedo et al. (2020) que algunas personas que no tienen problemas para percibir la presencia de un sonido pueden enfrentar otras dificultades auditivas, como comprender conversaciones en entornos ruidosos, seguir instrucciones verbales complejas o aprender nuevo vocabulario e idiomas. Estos problemas pueden influir en el desarrollo del lenguaje, el rendimiento académico y la efectividad comunicativa.

Señala Parthasarathy (2014) que, con frecuencia, estos individuos no reciben un diagnóstico de problemas auditivos, ya que son capaces de detectar el sonido o reconocer el habla en situaciones ideales. Por lo tanto, se considera que tienen una "audición normal" y que sus dificultades obedecen a falta de atención u otras causas.

El Procesamiento Auditivo Central (PAC) se refiere a los mecanismos y procesos del sistema auditivo responsables de la percepción y el procesamiento de la información auditiva afirman los autores Caicedo et al. (2020). Esto incluye habilidades como la localización y lateralización del sonido, la discriminación auditiva, y la capacidad de procesar señales acústicas competitivas en entornos ruidosos y con señales degradadas, explica Diaz-Rosell (2020). Todo ello es aplicable tanto a señales verbales como no verbales.

Para Akrich et al. (2023) el aprendizaje del lenguaje oral está estrechamente vinculado con el procesamiento de la información acústica. Son los mecanismos centrales los que permiten a los niños asimilar el lenguaje oral de forma rápida y eficaz, señalan los autores Alt y Fox (2022).

Por su parte, Oyarzún et al. (2022) afirman que existe una relación estrecha entre los desórdenes del procesamiento auditivo central (DPAC, por sus siglas) y los trastornos en el desarrollo del lenguaje. Esta relación se observa claramente en el rendimiento de niños con trastornos de aprendizaje que presentan alteraciones en el procesamiento temporal de señales acústicas. Incluso la gramática se ve afectada por el déficit de lenguaje, ya que las propiedades de la señal requieren un análisis perceptual más detallado como explica el autor Peñaloza (2023). Aunque existen otros factores que pueden contribuir a un trastorno de aprendizaje, no todos son atribuibles a los desórdenes del procesamiento auditivo central. Las habilidades auditivas se describen en la tabla 3.

Tabla 3.

Habilidades auditivas importantes en el proceso de aprendizaje

Habilidad auditiva	Descripción
Discriminación.	Capacidad para distinguir sonidos que varían en frecuencia, duración o intensidad.
Localización.	Habilidad para identificar la ubicación de una fuente sonora
Discriminación auditiva.	Capacidad para diferenciar elementos fonémicos del habla que son acústicamente similares.
Encierro (Closure) auditivo	Habilidad para entender un mensaje o palabra completa cuando falta una parte de este.
Separación auditiva en ruido	Capacidad para identificar al hablante principal en presencia de ruido de fondo.
Asociación auditiva	Habilidad para asignar un significado a las palabras.
Memoria auditiva	Capacidad para almacenar y recordar un estímulo en el orden o secuencia correcta.
Atención auditiva	Habilidad para dirigir y mantener la atención en una señal acústica relevante durante un tiempo adecuado.

Fuente: Cañete (2006).

Caicedo et al. (2020) afirman que un Desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC) nace debido a una disfunción en el procesamiento de la información auditiva. Este desorden puede estar presente junto con otras disfunciones globales que afectan el desempeño en diferentes maneras, tanto en niños (dislexia, trastornos de aprendizaje, trastornos del lenguaje, déficit de atención, etc.) como en adultos con otras patologías que comprometen los procesos neurocognitivos.

Por el contrario, señala Herrera (2023) que un adecuado PAC puede ayudar al desarrollo y fortalecimiento de funciones ejecutivas en individuos con trastornos de neurodesarrollo, ya que, si sus capacidades auditivas están intactas, ello le permite fortalecer aquellos procesos de aprendizaje

asociados a las habilidades auditivas señaladas en la tabla 3.

La relación entre el PAC y las funciones ejecutivas radica en que una dificultad en el procesamiento auditivo central puede afectar la capacidad de un niño para procesar y responder adecuadamente a la información auditiva, lo que a su vez puede impactar su rendimiento en tareas que requieren funciones ejecutivas para Marcotti et al. (2021). Un niño con dificultades en el PAC puede tener problemas para seguir instrucciones verbales complejas, lo que puede afectar su capacidad para planificar y organizar tareas.

De acuerdo con los autores Silva-Barragán y Ramos-Galarza (2020) las terapias auditivas pueden ayudar a mejorar las funciones ejecutivas en niños con trastornos del

neurodesarrollo al entrenar y fortalecer el sistema auditivo central, ello puede incluir ejercicios para mejorar la discriminación auditiva, la localización del sonido, y la capacidad de procesar señales acústicas en entornos ruidosos. Al mejorar estas habilidades auditivas, los niños pueden tener una mejor capacidad para procesar la información auditiva, lo que a su vez puede mejorar su rendimiento en tareas que requieren funciones ejecutivas de acuerdo con Rubalcaba (2023).

En resumen, el PAC y las funciones ejecutivas están interrelacionados por lo que fortalecer el PAC a través de terapias auditivas, puede tener un impacto positivo en las funciones ejecutivas de los niños con desórdenes del desarrollo neurológico.

En un orden similar de ideas, la prueba para la Evaluación Funcional del Neurodesarrollo, (ENFEN, por sus siglas) es una herramienta utilizada para evaluar y diagnosticar trastornos del neurodesarrollo en niños y adolescentes, explica el autor Gortázar (2020). Esta prueba se aplica para identificar dificultades en áreas como el desarrollo cognitivo, el comportamiento, la comunicación y las habilidades sociales.

El objetivo principal de la prueba ENFEN es proporcionar una evaluación integral del perfil funcional del niño o adolescente, lo que permite a los profesionales de la salud y la educación diseñar intervenciones y tratamientos personalizados para abordar las necesidades específicas del individuo.

Como ya se señaló, las dificultades en las funciones ejecutivas pueden afectar el rendimiento académico, social y emocional de los niños con trastornos del neurodesarrollo, sin embargo, las

intervenciones tempranas y el apoyo adecuado pueden ayudar a mitigar estos efectos y mejorar la calidad de vida de estos niños. Tomando como base las consideraciones anteriores se ha propuesto realizar un estudio orientado a dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la terapia de procesamiento auditivo central mejora las funciones ejecutivas en niños con trastornos del neurodesarrollo sin pérdida auditiva? Para darle respuesta se ha formulado el objetivo de investigación.

Descripción de la institución donde se realizó la intervención

La clínica multidisciplinar en la cual se ha realizado la intervención se ubica en Albacete y se llama Centro La Rueda y se dedica a proporcionar atención integral a niños y adultos con trastornos del neurodesarrollo, Centro La Rueda (2024). La clínica atiende diariamente un promedio de 12 niños con diagnósticos variados. Este centro se caracteriza por su enfoque holístico y personalizado, contando con un equipo de especialistas altamente capacitados en diversas áreas terapéuticas. Entre los servicios que ofrece la clínica, se destacan, Centro La Rueda (2024):

- **Fisioterapia Neurológica:** Un equipo de fisioterapeutas especializados en neurología trabaja en la rehabilitación y mejora de la movilidad y las funciones motoras de los pacientes. Utilizan técnicas avanzadas y programas individualizados para ayudar a los pacientes a alcanzar su máximo potencial funcional.
- **Optometría y Terapia Visual:** La optometrista del centro se enfoca en evaluar y tratar problemas visuales que pueden

afectar el aprendizaje y el desarrollo de los pacientes. La terapia visual se utiliza para mejorar habilidades visuales como la coordinación ojo-mano, la percepción visual y la lectura.

- Terapias Auditivas: Los especialistas en terapias auditivas proporcionan evaluaciones y tratamientos para mejorar el procesamiento auditivo central. Este enfoque es esencial para apoyar el perfeccionamiento de habilidades cognitivas y lingüísticas en niños.

El objetivo principal de la clínica es ofrecer un entorno de apoyo y cuidado, donde cada paciente reciba un plan de tratamiento personalizado que aborde sus necesidades específicas. La colaboración entre los diferentes especialistas asegura un enfoque integral y coordinado, optimizando los resultados terapéuticos y mejorando la calidad de vida de los pacientes y sus familias.

Objetivos del Estudio

General

- Demostrar que la terapia de procesamiento auditivo mejora las funciones ejecutivas en niños con trastornos del neurodesarrollo sin pérdida auditiva.

Específicos

- Describir las características demográficas, clínicas y de rendimiento cognitivo de los pacientes que recibirán terapia de procesamiento auditivo (Edad, sexo, funciones ejecutivas previas a la intervención).
- Medir los cambios en las funciones ejecutivas (memoria, atención de la terapia

de procesamiento auditivo, mediante la aplicación de pruebas estandarizadas y evaluaciones, flexibilidad cognitiva y planificación) antes y después.

- Evaluar cómo los cambios en las funciones ejecutivas, resultantes de la terapia de procesamiento auditivo mejoran la calidad de vida de los pacientes.

Justificación del estudio

Los desórdenes del desarrollo neurológico como TDAH y el TEA afectan significativamente las funciones ejecutivas en los niños, lo que puede dificultar su desempeño académico, social y emocional. Las funciones ejecutivas incluyen habilidades como la memoria de trabajo, la atención, la flexibilidad cognitiva y la planificación, que son esenciales para el desarrollo y el funcionamiento diario. Un desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC) ocurre cuando hay una disfunción en el procesamiento de la información auditiva. Este trastorno puede coexistir con otras disfunciones globales que impactan el rendimiento en diversas áreas, tanto en niños como en adultos con otras patologías que afectan los procesos neurocognitivos. Este estudio busca demostrar que la terapia de procesamiento auditivo puede mejorar significativamente las funciones ejecutivas en niños con trastornos del neurodesarrollo sin pérdida auditiva. Al identificar y documentar los beneficios específicos de esta terapia, este estudio contribuirá a la evidencia científica y proporcionará una base sólida para su inclusión en programas de intervención y tratamiento.

Además, los resultados de este estudio pueden mejorar la calidad de vida de los

niños y sus familias, al ofrecer una herramienta adicional para abordar las dificultades asociadas con los trastornos del neurodesarrollo. Los resultados obtenidos podrían influir en las prácticas clínicas y educativas, fomentando el uso de terapias de procesamiento auditivo como parte de un enfoque integral para el manejo de estos trastornos.

MÉTODOS

Tipo de estudio

Descriptivo, prospectivo, longitudinal.

El estudio que se presenta tiene carácter descriptivo porque tiene como objetivo describir las características de una población o fenómeno. No se establece una relación causal, sino que se recogen datos que describen el estado actual de los sujetos. Es de tipo prospectivo porque implica la recolección de datos hacia adelante en el tiempo, comenzando en el presente y siguiendo a los sujetos durante un período determinado en el futuro.

Esto permite observar cómo cambian las variables a lo largo del tiempo y es longitudinal porque se realiza un seguimiento de los mismos individuos o grupo de individuos a lo largo del tiempo, de acuerdo con Hernández Sampieri, Collado y Baptista (2014).

Población y muestra

La población en estudio estuvo conformada por 23 pacientes con edades entre 6 y 12 años, sin distinción de género, con diagnóstico, todos con trastornos del neurodesarrollo: TDAH, TEA, síndrome de

Down y trastornos de la comunicación social.

La muestra es de tipo no probabilística intencional conformada por 12 pacientes con el mismo diagnóstico que cumplieron los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión

- Asistencia al servicio en el periodo de estudio, edad mayor o igual a 6 años y menor o igual a 12 años, diagnóstico confirmado de trastornos del neurodesarrollo: TDAH, TEA, síndrome de Down y trastornos de la comunicación social según DSM-5, aportar pruebas auditivas que confirmen no tener pérdida de audición, firma del consentimiento informado (Ver anexo 1), ausencia de comorbilidades graves y sin contraindicación para la participación en las terapias.

Criterios de exclusión

- Negativa de firmar el consentimiento informado, diagnósticos diferentes a trastornos del neurodesarrollo: TDAH, TEA, síndrome de Down y trastornos de la comunicación social y contraindicación para la participación en terapias.

Técnica e instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos fue utilizada la observación directa, guiada en base a un formulario diseñado por el investigador. Dicha observación se realizó de fuente directa al realizar la prueba ENFEN antes y después de las terapias. El formulario es el mismo reseñado por Alt y Fox (2022). Ver anexo 2.

La validez y confiabilidad del cuestionario fue determinada por expertos aplicando el Coeficiente Alfa de Cronbach y la validez interna fue $>0,9$.

Aspectos éticos

En este estudio se han tomado las debidas previsiones para proteger los derechos de los pacientes, garantizando la precisión y honestidad de la investigación. Asegurando de este modo que la misma es justa y respetuosa con los derechos de los participantes.

Por respeto a la privacidad de los pacientes y a las normativas de protección de datos, el investigador deja constancia de que ningún dato personal del paciente se plasma en el informe escrito de tal manera que dichos pacientes puedan ser identificados y que, si los resultados de este estudio se publica en medios digitales, la mencionada identificación de pacientes no es posible.

Procedimiento de investigación

Para la realización de la investigación se cumplieron las siguientes etapas:

- Solicitud de autorización ante la Coordinación de Terapias y Dirección de la clínica multidisciplinar que presta servicios a pacientes con trastornos de neurodesarrollo en la cual se llevó a cabo el estudio.
- Revisión bibliográfica y documental.
- Visita a la coordinación de terapias y Departamento de registros médicos y estadísticas de la clínica multidisciplinar, a fin de solicitar estadísticas hospitalarias de interés en esta investigación.

- Selección de individuos, para ello se cumplieron los siguientes pasos:

- Visita diaria de lunes a viernes a Coordinación de Terapias al objeto de identificar pacientes.

- Solicitud al paciente de participar en el estudio.

- Entrega del consentimiento informado.

- Aplicación de criterios de inclusión y exclusión.

- Diseño y Validación del Instrumento.

- El procedimiento implementado consta de tres fases, diseñadas para evaluar de manera precisa el impacto del programa de entrenamiento en PAC sobre las funciones ejecutivas. Cada fase fue supervisada por un equipo multidisciplinario compuesto por neuropsicólogos, terapeutas ocupacionales y especialistas en audiología.

- Fase inicial: La evaluación pretest se llevó a cabo utilizando la prueba ENFEN, herramientas estandarizadas y ampliamente validadas. La importancia de realizar un pretest radica en la posibilidad de establecer una línea base objetiva que permita comparar los resultados post intervención.

- Intervención: La intervención tuvo una duración total de 12 semanas, tiempo considerado como suficiente para observar mejoras significativas de funciones ejecutivas y habilidades cognitivas y auditivas. Las sesiones de entrenamiento incluyeron ejercicios de atención auditiva y discriminación sonora, siguiendo protocolos desarrollados por Chermak y Musiek (2014).

- En la fase posterior se utilizaron las mismas herramientas de evaluación que en la

fase inicial para garantizar la comparabilidad de los datos. Se prestó especial atención a la consistencia de las condiciones de evaluación, siguiendo las directrices de administración de pruebas neuropsicológicas.

- Herramientas y técnicas

- Procesamiento auditivo central. Se utilizó la prueba de Identificación de Sonidos Lingüísticos, validado en múltiples estudios como una herramienta eficaz para evaluar el procesamiento auditivo en niños. Las pruebas de localización y lateralización del sonido permiten evaluar habilidades específicas del PAC que son esenciales para la comprensión auditiva en entornos ruidosos.

- Funciones Ejecutivas:

Para la memoria de trabajo, se empleó la prueba de retención de dígitos inversos de la Escala de inteligencia de Wechsler para niños-V (WISC-V, por sus siglas en inglés), ampliamente utilizada en estudios neuropsicológicos infantiles, (Pearson Clinical,2024).

El Stroop Color and Word Test se utilizó para medir el control inhibitorio, una función ejecutiva clave en la autorregulación del comportamiento, (Psytoolkit ,2024).

La flexibilidad cognitiva se evaluó mediante el Trail Making Test (TMT por sus siglas en inglés), una prueba sensible a las alteraciones en funciones ejecutivas, (Testrail ,2024).

- Aplicación del Instrumento de Recolección de Datos:

- Edad

- Años

- Sexo: ▪ Femenino ▪ Masculino

- Diagnóstico.

- Tabulación y análisis de datos.

- Presentación de resultados.

Técnica de tabulación, análisis y presentación de resultados

Los datos se tabularon utilizando tablas en Excel y se analizaron utilizando el paquete estadístico EPI INFO versión 3.3.2. y Excel versión Windows XP (estadística descriptiva). Se ha establecido un índice de confianza de 95% y $p>0,05$. Para la presentación de los datos se utilizaron tablas y gráficos.

Para la determinación de la relación entre las variables y la terapia se aplicó la prueba t para muestras relacionadas, que permite comparar las medias de dos conjuntos de datos relacionados (en este caso, las mediciones antes y después del programa de intervención). Valores inferiores a 0.001 indican que las diferencias observadas no son producto del azar y son estadísticamente significativas. El tamaño del efecto se midió con el coeficiente de Cohen (d de Cohen), citado por Klein (2013).

Resultados esperados

Se espera que los resultados del estudio confirmen las hipótesis planteadas, mostrando mejoras significativas en las funciones ejecutivas de los participantes tras la intervención. Estudios previos han evidenciado que programas de entrenamiento similares han tenido un impacto positivo en el desarrollo cognitivo y social de niños con trastornos del neurodesarrollo.

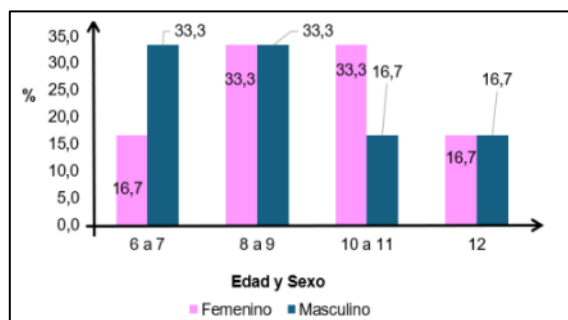
RESULTADOS

Descripción de las características demográficas de los pacientes.

Para este estudio se estableció que la edad media de los participantes fue de 8 años con una desviación estándar de 3,07 años, los que implica que la mayoría de los pacientes tenían 5,3 años y 11,27 años. En cuanto al sexo, no hubo predominio pues la muestra estuvo compuesta por 6 varones y 6 niñas, para un 50% femenino y masculino respectivamente. De forma gráfica, estos datos se presentan en la siguiente figura.

Figura 1.

Datos demográficos de los pacientes

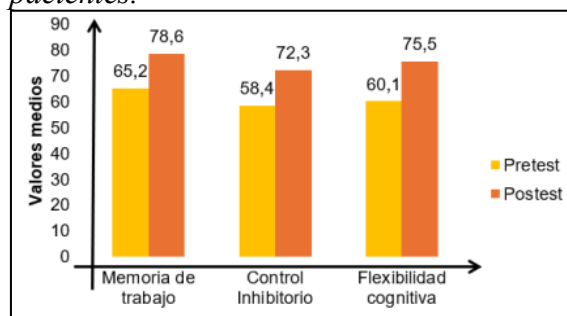


Medición de los cambios en las funciones ejecutivas (memoria, atención, flexibilidad cognitiva y planificación) antes y después de la terapia de procesamiento auditivo.

En la figura 2 se observa que hay una mejora significativa entre los valores iniciales de la prueba ENFEN previos a la terapia y los valores finales posteriores a las terapias de estimulación auditiva de la misma prueba con una variación total media de 18,9% lo que demuestra una mejora de habilidades cognitivas básicas.

Figura 2.

Cambios en las funciones ejecutivas de los pacientes.



Para la memoria de trabajo se obtuvo una variación positiva de 17% (1-(65,2/78,6)). Esta variación es favorable pues la memoria de trabajo es esencial para el aprendizaje académico y la resolución de problemas complejos.

Para el control inhibitorio la variación fue de 19,2% (1-(58,4/72,3). Este incremento positivo es importante toda vez que el control inhibitorio permite demostrar la capacidad del programa para fortalecer la autorregulación, un área frecuentemente afectada en niños con TDAH y TEA. La mejora en el control inhibitorio es esencial para la interacción social y el comportamiento adecuado en entornos escolares.

La flexibilidad cognitiva presentó una variación positiva de 20% (1-(60,1/75,5)), es decir, de las tres variables consideradas, fue la que obtuvo la mayor variación, lo cual es un cambio favorable ya la flexibilidad cognitiva otorga al paciente la habilidad para adaptarse a entornos cambiantes y les permite una mejor gestión de situaciones novedosas.

Evaluación de los cambios en las funciones ejecutivas, resultantes de la terapia de procesamiento auditivo

Todos estos valores p obtenidos son muy bajos, menores que 0.001, lo que sugiere que las mejoras en estas áreas después del programa de intervención son muy probables y no se deben al azar. A continuación, se muestra la tabla 4, que señala los valores obtenidos.

Tabla 4.

Valor p de las variables

Variables evaluadas	Valor	
Memoria de trabajo $t(29)$	8.45	$p < 0.001$
Control inhibitorio $t(29)$	9.12	$p < 0.001$
Flexibilidad cognitiva $t(29)$	10.33	$p < 0.001$

El tamaño del efecto mide la magnitud de las diferencias observadas y en este caso se usó el coeficiente d de Cohen para interpretarlo:

Tabla 5.

Tamaño del efecto

Variables evaluadas	d
Memoria de trabajo	1.55
Control inhibitorio	1.63
Flexibilidad cognitiva	1.78

Según los criterios de Cohen (Klein, 2013), un tamaño del efecto superior a 0.8 se considera grande. Aquí, los tamaños del efecto para todas las variables son superiores a 1.5, lo que indica un impacto muy grande y significativo del programa de intervención.

Los resultados indican que el programa de intervención tuvo un impacto notable y significativo en el desarrollo de las funciones

ejecutivas de los participantes, incluyendo la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. Esto respalda la validez de los hallazgos y es congruente con estudios previos similares.

CONCLUSIÓN

El estudio ha demostrado que el procesamiento auditivo central puede tener un impacto positivo en el desarrollo de las funciones ejecutivas en niños con trastornos del desarrollo neurológico.

Los resultados obtenidos en esta investigación están basados en una muestra de 12 niños, en la cual no se observó predominio del sexo, ya que estuvo equitativamente distribuida entre niños y niñas (50% femenino y 50% masculino), todos con diagnóstico de trastornos del neurodesarrollo y con una edad media de 8,2 años y una desviación estándar de 3,2 años.

Estos pacientes recibieron una evaluación inicial mediante la prueba ENFEN y luego una intervención de doce semanas, enfocada en alcanzar una mejora significativa en tres funciones ejecutivas importantes para el adecuado desenvolvimiento escolar, familiar y social:

- La memoria de trabajo, memoria de corto plazo empleada para retener y manipular información temporalmente. Permite realizar tareas como recordar un número de teléfono o seguir instrucciones. Control inhibitorio, Capacidad de suprimir impulsos y comportamientos automáticos para realizar acciones más apropiadas o deseadas. Permite regular acciones y pensamientos, resistir tentaciones, mantener la atención y evitar distracciones. Flexibilidad cognitiva,

habilidad para adaptar el pensamiento y comportamiento en respuesta a situaciones cambiantes o nuevas. Incluye cambiar de una tarea a otra, ajustar las perspectivas y encontrar soluciones alternativas a los problemas.

Al término de las doce semanas, volvieron a ser evaluadas las funciones ejecutivas de los pacientes, mediante el Test ENFEN y se observó una mejora del 17% en la memoria de trabajo, un incremento del 18% en el control inhibitorio y una mejora del 20% en la flexibilidad cognitiva con respecto a los valores iniciales. Estos resultados sugieren que el entrenamiento y estimulación del procesamiento auditivo central mediante terapias auditivas pueden contribuir significativamente al desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales en niños con trastornos del neurodesarrollo sin pérdida auditiva.

REFERENCIAS

- Akrich, S., de Oliveira, E. P., Favrot-Meunier, C., Rebichon, C., de Clerck, A., Ettori, S., ... & Loundon, N. (2023). Analysis of specific risk factors of neurodevelopmental disorder in hearing-impaired infants under ten months of age: "Entndre" an opening research stemming from a transdisciplinary partnership. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 166, 111453. Recopilado de <https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>
- Alt, Fox, A; Levy, R; Hogan, T; Cowan, T, Gray, S. (2022). Phonological Working Memory and Central Executive Function Differ in Children with Typical Development and Dyslexia. *Dyslexia*. 28(1): 20–39. doi: doi:10.1002/dys.1699.
- Caicedo Tarazona, A., Rodríguez Quiñones, Caicedo Téllez, V.; Aguilar Cañas, S.; Rivera Porras, D. (2020). Técnica De Intervención Más Utiliza En Infantes Con Desorden Del Procesamiento Auditivo Central (Dpac). *Revista Científica Signos Fónicos*. 1-28
- Cañete, O. (2006). Desorden del procesamiento auditivo central (DPAC). *Revista. Otorrinolaringología. Cirugía de Cabeza y Cuello*. 66, 263-273.
- Carballal, M., Gago, A.; Area, J; Garmad, M; Cendón, C; Goicoechea, A; Peña Nieto, J (2018). Prevalencia de trastornos del neurodesarrollo, comportamiento y aprendizaje en Atención Primaria. *Anales de Pediatría*. 89(3), 153-161. doi: 10.1016/j.anpedi.2017.10.007
- Centro La Rueda. (2024). Recopilado de <https://centrolarueda.com/>
- Rosell, M. D. (2018). Acercamiento neuropsicológico al síndrome de procesamiento auditivo central. *Neuropsicología Latinoamericana*, 10(3).
- Gortázar, M. (2020). Trastornos De La Comunicación. *Autismo Sevilla*. 1-29.
- Hernández Sampieri, R., Collado, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Herrera, C. (2023). *Evaluación de procesos centrales de la audición en pacientes*

- con acúfeno crónico en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.* Universidad Autónoma de México.
- Hosley, S. N. (2022). Challenges to Telehealth: what was learned from families of children with Neurodevelopmental disorders. *The Nursing Clinics of North America*, 57(3), 315. doi: doi.org/10.1016/j.cnur.2022.04.001
- Jacquemot, C., & Bachoud-Lévi, A. C. (2021). Striatum and language processing: Where do we stand?. *Cognition*, 213. Recopilado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010027721002043>
- Klein, G. (2013). *The cartoon introduction to statistics*. New York : Hill and Wang.
- Labra, I.; Huancamani, D. (2024). *Desempeño Ejecutivo en niños de 6 a 12 años con y sin Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad de la ciudad de Arequipa*. Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa.
- Marcotti, A., y Rivera, S. (2021). Evaluación electrofisiológica del procesamiento auditivo. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*. 81, 122-138.
- Marcotti, A., Galaz, J, Iturriaga, F., Aguilar, S. (2021). Pruebas monoaurales de habla de baja redundancia: Evaluación de la separación/cierre monoaural. *Rev. Otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 81, 306-318.
- Moore, D., y Hunter, L. (2013). Auditory Processing Disorder (Apd) In Children: A Marker Of Neurodevelopmental Syndrome. *Hearing. Balance Y Communication*, 11, 160-167.
- Musiek, F. E. (1994). Frequency (Pitch) And Duration Pattern Tests. *Journal Of American Academy Audiology.*, 5, 265-268.
- Musiek, F., y Chermak, G. (2014). *Handbook Of Central Auditory Processing Disorder*. San Diego: Plural Publishing. Nieto-Del-Rincón, P. (2008). Autism: Alterations In Auditory Perception. *Reviews In The Neurosciences.*, 19, 61-78.
- Novartis. (2022). Recopilado de <https://www.novartis.com/es-es/stories/que-es-un-ensayo-clinico-y-cuales-son-los-beneficios-de-participar-en-uno>
- Oyarzún, P., Neustadt, N., Morris, A; Gómez, G. (2022). Relación entre hiperacusia y desorden del procesamiento auditivo central: Una revisión de la literatura. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 82: 101-113.
- Parthasarathy, T. (2014). An introduction to auditory processing disorders in children. Psychology Press. *Pearson Clinical*. (2024). Recopilado de https://www.pearsonclinical.es/wisc-v-escala-de-inteligencia-de-wechsler-para-ninosv?utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=PSYC_products&utm_content=WISC-V&utm_id=128751483977&msclkid=cdae0ac53a5c14a741c26d772371b435&utm_term=test%20d%C3%A9ficit

- %20. Consultado el 22 17 enero de 2024.
- Peñaloza, E. (2023). *Efecto de la intervención praxica IPE mediada por realidad virtual en las funciones ejecutivas de niños con TDAH de 7 a 9 años, en Barranquilla, Colombia*. Tesis no publicada. Universidad del Norte.
- Pérez-Jara, C., y Ruiz, Y. (2022). Evaluación neuropsicológica en niños con trastornos del neurodesarrollo. *Revista Médica Clínica Condes*, 33(5), 502-511]. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.07.007>.
- Portellano, J., Mateos, R., y Martínez, R. (2012). Cuestionario De Evaluación Neuropsicológica Escolar (Cumanes). Madrid: TEA Ediciones.
- Psytoolkit. (2024). Recopilado de https://www.psytoolkit.org/experiments-library/stroop_en.html#:~:text=The%20Stroop%20Task%20is%20one%20of%20the%20best,example%2C%20the%20word%20GREEN%20printed%20in%20red%20ink. Consultado el 14 febrero de 2024.
- Quintero, C., Meneses, L., Holguin, S; Salcedo, M; Gil, V. (2022) Atención y funciones en el trastorno específico del aprendizaje. *Psychology, avances de la disciplina*. doi: doi.org/10.21500/19002386.5432
- Rubalcaba, K. (2023). *Características del procesamiento auditivo central en el trastorno del desarrollo del lenguaje receptivo y expresivo en niños de 5 a 6 años 11 meses*. Tesis no publicada. Universidad Autónoma de México.
- Silva-Barragán, M y Ramos-Galarza, C. (2020). Modelos de Organización Cerebral: Un Recorrido Neuropsicológico. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 29(3). doi: [10.46997/revecuatneurol29300074](https://doi.org/10.46997/revecuatneurol29300074)
- Testrail (2024). Recopilado de https://www.testrail.com/lp/try-testrail/?utm_campaign=bg_dg_ww_search_brand&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_content=testrail&utm_term=testrail&msclkid=18ea9770fa32103fb66af0c2e3c9511f. Consultado el 9 de enero de 2024
- Weihing, J. (2015). Characteristics of pediatric performance on a test battery commonly used in the diagnosis of central auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*., 26, 652-669.