

**ALTERACIONES AUDITIVAS EN LA POBLACIÓN INFANTIL CON TRASTORNO
DEL ESPECTRO AUTISTA ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO.**



AUTORES

FRANCY MILENA PEÑA PIÑEROS.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C
JULIO DE 2021

**ALTERACIONES AUDITIVAS EN LA POBLACIÓN INFANTIL CON TRASTORNO
DEL ESPECTRO AUTISTA ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO.**



AUTORES

FRANCY MILENA PEÑA PIÑEROS.

DOCENTE ASESOR

ALIX YINETH FORERO ACOSTA.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C
JULIO DE 2021

Tabla de contenido.

Introducción	7
Capítulo 1. Descripción general	9
1.1 Problema de investigación	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo general	10
1. 2.2 Objetivo específico	10
1.3 Justificación	11
Capítulo 2. Marco de referencia	13
2.1 Marco de referencia	13
2.1.1 Antecedentes históricos	13
2.1.2 Antecedentes investigativos	13
2.1.3 Marco legal	17
2.2 Marco conceptual	18
Capítulo 3. Marco Metodológico	32
3.1 Enfoque y tipo de estudio	32
3.2 Diseño de investigación	32
3.3 Unidades de análisis	33
3.4 Criterios de inclusión	33
3.5 Indicadores bibliométricos	33
3.6 Instrumentos	34
3.7 Procedimiento	34
3.8 Técnicas de recolección de información	36
3.9 Consideraciones éticas de la investigación	37
3.10 Análisis de datos	38
Capítulo 4. Análisis de resultados	39
Discusión	51
Conclusiones	74
Referencias.....	76

Índice de tablas.

Tabla 1. Diagrama de gantt.	35
Tabla 2. Análisis de autores más citados.	42
Tabla 3 .Análisis número de citaciones	43
Tabla 4. Número de artículos	49
Tabla 5. País y año de publicación.	50

Índice de figuras

Figura 1. Alteraciones auditivas en el TEA, según las investigaciones revisadas.....	40
Figura 2. Pruebas audiológicas más utilizadas en el TEA.	41
Figura 3. Poblaciones objeto de estudio según edad en el TEA.	44
Figura 4. Edad población de estudio por año.....	45
Figura 5 Tipo de estudio.....	46
Figura 6. Diseño de las investigaciones.....	47
Figura 7. Análisis estadístico más utilizado.....	48
Figura 8. Artículos publicados por año	49
Figura 9. País de origen de la publicación y porcentaje.....	50

Índice de Anexos

Anexo 1. Matriz documental	85
Anexo 2. Lista de investigaciones revisadas años 2015-2020.....	86

INTRODUCCIÓN.

Los pacientes con trastornos del espectro autista (TEA) presentan gran heterogeneidad en sus características comportamentales, cognitivas, médicas y psiquiátricas, el abordaje interdisciplinario aumentando la probabilidad de un diagnóstico correcto y un seguimiento terapéutico eficaz, donde las especialidades implicadas se retroalimenten y realicen acuerdos sobre las estrategias más adecuadas para cada intervención. (Espinosa, Mera, Toledo y Mera. 2019).

Es de importancia mencionar que cuando un individuo cuenta con un sistema de apoyo que involucra las áreas sociales, asistenciales y económicas, se facilita la continuidad del tratamiento y seguimiento ante cualquier alteración evidente. En este orden de ideas, el Audiólogo como especialista autónomo e independiente con formación de nivel superior con carácter científico, que participa en diversas áreas de desempeño profesional dando lugar a varios campos de trabajo, fomentando la salud auditiva y comunicativa de las poblaciones que lo requieren en acciones de prevención, promoción, diagnóstico, intervención, rehabilitación, asesoría o consultoría dirigidos a individuos o grupos poblacionales con y sin desórdenes de comunicación. Ley 376 de (1997); tiene el reto de ver el contexto de la salud auditiva no solo bajo el marco de lo intrapersonal sino desde interpersonal y lo sociocultural, como los factores externos inciden positiva o negativamente en la salud auditivo-comunicativa de toda población atendida en este caso en el TEA. Como desde la investigación el audiólogo puede indagar y dar a conocer la importancia de nuestro gremio, enmarcando nuestra disciplina en bases científicas, promoviendo la documentación de nuestro quehacer y la importancia del mismo en el marco de la salud.

La investigación se realizará con el objetivo de caracterizar las alteraciones auditivas y el TEA, que se describen en la literatura de los últimos 5 años. Para tal fin, se realizará un estudio bibliométrico con un enfoque cuantitativo del tipo descriptivo y un diseño investigativo transversal. Se indagará en diversas bases de datos como Pub Med, Google Scholar, Asha Wire, E-libro, MedicLatina, EBSCOhost, entre otras;

buscando documentar por artículo la información requerida a nivel nacional e internacional.

Capítulo 1. Descripción general del proyecto

1.1 Problema de investigación.

Dentro del manejo del TEA, existen factores ampliamente investigados, por ejemplo: factores comportamentales, neuropsicológicos y sociales. De manera limitada se ha abordado la relación existente entre esta condición de salud y las alteraciones auditivas.

Según Bérard (2014), muchos de estos comportamientos pueden ir relacionados a la hipersensibilidad de diversos sistemas, entre ellos la audición; donde los comportamientos mostrados en interacción podrían señalar una anomalía auditiva orientada hacia el rechazo de las intensidades sonoras, rechazo caracterizado por una tendencia a rehuir cualquier ruido con comportamientos disruptivos como llevar sus manos a los oídos.

Existe una gama cada vez mayor de terapias, que recientemente incluyen apoyo farmacológico aprobado específicamente para el TEA. A pesar de una extensa investigación sobre los mecanismos cerebrales y genéticos, las etiologías específicas de los TEA siguen siendo esquivas. Asimismo, la interacción entre estos factores intrínsecos y las influencias ambientales sigue sin estar clara. (McPartland y Volkmar, 2012).

En el campo audiológico, muchos de los pacientes con alteración auditiva, presentan a su vez un compromiso cognitivo asociado a condiciones de salud como el TEA, creando la necesidad de saber cada vez más teórica y metodológicamente el porqué de estas alteraciones y cómo desde la audiología pueden ser identificadas, evaluadas, diagnosticadas y rehabilitadas según cada caso. Continuar desconociendo los factores asociativos existentes entre el TEA, y alteraciones auditivas en la práctica clínica impedirá desarrollar actividades profesionales de evaluación y seguimiento de calidad.

Aunque se han hecho algunos estudios como el de Beers, McBoyle, Kakande, Dar Santos y Kozak (2014); donde se evidencian factores determinantes de comorbilidad, identificación, evaluación, diagnóstico y tratamiento temprano, estos no han sido concluyentes en establecer cuál es el común denominador que permite de manera más amplia y asertiva describir las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA.

Por tal motivo, el primer paso en esta revisión bibliométrica será recopilar la mayor cantidad de información científica al respecto, con el fin de describir las alteraciones auditivas y el TEA alimentando la posibilidad de entender más los aspectos comportamentales en persona con esta condición y cómo se involucra la audición en su adaptación al medio. Es fundamental describir el estado actual de las investigaciones que se están adelantando con esta población, y así conocer qué variables hacen falta por tratar o profundizar y cómo se ha movido el conocimiento sobre el tema particular a través de los años. De acuerdo a lo anterior, se propone como pregunta de investigación del proyecto:

¿Cuáles son las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, en la revisión de literatura científica de los últimos 5 años?

1.2 Objetivo general y objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo General.

Describir las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, que se reportan en la literatura científica de los últimos cinco años.

1.2.2 Objetivos específicos.

Identificar las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, en los últimos cinco años.

Identificar en las investigaciones, el uso de pruebas comportamentales y electrofisiológicas para la evaluación audiológica en la población infantil con TEA, en los últimos cinco años.

Establecer los criterios metodológicos como; autores más frecuentes y más citados, poblaciones objeto de estudio, tipos de estudio, diseños, enfoques, instrumentos de recolección y análisis de datos; realizados en población infantil con TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

Analizar resultados de las diferentes investigaciones que hablan de alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, en los últimos cinco años.

1.3 Justificación.

En cuanto al TEA y las alteraciones auditivas se han encontrado pocas investigaciones y estas no son concluyentes, (Palau 2010; Kujala 2013; Kaf y Danesh, 2013; Bérard 2014; Beers et al. 2014); aunque hay avances en el conocimiento y manejo de este trastorno, este no está direccionado para permitir al audiólogo tomar decisiones adecuadas sobre la evaluación auditiva. Por tanto, es importante realizar nuevos estudios en el que el especialista en audiolología desde su práctica profesional pueda comprender las implicaciones en el manejo de esta población dirigiendo sus procesos de evaluación, intervención y rehabilitación de manera más efectiva.

La población con TEA ocasionalmente no es de fácil manejo y cada vez más requiere de una atención multidisciplinar integral, en donde el audiólogo puede participar investigativamente dando mayor conocimiento de las alteraciones auditivas en esta condición, su relación y manejo asertivo.

En una revisión previa no se encontraron estudios bibliométricos que establezcan relación entre el TEA y alteraciones auditivas. Sin embargo, se han encontrado estudios sistemáticos en los últimos seis años como la revisión sistemática y meta-análisis de la asociación del TEA con discapacidad visual o auditiva de los autores Do

B et al. (2017); igualmente la referenciada como TEA, y pérdida auditiva periférica, una revisión sistemática de Beers et al. (2014).

En los hallazgos informados en estas revisiones sistemáticas, sugieren la realización de investigaciones más sólidas que estén totalmente potenciadas a identificar factores de asociación más predominantes dando mayor conocimiento científico sobre la problemática auditivo-comunicativa en esta población.

Este estudio es importante ya que contribuye a llenar un vacío de conocimiento en cuanto al TEA y las alteraciones auditivas, partiendo de la percepción de que la investigación es un pilar fundamental que cimienta cualquier disciplina; adicional a esto, le aporta al audiólogo el poder identificar y direccionar todas las herramientas de evaluación, intervención y posible rehabilitación de esta población que es de difícil manejo, promoviendo su salud auditivo-comunicativa.

Finalmente aunque los estudios mencionados con anterioridad son poco concluyentes, si comparten una misma visión sobre la hipersensibilidad auditiva en población con TEA, un aspecto importante para nuestro campo de acción ya que nos brinda estrategias oportunas para llegar a un diagnóstico audiológico o incluso interdisciplinar más asertivo, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de esta población.

Lo anterior contribuiría teóricamente a ampliar la perspectiva de manejo y conocimiento audiológico en poblaciones con trastornos del neurodesarrollo, brindando a la par aportes metodológicos sobre el conocimiento en el manejo de poblaciones, enfoques o tipos de estudio utilizados en otras investigaciones, promoviendo futuros procesos investigativos en este campo poco estudiado.

Capítulo 2. Marco de referencia.

2.1 Marco teórico

2.1.1 Antecedentes Históricos.

A lo largo del tiempo varios autores desde sus diferentes disciplinas han hablado TEA antes definido como “autismo” utilizando diferentes términos para relacionar sus características y posibles causas. Este término fue creado por E. Bleuler en 1911, para designar al retraimiento en el propio mundo imaginario de la esquizofrenia, y con posterioridad, fue adquiriendo diversos sentidos, según fuera utilizado para designar una patología precoz o un estado secundario al desencadenamiento de la enfermedad.

En el año 1943, el Dr. Leonard Kanner, psiquiatra de la universidad John Hopkins, escribió la primera ponencia aplicando el término “autismo” a un grupo de niños ensimismados y con severos problemas de índole social, de comportamiento y de comunicación. Para Kanner (1944), estos niños presentan una incapacidad congénita para establecer el contacto habitual, con las personas. (Gigena, 2005).

2.1.2 Antecedentes Investigativos.

Investigaciones se han centrado en el estudio del TEA y algunas alteraciones auditivas en los niños que lo presentan, entre las más sobresalientes están: (Palau 2010; Cabrera et al. 2011; Kujala 2013; Kaf y Danesh, 2013; Bérard 2014; Beers et al. 2014). Haciendo una revisión documental al respecto de cada una, se evidencio lo siguiente:

Partiendo de un caso Palau (2010); aborda posibles relaciones psicossomáticas que afectan la percepción auditiva de los estímulos externos llevando a producir la utilización muy precoz de mecanismos de defensa antitraumáticos, a la par hace mención sobre el reconocimiento de hiperfrecuencias en el TEA; haciendo énfasis en la

siguiente definición “la audición es la modalidad sensorial que más precozmente se desarrolla para percibir la experiencia emocional compartida con el objeto y que resulta menos modulable de forma voluntaria, puesto que el bebé no puede sustraerse a ella mediante su comportamiento, como sucede con su mirada”. (p. 2)

Por otro lado, enfoques como el de Cabrera et al. 2011; hacen referencia a herramientas de evaluación auditiva en el TEA, en su investigación estos autores describen un estudio retrospectivo longitudinal en 40 niños con compromiso en la adquisición del lenguaje en su mayoría con TEA a quienes se les realizaron pruebas electrofisiológicas para descartar daño en la vía auditiva, concluyendo una alta incidencia en la afectación en el sistema somestesico (SEP) mayor que los niños evaluados en condición de normalidad. Refieren que el 92% de los niños estudiados presentaron alteraciones en el (SEP), de los cuales el 65% se relacionó con un incremento del tiempo de conducción central (CCT); El 10% no presentó respuesta cortical bilateral y el 12,5% presentó distorsión morfológica de la respuesta cortical evocada. Se realizó ABR en 29 de los 40 niños estudiados, y se observó que 75,8% eran normales y solo 24,1% presentaban anomalías. De estos, 5 se relacionaron con afectación de onda I, otro presentó hipoacusia bilateral y el restante no tuvo respuesta evocada, donde predominó la forma bilateral de disfunción. Concluyen que el potencial evocado somato sensorial evidenció anomalías electrofisiológicas que corroboraron el compromiso funcional predominante de esta vía en niños con TEA en relación con las afectaciones del sistema auditivo.

Otras investigaciones hacen mención sobre aquellos enfoques neurofisiológicos que han demostrado que el patrón de procesamiento auditivo en el TEA, involucra tanto hipo como hipersensibilidad, originándose en las primeras etapas del procesamiento neural como la de Kujala (2013). En su estudio el autor refiere que algunos comportamientos en este trastorno indican hipersensibilidad auditiva, las personas con TEA pueden angustiarse por los sonidos, a menudo tratando de evitarlos tapándose los oídos, y algunos de ellos parecen tener una audición superior evidenciando habilidades musicales relativamente buenas en este trastorno. Indaga sobre las respuestas

neuronales que reflejan la codificación del estímulo donde a la evaluación del procesamiento central auditivo estaban disminuidas, retrasadas o no significativamente diferentes. Refiere que las respuestas anormales provocadas por sonidos no parecen estar relacionadas con el material de estímulo, ya que se informaron tanto para los sonidos del habla como para los que no son del habla. Por tanto, la codificación auditiva es generalmente insuficiente o normal en esta población.

En cuando a investigaciones que relacionen el TEA con posibles alteraciones auditivas de origen estructural, sobresale la de Kaf y Danesh, (2013); quien refiere que a menudo en este trastorno se observan comportamientos auditivos como hipersensibilidad a los sonidos y bajo rendimiento en entornos ruidosos, afirma que estos comportamientos auditivos pueden estar relacionados con la disfunción coclear y la actividad anormal del haz olivococlear medial (MOCB). En su investigación examina las otoemisiones acústicas producto de distorsión (DPOAE) con y sin ruido blanco contralateral para evaluar la actividad de las células ciliadas externas y la actividad del haz olivococlear medial en 18 niños con el trastorno y 18 sujetos de control de la misma edad. Finalmente sugieren en sus conclusiones diferencias sutiles en la función de las células ciliadas externas y la actividad MOCB. Por lo tanto, otro procesamiento auditivo central en el lóbulo temporal, el sistema límbico y el sistema nervioso autónomo infiriendo que pueden estar involucrados en la generación de hipersensibilidad a los sonidos y dificultad de comprensión en ambientes ruidosos en niños con TEA.

También se ha hecho referencia de zonas de hiperaudición que constituyen una anomalía generando trastornos no puramente auditivos, como el estudio de Bérard (2014). El autor refiere que “el TEA se asocia de manera constante a una audición dolorosa, cuando se puede lograr la tolerancia a las agresiones sonoras se produce una mejora del comportamiento”. (p. 78)

Ocurre como si la percepción exagerada de determinadas frecuencias afectara a zonas muy localizadas del cerebro, provocando en él reacciones anormales. En otros casos, las localizaciones podrían no ser cerebrales. El hecho de que sean siempre las

mismas frecuencias las que generan los mismos trastornos, hace pensar que los sonidos, aunque percibidos prioritariamente por los centros auditivos cerebrales con el fin de controlar el entorno sonoro, llegan además a otras zonas (cerebrales o no) diferentes según la frecuencia o el grupo de frecuencias percibidas. Entonces, esas zonas reaccionarían al parecer, de una manera constante ante esas incitaciones anormales.

Finalmente Beers et al. (2014); en una revisión sistemática de la literatura en la que describe la relación entre el TEA y la pérdida auditiva periférica, incluidas las recomendaciones de la literatura para la evaluación audiológica y la rehabilitación auditiva, concluye que existe controversia en la literatura con respecto a la prevalencia de la discapacidad auditiva en esta población. Argumenta que en los casos en que coexisten este trastorno y la discapacidad auditiva, el diagnóstico de una afección a menudo conduce a un retraso en el diagnóstico de la otra. La evaluación audiológica puede ser difícil y la confiabilidad test-retest de los umbrales conductuales puede ser deficiente. En los casos en que existe una discapacidad auditiva y se recomiendan los audífonos o la implantación coclear, los dispositivos suelen adaptarse con consideraciones especiales para el niño con TEA. La evidencia o la sospecha de hipersensibilidad pueden tenerse en cuenta al ajustar la amplificación y planificar la intervención conductual. Se siguen debatiendo las tasas de prevalencia de la discapacidad auditiva en quienes presentan el trastorno. Culmina diciendo que en la actualidad, no hay pruebas concluyentes de que esta población tenga un mayor riesgo de pérdida de audición periférica. Se recomienda una evaluación audiológica completa en todos los casos en los que se sospeche el trastorno para no retrasar el diagnóstico de discapacidad auditiva utilizándose medidas de evaluación objetivas para confirmar las pruebas de comportamiento a fin de garantizar la fiabilidad de los resultados de las pruebas audiológicas.

Una evidencia común de las investigaciones anteriormente mencionadas, es que sus resultados, aunque identifican factores de gran importancia a tener en cuenta en el estudio de la funcionalidad auditiva en el TEA, generalmente no son concluyentes en

establecer una asociación directa entre estos dos factores, promoviendo en sus conclusiones la necesidad de más investigaciones que puedan determinar una relación directa de los mismos.

2.1.3 Marco legal.

Para el desarrollo de esta investigación se ha tenido presente la siguiente normatividad como sustento del proceso formativo y aplicativo en el quehacer profesional del Audiólogo; la ley 376 de (1997); reglamenta la Profesión de Fonoaudiología en Colombia; en su artículo 3, describe el ejercicio de la profesión, que se orienta a la realización de toda actividad profesional dentro de diversos campos generales de trabajo y/o de servicio, incluyendo el diseño, ejecución y dirección de investigación científica y la participación y/o dirección de investigación interdisciplinaria, multidisciplinaria y transdisciplinaria destinada a esclarecer nuevos hechos y principios que contribuyan al crecimiento del conocimiento y la comprensión de su objeto de estudio desde la perspectiva de las ciencias naturales y sociales.

Las disposiciones de estas normas científicas tienen por objeto establecer los requisitos para el desarrollo de la actividad investigativa en salud. Las instituciones que vayan a realizar investigación en humanos, deberán tener un Comité de Ética en Investigación, encargado de resolver todos los asuntos relacionados con el tema.

La resolución N° 008430 de, (1993); Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Hace referencia en el artículo 11 Para efectos de este reglamento a las investigaciones sin riesgo. La presente investigación se considera sin riesgo ya que emplean técnicas y métodos de investigación documentales en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de la muestra elegida que solo será de carácter teórico.

2.2 Marco conceptual.

El TEA, actualmente está reconocido por los manuales diagnósticos y estadísticos, como el Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, (DSM-V) cuyo objetivo principal consiste en ayudar a profesionales de la salud en el diagnóstico de los trastornos del Neurodesarrollo, como parte de la valoración y permitiendo elaborar un plan de tratamiento perfectamente documentado para cada individuo.

La concepción del TEA ha cambiado significativamente en el transcurso de los últimos años gracias al avance en su investigación. La última versión (DSM-V 2016), reconoce estos progresos y lo incluye dentro de los trastornos del Neurodesarrollo, alejándose de la antigua conceptualización de Trastorno Generalizado del Desarrollo (TGD). Categoriza una serie de aspectos importantes a tener en cuenta para su diagnóstico actual, tales aspectos son:

- Déficits persistentes en la comunicación y en la interacción social en diversos contextos, dificultades en reciprocidad socio-emocional varían, por ejemplo desde un acercamiento social anormal y fracaso de la conversación normal en ambos sentidos, pasando por la disminución en intereses, emociones o afectos compartidos, hasta el fracaso en iniciar o responder a interacciones sociales.
- Déficits en conductas comunicativas no verbales utilizadas en la interacción social; varían, por ejemplo, desde una comunicación verbal o no verbal poco integrada, pasando por anomalías del contacto visual y del lenguaje corporal o déficits de la comprensión y el uso de gestos, hasta una falta total de expresión facial y de comunicación no verbal.
 - Dificultades para desarrollar, mantener y comprender una interacción social.
 - Patrones repetitivos y restringidos de conducta, movimientos estereotipados o repetitivos (por. Ej. Estereotipias motoras simples, alineación de los juguetes o cambio de lugar de los objetos, ecolalia, frases idiosincrásicas).
 - Adherencia excesiva a rutinas, patrones de comportamiento verbal y no verbal perseverativo o resistencia excesiva a los cambios (ejemplo, gran angustia frente a

cambios pequeños, dificultades con las transiciones, patrones de pensamiento rígidos, rituales de saludo, necesidad de tomar el mismo camino o de comer los mismos alimentos cada día).

- Intereses muy restringidos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad o foco de interés (ejemplo., fuerte apego o preocupación por objetos inusuales, intereses excesivamente circunscritos o perseverantes).
- Hiper o hiporeactividad a los estímulos sensoriales o interés inusual en aspectos del entorno (ejemplo indiferencia aparente al dolor/temperatura, respuesta adversa a sonidos o texturas específicas, oler o tocar objetos en exceso, fascinación visual por las luces u objetos que giran). (DSMV 2016).

A lo largo de las investigaciones del TEA se ha definido desde diferentes puntos de vista. Ojea Rúa (2018); refiere que conceptualmente, el diagnóstico de las personas con TEA está en la actualidad claramente delimitado por las medidas indicadas por los criterios internacionales que en síntesis, se refieren a las limitaciones específicas persistentes y de carácter permanente en los diferentes niveles del procesamiento de la información, lo que se traduce en déficits evidentes en la comunicación, la interacción y el comportamiento social. En este sentido, la clasificación jerarquiza el proceso de diagnóstico según tres niveles o grados del continuo de levedad-gravedad en relación con la presencia de los criterios recogidos, los cuales configuran, precisamente, el concepto actual de dicha categoría diagnóstica, que va desde el grado o nivel 1 (menor intensidad y menor incidencia de los apoyos que son necesarios) hasta el grado o nivel 3 (máxima gravedad y máxima cobertura de apoyo). A su vez existen, según el autor; particularidades y características comunes de las personas con diagnóstico específico de TEA, como las posibles limitaciones cognitivo-intelectuales, la hipersensibilidad sensitiva y la hiperselectividad hacia determinados estímulos y las limitaciones de atención, tanto respecto a la atención focalizada como en relación a la capacidad de atención conjunta o tareas de comprensión de la mente de los demás.

Taylor (2016); contextualiza que el TEA, constituye una diferencia pre-programada de los patrones de pensamiento con la que han nacido algunas personas, hay

diferencias en la comunicación, diferencias en la interacción social y diferencias en la gama e intensidad de intereses esto mediado por la gravedad del trastorno, a su vez refiere que, aunque es una población fascinante, su manejo puede ser “infinitamente problemático, su conducta puede ser difícil de entender y de manejar” (pag25).

Por otro lado, autores como Gigena (2005); hablan de la música como estímulo sonoro que propende en la población con TEA un canal comunicativo facilitador y no únicamente de rechazo o alteración en la percepción de las cualidades sonoras, “Sobre todo porque ella es una forma de expresión, consigue efectos terapéuticos positivos, es valiosa para estimular la adquisición de aprendizajes, es diálogo, es intercambio, es un encuentro de dos o de muchos, es placer”.

Este autor brinda, frente a la acústica y la percepción del sonido, una visión más interesante acerca de los fenómenos de la música percibidos en la población con TEA, de manera que intenta definir algunos conceptos fundamentales relacionados con el sonido, desde la disciplina que se especializa en su estudio la física, y dentro de ella, encontramos a la Acústica: “Se denomina Acústica a la parte de la Física que estudia los fenómenos llamados ruidos o sonidos, percibidos por el sentido del oído. Los primeros corresponden a percepciones auditivas breves o discontinuas y los segundos permanecen durante cierto tiempo idéntico a sí mismos y producen una sensación musical particular” (Pag 41).

Establece una diferencia entre ruido y sonido, más allá de su definición física acerca de la cantidad de vibraciones por segundo en una apreciación personal signada por el gusto, lo que para algunas personas es ruido molesto, para otras serán sonidos agradables. El sonido se origina a partir de un movimiento vibratorio, y los sonidos de la voz provienen de las vibraciones que realizan las cuerdas vocales. Para que un sonido pueda percibirse, la frecuencia del movimiento vibratorio que lo produce debe estar comprendida entre 30 y 20.000 períodos por segundo. Los sonidos cuya frecuencia es inferior a 30 se denominan infrasonidos, y los de frecuencia superior a 20.000 ultrasonidos. Ambas clases de sonidos no son audibles, pero tienen propiedades

físicas iguales a las de los demás sonidos; para que el sonido se propague, debe existir un medio propicio para su propagación. Enfatiza que estímulos auditivos que fomenten asertivamente cualidades sonoras como la música son un recurso para la motivación del niño, y tratándose de niños con TEA, se convierte en el principal canal para comenzar a trabajar con ellos, debido a que se disminuyen los niveles de ansiedad por las motivaciones y se posibilita empezar a establecer los primeros vínculos comunicativos.

En ese caso, la música favorece el desarrollo de la intencionalidad, la iniciativa del niño; se trabaja para mejorar la posibilidad de funcionamiento atencional; situación que no ocurre con la exposición de sonidos aislados no condicionados como el ruido. (Gigena, 2005).

Estructuras y funciones del fenómeno de la audición.

Otro aspecto importante como variable dentro de esta investigación son las Alteraciones Auditivas; para poder abordar de manera más dinámica este aspecto es preciso indagar en los aspectos conceptuales que hacen referencia a las estructuras y funciones que inciden en el fenómeno de la audición definido como un fenómeno complejo que nos permite conocer toda la información auditiva que nos rodea y permite que estemos comunicados con el mundo, esto es gracias a procesos fisiológicos que se desarrollan en el oído.

Rivas y Ariza (2007) mencionan que, la audición es la experiencia subjetiva de la exposición al sonido. La fisiología de este fenómeno puede ser explicada por la forma como el sonido impresiona al oído humano. Los mecanismos por los cuales el oído recibe las ondas sonoras, discrimina las frecuencias y finalmente transmite el mensaje sonoro hacia el sistema nervioso central (SNC). El estudio anatómico del oído es importante porque ofrece el conocimiento de la forma en como sus diferentes estructuras se desarrollan e interactúan entre sí. Esto está muy ligado a su función de modo que se tendrá mejor entendimiento de la morfofisiología y de algunas entidades

patológicas que solo pueden ser entendidas a la luz del conocimiento de la función auditiva y sus alteraciones. (Rivas y Ariza, 2007).

Otros autores como Morales M. (2011); hablan de la sensación auditiva, definida como la recepción de información sensorial, en este caso auditiva, es el primer paso en la conducción del sonido hasta el oído medio y el interno, donde sufre las modificaciones necesarias en un complejo y asombroso proceso físico de cambio de energía.

Para ordenar esta descripción se hace referencia a la división fisiología del aparato auditivo de acuerdo con la diferente constitución anatómica de sus tejidos y funciones.

Stach (2010); refiere en cuanto la funcionalidad del Oído externo como un recolector y resonador del sonido; funciona como un mecanismo de protección para el oído medio. El oído externo tiene tres partes principales: el pabellón auditivo, el canal auditivo y la capa externa del tímpano o membrana timpánica. El pabellón auditivo es la porción más visible del oído que está compuesto por cartílago cubierto de piel. El borde superior del pabellón auditivo se conoce como el hélix y el borde inferior parte flácida como el lóbulo, el cuenco en la entrada del conducto auditivo externo se conoce como la concha. El pabellón auditivo sirve principalmente para recolectar ondas sonoras y canalizarlas hacia el conducto auditivo externo. El conducto auditivo externo es un canal estrecho que parte desde una abertura en el costado de la cabeza que mide 23–29 mm en longitud. Los dos tercios exteriores del canal están compuestos por cartílago cubierto de piel. El tercio interior es hueso cubierto de piel. El canal es de forma elíptica y se curva hacia abajo cuando se acerca a la membrana timpánica. El conducto auditivo externo dirige el sonido a la membrana timpánica. Sirve como resonador, mejorando los sonidos alrededor de 2700 Hz. También sirve para proteger la membrana timpánica por su estrecha apertura.

Otras definiciones describen, que está compuesto por el pabellón auricular y el canal auditivo externo (meato auditivo); es la porción más visible del oído, tiene su frecuencia

de resonancia en 5.000 Hz y se extiende a cada lado en la cabeza, lo cual tiene relación con la función de localización del sonido; sin embargo, su función es pasiva en el proceso de la audición y tiene que ver con la forma de la cabeza, generando un fenómeno denominado el efecto sombra. Este efecto consiste en el bloqueo de ondas sonoras de longitud de onda corta que crea un área de baja presión en el lado opuesto donde se genera el sonido. Su ausencia causa un leve deterioro de la sensibilidad auditiva que produce una diferencia de intensidad interaural importante en relación con los sonidos de alta y baja frecuencia. (Morales M, 2011).

El Oído Medio es un espacio lleno de aire ubicado dentro del hueso temporal del cráneo, contiene la cadena osicular, que consta de tres huesos contiguos suspendidos en el espacio, y unen la membrana timpánica a la ventana oval de la cóclea. Las estructuras del oído medio funcionan como un dispositivo de adaptación de impedancia, que proporciona un puente entre las ondas de presión en el aire que golpean la membrana timpánica y las ondas viajeras de la cóclea que se transmiten por el fluido. Más allá de la membrana timpánica se encuentra la cavidad del oído medio, esta cavidad está llena de aire. El aire en la cavidad se mantiene a la presión atmosférica a través de la trompa de Eustaquio, que conduce desde el oído medio hasta la parte posterior de la garganta. Adjunta a la membrana timpánica está la cadena osicular, que es una serie de tres huesos pequeños u osículos, llamados martillo, yunque y estribo, estos transfieren la vibración de la membrana timpánica al oído interno o cóclea. (Rivas y Ariza, 2007).

Morales M. (2011); también refieren, que el oído medio tiene funciones de procesamiento de la señal, entre estas, la transmisión y transformación de la onda sonora. Además, cumple un papel muy importante en cuanto a protección del sistema auditivo ante sonidos de alta intensidad y la presencia de cuerpos extraños. Otras funciones son la impedancia acústica en la cual intervienen la membrana timpánica y los huesecillos (martillo, yunque y estribo) como estructuras que se oponen al paso del sonido. Por su forma de cono curvo, la membrana timpánica ofrece una menor distorsión y una frecuencia más amplia al paso del sonido; esto le permite vibrar y

responder desplazándose según la presión que se ejerza sobre su superficie, incluso mejor que si fuese un cono plano. Los huesecillos (martillo, yunque y estribo) son participantes activos en la función de impedancia, pues actúan como palanca en la transmisión de la onda sonora; vibran en todas las direcciones, en particular, de adentro hacia afuera. Este movimiento de vibración crea un sistema de palanca simple que, junto con el aumento de la presión del estribo sobre la ventana oval y la relación de diámetro que existe entre la membrana timpánica y la ventana oval, aumenta la presión sobre el líquido laberíntico lo cual permite que la energía perdida por efecto de impedancia y cambios de energía (sonora a hidráulica), pueda ser proporcionalmente recuperada y garantizar la propagación del mensaje acústico al oído interno. (p.26).

El oído interno está formado por los laberintos auditivos y vestibulares. El término laberinto se usa para denotar el complicado laberinto de vías de conexión en la porción íntima de cada hueso temporal. El laberinto óseo es el canal en el hueso, el laberinto membranoso se compone de canales llenos de fluidos dentro del laberinto óseo que contienen las estructuras de los órganos terminales de los sistemas auditivo y vestibular. El laberinto auditivo se llama cóclea y es el órgano final sensorial de la audición. Consiste en canales membranosos llenos de fluido dentro de un canal espiral que rodea un núcleo central óseo. La cóclea es un espacio lleno de líquido dentro del hueso temporal, que se asemeja a la forma de una concha de caracol con 2,5 vueltas. Suspendido dentro de este espacio lleno de fluido, el conducto coclear es el laberinto membranoso, que es otro espacio lleno de fluido a menudo denominado porción coclear. La porción coclear separa el canal vestibular del canal timpánico, El canal vestibular es el más alto de los dos canales llenos de perilinfa del conducto coclear y termina básicamente en la ventana oval. (Rivas y Ariza, 2007).

En el oído interno a su vez, en el procesamiento de la señal auditiva hay actividades importantes que deben ser analizadas en forma específica: la primera, se refiere a los movimientos de pistón del estribo que genera movilización de la ventana redonda y, a su vez, aumenta o disminuye la presión de los líquidos intratimpánicos. Esto hace que se generen ondulaciones y se produzcan dos acontecimientos: que la ventana redonda

se convierta en el punto elástico del sistema para generar la vibración de la onda y que la onda sonora llegue hasta la escala vestibular y de ahí a la membrana basilar. Hasta este momento, la onda sonora ha sido transmitida por diferentes medios. Ha sufrido dos cambios de energía en su propagación: mecánica (en los movimientos del oído medio) e hidráulica (mediante los líquidos cocleares). Cuando llega a la membrana basilar ocurre otro cambio de energía. Los movimientos de arriba-abajo de esta membrana son mecánicos, propiedad que varía gradualmente de la base hacia el ápice; esta es la segunda actividad importante: la transmisión de la onda viajera en la selectividad frecuencial y de intensidad de la membrana basilar; esta distribuye sus frecuencias. (Morales M, 2011).

Los autores mencionan a la par, el órgano de Corti que es considerado un analizador de audiofrecuencia por la distribución tonotópica de la membrana basilar y contiene dos tipos de receptores las células ciliadas externas vinculadas con la protección del sistema dentro del procesamiento de la señal auditiva, así como de la amplificación del sonido y las células ciliadas internas que solo intervienen en el proceso de amplificación de la señal. Una lesión en estos receptores causa la dificultad para discriminar el mensaje, un descenso generalizado en la sensibilidad (para todos los sonidos), y una reducción del umbral de dolor lo que implica una disminución del campo dinámico (o fenómeno de reclutamiento). Tanto las CCE como las CCI contribuyen en procesos químicos a transformar ese estímulo antes hidráulico ahora químico y posteriormente en impulso eléctrico. (p.29).

Morales M. (2011); habla de igual manera del fenómeno de la percepción auditiva; ocurre cuando la información recogida desde el sistema periférico logra hacer la transducción de energía mecánica a energía hidráulica y genera el potencial de acción de las células ciliadas de la cóclea; con esto se transmite la información auditiva hasta la corteza cerebral por medio del nervio auditivo. La información, a su paso por los distintos puntos de sinapsis o relevos (en forma de sinapsis) que hace antes de llegar a su destino, sufre diferentes tipos de análisis para dar cuenta de las características del estímulo recibido y asignar significado a la experiencia. Este es el proceso de

percepción. Más adelante, corresponde hacer el reconocimiento que implica la capacidad de organizar estas experiencias en categorías y apoyar la asignación de significados.

A su vez en el oído interno, las células ciliadas externas están inervadas principalmente por las fibras eferentes o motoras del sistema nervioso. Hay alrededor de 13,000 células ciliadas externas en la cóclea. Las células ciliadas internas también son alargadas y tienen una gran variedad de cilios en la parte superior, están en una sola fila y sus cilios están cerca de la membrana tectorial, pero no en contacto directo con ella. Estas están inervadas principalmente por las fibras aferentes o sensoriales del sistema nervioso, Hay alrededor de 3,500 células ciliadas internas en la cóclea. El suministro de sangre a las estructuras del oído interno proviene de las arterias que se ramifican de las arterias vertebrales, estas se desplazan por ambos lados de la columna vertebral, entran en el cráneo y se unen para formar la arteria basilar. Una rama de la arteria basilar es la arteria auditiva interna, también conocida como la arteria laberíntica. La arteria auditiva interna se desplaza a través del conducto auditivo interno y suministra sangre a las partes auditiva y vestibular del VIII nervio craneal y del nervio facial (VII craneal). La arteria luego se ramifica de nuevo en arterias cocleares y vestibulares, La arteria coclear se ramifica aún más para proporcionar un suministro de sangre independiente a los giros basales y apicales de la cóclea. (Stach, 2010)

Sistema auditivo central.

Una vez generados los potenciales de acción, las fibras nerviosas continúan la señal de la vía auditiva convertida en impulsos eléctricos para llegar a la corteza auditiva. El nervio coclear llega al tallo cerebral (a nivel de la protuberancia o bulbo) específicamente a los núcleos cocleares dorsal y ventral (posterior y anterior). El núcleo dorsal realiza una función importante en el análisis de los sonidos complejos, pues ejerce acciones de inhibición (en presencia de ruidos) para la identificación del tono. El núcleo ventral se encarga de que el mensaje que lleva el nervio auditivo conserve la mayoría de sus características acústicas. Luego, las fibras continúan en dirección

ascendente. Un 90% de las fibras se decusa y solo 10% continúa por el lemnisco lateral del mismo lado. En este momento, se llega al complejo olivar superior donde cada fibra nerviosa que entra se bifurca y da lugar a tres proyecciones: la estría dorsal, es decir, las fibras nerviosas que provienen del núcleo dorsal pasan al otro lado de la protuberancia y llegan al núcleo superior de la vía auditiva en el núcleo del lemnisco lateral.

La estría intermedia, en que fibras del núcleo posteroventral pasan a los núcleos del complejo olivar del lado opuesto. La estría acústica ventral que contiene fibras que provienen del núcleo coclear anteroventral y realiza sinapsis con los núcleos ipsilaterales y contralaterales del cuerpo trapezoide y el núcleo del complejo olivar superior. Las fibras de las estrias dorsal e intermedia se proyectan vía tubérculo cuadrigemino y constituyen la vía auditiva monoaural, mientras que las fibras de la estría acústica ventral forman la vía binaural y realizan sinapsis en el cuerpo trapezoide, complejo olivar superior y núcleos del lemnisco lateral. Por tanto, esta vía de proyección cumple su función en la localización de la fuente sonora. Se considera que en este punto de la vía auditiva se inicia la binauralidad. Se debe tener en cuenta que, en ese momento, y a lo largo de toda la vía, se conserva el principio de distribución tonotópica que proviene desde la cóclea. Es así como el núcleo superolateral analiza las señales acústicas relacionadas con frecuencias agudas y el núcleo superomedial aquellas con frecuencias graves.

Las fibras nerviosas siguen en ascenso y llegan a los núcleos cocleares del lemnisco lateral con información ipsilateral y contralateral para el análisis de la información de ambos oídos. Su principal acción es de inhibición de la señal acústica. Continúa la transmisión de la señal y se llega al colículo inferior. Allí se genera una nueva sinapsis y se envía información al cuerpo geniculado medial. Estos dos puntos de la vía auditiva realizan funciones activadoras e inhibitoras permitiendo que la información auditiva continúe en forma organizada y realice análisis temporales y espectrales de la señal. Por otro lado, se considera que tienen integración multisensorial ya que en la búsqueda de la fuente sonora y permite el desplazamiento corporal hacia esta.

Los núcleos del cuerpo geniculado medial contribuyen con la orientación espacial; configurando la finalización de la vía auditiva y se da lugar a las radiaciones auditivas encargadas de proyectar la información hacia la circunvolución temporal transversa (circunvolución de Heschl) áreas 41 y 42 de Brodman. Las neuronas hasta aquí conservan su distribución tono-tópica y son estimuladas y activadas mediante los fenómenos de inhibición primaria se realiza el análisis espectral y en la corteza auditiva secundaria, el análisis temporal.

En esta área se encuentran neuronas de primera categoría que se encargan de analizar estímulos monoaurales principalmente, por tanto, identifican variaciones de intensidad de los sonidos en cualquier lugar del espacio sin ubicar la fuente específica. Otras son neuronas de segunda categoría, que analizan estímulos binaurales e identifican diferencias de intensidad interaural para localizar los sonidos en el espacio. Por último, las neuronas de tercera categoría se activan tanto en forma monoaural como binaural según el oído estimulado. (Morales M, 2011).

De acuerdo con lo descrito, se debe tener en cuenta que para una adecuada sensación, percepción e integración de la información se debe contar con un buen funcionamiento de todas las estructuras mencionadas estructuras (hemisferio derecho, hemisferio izquierdo y cuerpo calloso), junto con el proceso de mielinización (que ocurre desde la formación intrauterina), permiten que los procesos de integración binaural configuren la capacidad auditiva y comprensiva del sujeto. La maduración en la vía auditiva se relaciona de manera directa con el proceso de mielinización, que se desarrolla con ritmos diferentes según la edad y que finaliza hacia la adultez. (Katz, 2015).

Procesamiento auditivo central.

Katz (2015) define el procesamiento auditivo central como aquello que se hace con lo que se escucha. Es decir, se realizan los respectivos análisis temporales y espectrales (frecuencia e intensidad) a lo largo de la vía auditiva, para luego, a la altura

de los hemisferios izquierdo y derecho, ejecutar las diferentes comparaciones acústicas con su significado y, por último, lograr la decodificación y codificación de la señal hablada. Las funciones medulares que conforman el procesamiento auditivo central se definen como habilidades auditivas centrales, pues es por medio de ellas como se aprecian las diferentes actividades que una persona puede realizar con la información que escucha.

Una consigna en común en el abordaje de muchos autores con relación al TEA y posibles alteraciones auditivas es la referencia que hacen de haber notado la dificultad que tiene esta población para tolerar estímulos sonoros a diferentes frecuencias evidenciándose hipersensibilidad auditiva.

Stach (2010); dice que, aunque hay una tendencia a pensar que el trastorno auditivo es la pérdida de sensibilidad que puede medirse en un audiograma, existen otros tipos de trastornos auditivos que pueden o no estar acompañados por una pérdida de sensibilidad auditiva. Estos otros trastornos son el resultado de una enfermedad o daño en el sistema nervioso auditivo central en adultos, o retraso o desorden en el desarrollo del sistema nervioso auditivo en niños. Los trastornos auditivos son de dos tipos principales: pérdida de sensibilidad auditiva y trastornos auditivos de umbral superior. La pérdida de sensibilidad auditiva es la forma más común de trastorno auditivo. Se caracteriza por una reducción en la sensibilidad del mecanismo auditivo, por lo que los sonidos deben ser de mayor intensidad de lo normal antes de que el oyente los perciba.

Hiperacusia.

Un aspecto importante que puede caracterizarse como alteración en el TEA y exige mayor indagación, es la hipersensibilidad auditiva o hiperacusia, presente en gran parte de población con el trastorno, limitando en gran medida la interacción con el entorno. La hiperacusia puede manifestarse conductualmente en respuestas a sonidos moderadamente fuertes en niños con TEA mediante acciones como cubrirse los oídos,

llorar o huir, y estas conductas aversivas pueden alterar su funcionamiento académico y social.

Al respecto Herráiz et al. (2006); se refieren a la hiperacusia como la reducción del umbral a los sonidos ambientales o una respuesta exagerada a sonidos que no son molestos para una población sana. La hipersensibilidad afecta al conjunto de todos los sonidos externos, aunque puede existir una mayor afectación a algunos concretos en función de su intensidad. Los mecanismos responsables de la hiperacusia pueden tener un origen periférico, principalmente la cóclea, o bien una alteración de la vía auditiva central. Múltiples patologías de origen periférico se han asociado con la hiperacusia ya sea por reclutamiento o por alteración del musculo del estribo.

Las bases fisiopatológicas que se relacionan con una causa central son mucho más heterogéneas, aunque dos mecanismos a nivel molecular han sido descritos hasta la fecha como posibles causantes de este proceso. El primero de ellos es el papel de la serotonina (5HT), ya descrito para patologías como la migraña, la depresión o el síndrome del estrés postraumático. Alteraciones en los mecanismos de secreción o recaptación de la serotonina pueden ser responsables de irregularidades en la modulación de la señal auditiva y del significado del sonido. El segundo mecanismo bioquímico descrito en la hiperacusia está relacionado con el papel de las endorfinas endógenas. En estados de estrés, se produce una liberación de estas sustancias en la sinapsis entre las Células Ciliadas Internas y las dendritas del nervio auditivo. Las endorfinas potencian el papel excitatorio del glutamato, neuro-transmisor fundamental en la fisiología de la audición. Esa sobre activación intensifica el efecto de la señal acústica externa sobre la vía auditiva.

Así mismo autores como Danesh et al. (2015); definen La hiperacusia o hipersensibilidad a los sonidos como respuestas constantemente exageradas o inapropiadas a sonidos que no son ni amenazantes ni incómodamente fuertes para una persona típica. La hiperacusia, en algunos casos, puede ser una condición autoinformada o un comportamiento observado por los padres de un individuo en el

TEA. Por otro lado, la hiperacusia puede diagnosticada en la medición de los niveles de molestia por sonoridad (LDL) mediante estímulos acústicos. Este síntoma puede limitar las interacciones sociales de una persona y disminuir su capacidad para comprender el habla en entornos ruidosos. Para las personas con el trastorno, estas limitaciones esencialmente exacerbarán su funcionalidad y pueden agravar su sintomatología.

Aunque la hiperacusia en sí misma puede dar lugar a serias inadaptaciones en los niños, otros aspectos del TEA, como una mala regulación emocional y social, pueden exacerbar estos comportamientos. Por lo tanto, es importante comprender qué influencia puede tener la hiperacusia en la vida diaria de un niño para así determinar el grado de limitación que puede producirle. Una prueba de hiperacusia tolerada por niños con TEA ayudaría en el diagnóstico y la planificación del tratamiento para niños con TEA, además de contribuir a nuestra comprensión del TEA. (Organización Mundial de la Salud, 2001).

Capítulo 3. Marco metodológico.

3.1 Enfoque y tipo de estudio.

La presente investigación se orientó desde el **enfoque cuantitativo**, ya que se define por usar métodos y técnicas relacionadas con la medición de variables como las alteraciones auditivas, el TEA y su tratamiento estadístico. Se llevó a cabo mediante la recolección de datos documentales para contestar la pregunta de investigación planteada previamente (Ñaupas et al; 2018).

Así mismo se realizó mediante el tipo de estudio descriptivo ya que se especifican según Hernández (2018); características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado, cuantificando con precisión las dimensiones de dichos aspectos, en este caso buscando detalladamente caracterizar cada artículo de investigación de la población infantil con TEA y su posible asociación con alteraciones auditivas presentadas en la revisión de los últimos 5 años.

3.2 Diseño de estudio.

Esta investigación es de carácter bibliométrico documental ya que realizó un análisis de la actividad de investigación científica y sus categorías de análisis (alteraciones auditivas en el TEA); para tal fin se apoyó de herramientas estadísticas, las estrategias de la investigación son solo de carácter documental, en tanto la fuente consultada fue la escrita, constituida por artículos científicos arbitrados, publicados en los últimos cinco años de revistas indexadas entre 2015-2020.

Es preciso anotar que las investigaciones de corte bibliométrico pretenden dar a cuenta y transmitir los nuevos conocimientos, llevándolos a la aplicación y al desarrollo científico y tecnológico acorde a la necesidad de la población. Rolando (2016); sostiene que el análisis bibliométrico no solo permite examinar retrospectivamente cómo se han logrado, sino que también da a saber los avances científicos y

tecnológicos, valorando el potencial de una investigación, permitiendo caracterizar el desarrollo de disciplinas científicas, sus líneas de investigación y sus publicaciones en un área del conocimiento, su obsolescencia y dispersión.

3.3 Unidades de análisis

Se indagó en diversas bases de datos como Pub Med, Google Scholar, Asha Wire, MedicLatina (EBSCOhost), entre otras, a fin de recolectar documentos que cumplan con los criterios de inclusión.

3.4 Criterios de inclusión.

Como criterios de inclusión para la presente investigación se tomaron como importantes:

Aquellos que sean artículos científicos arbitrados.

Artículos publicados en los últimos cinco años de revistas indexadas.

Artículos que describan las alteraciones auditivas y el TEA, en población infantil.

3.5 Indicadores bibliométricos.

Como indicadores bibliométricos a tener en cuenta para la recolección de datos documentales sobre las alteraciones auditivas en población infantil con TEA y su posterior análisis se tuvieron en cuenta:

Alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, en los últimos cinco años.

Uso de pruebas comportamentales y electrofisiológicas para la evaluación audiológica en la población infantil con TEA, en los últimos cinco años.

Autores más frecuentes y más citados, en las investigaciones sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

Poblaciones objeto de estudio en las investigaciones sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

Marcos metodológicos que enmarcan las investigaciones sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

Instrumentos de recolección y análisis de datos más usados, en las investigaciones sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

Aportes y beneficios de cada investigación sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

3.6 Instrumentos.

Para esta investigación se utilizaron dos instrumentos de registro y sistematización. El primero referido a una matriz de recolección de datos, en la cual se consignaron los datos de cada una de las investigaciones encontradas sobre las variables establecidas en cuanto a los indicadores bibliométricos; autores más frecuentes y más citados, poblaciones objeto de estudio, marcos metodológicos, instrumentos de análisis, finalmente aportes y beneficios de cada investigación que se reportan en la literatura entre 2015 y 2020.

El segundo referido a una hoja diseñada en Excel, en la cual se sistematizaron las variables sobre las cuales se realizó el análisis de la producción investigativa.

3.7 Procedimiento.

Los documentos que se tuvieron en cuenta para el presente estudio bibliométrico, fueron artículos científicos arbitrados, artículos publicados en los últimos cinco años de revistas indexadas entre 2015-2020, artículos que describieron las alteraciones auditivas y el TEA, estos son afines a los criterios de inclusión anteriormente expuestos, documentos escritos tanto en contexto nacional como internacional. Para tal fin se realizaron las siguientes fases:

Fase I. Establecer palabras claves que permitan facilitar la búsqueda documental en las unidades de análisis previamente mencionadas.

Fase II. Indagación en bases de datos de artículos científicos arbitrados, artículos de revistas indexadas y artículos que describan las alteraciones auditivas y el TEA.

Fase III. Lectura formal de la información encontrada según los criterios de inclusión.

Fase IV. Registro detallado de la información relevante en la matriz documental, acorde a las variables bibliométricas expuestas con anterioridad.

Fase V. Organización de la información y su codificación para la construcción de una base de datos en Excel; en la cual se analizarán los datos para la presentación, discusión y conclusión de resultados.

Tabla.1. Diagrama de gantt

DESCRIPCIÓN GENERAL		TRABAJO DE GRADO I																TRABAJO DE GRADO II															
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
FASE	ACTIVIDAD	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	Identificar palabras claves.	■	■	■	■																												
II	Indagación en bases de datos de artículos científicos arbitrados					■	■	■	■	■	■	■	■																				
III	Lectura formal de la información encontrada									■	■	■	■	■	■	■	■																
IV	Registro en la matriz documental.									■	■	■	■	■	■	■	■																
	Socialización de Avances (Trabajo de Grado I)													■	■																		
V	Análisis Cuantitativo.																	■	■	■	■	■	■	■	■								
	Resultados y conclusiones.																									■	■	■	■				
	Informe final.																													■	■		
	Elaboración de Informe Final - Artículo - RAI (Trabajo de Grado II)																																■

3.8 Técnicas de recolección de información.

El instrumento de recolección de información consistió en una matriz documental diseñada para la investigación que incluye cada uno de los elementos descritos en los objetivos de la investigación e indicadores bibliométricos, los cuales permitieron la caracterización de la producción investigativa sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020. En esta matriz se consignaron categorías de análisis como:

- Categoría aspectos formales; con las subcategorías título del artículo, año de publicación, revista donde fue encontrado, autores más frecuentes y más citados.
- Categoría alteraciones auditivas; con las subcategorías CAE (conducto auditivo externo), CAM (conducto auditivo medio), CAI (conducto auditivo interno), vía auditiva y otros.
- Categoría pruebas comportamentales y electrofisiológicas.
- Categoría poblaciones objeto de estudio, con las subcategorías; edades, características generales.
- Categoría delimitación contextual, con las subcategorías, país de origen, bases de datos.
- Categoría asunto investigado, con las subcategorías, criterio de inclusión, palabras claves, objetivo general de los artículos.
- Categoría marco metodológico, con las subcategorías; tipo de estudio, diseño de investigación, muestra del artículo.
- Categoría estrategias de evaluación de resultados de cada artículo, con las subcategoría instrumentos más usados.

- Categoría resultados, con las subcategorías aportes y beneficios.
- Categorías conclusiones finales, con la subcategoría conclusiones del artículo de investigación.

Los documentos de los cuales se recopilaban los datos investigados, son artículos arbitrados de revistas indexadas ubicados en las bases de datos descritas anteriormente como unidades de análisis. (Ver anexo A).

3.9 Consideraciones Éticas de la Investigación:

Según el artículo 11 de la resolución 08430 de, (1993); del ministerio de salud colombiano, la investigación será desarrollada teniendo en cuenta lo siguiente:

Tipo de riesgo

La presente investigación es considerada sin riesgo ya que emplean técnicas y métodos de investigación documentales en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de la muestra elegida que solo será de carácter teórico. (Resolución 08430 de, 1993 del Ministerio de Salud).

Beneficios esperados

El beneficio esperado es la recopilación teórica de elementos que relacionan las alteraciones auditivas con el TEA, permitiendo a los audiólogos generales y en formación acceder a información nueva sobre una temática poco conocida y que puede alimentar futuras investigaciones teniendo en cuenta que cada vez es más común este tipo de patologías categorizadas en los trastornos del desarrollo del ser humano y frente a las cuales el especialista de audiología debe conocer más, a fin de direccionar asertivamente su quehacer profesional. Esto redundará en una mejor atención profesional lo que beneficia a la población con TEA.

3.10 Análisis de datos.

Para el análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel en tablas de frecuencia, que permitieron ver el movimiento de los elementos más frecuentes reportados en la literatura por cada variable estudiada. Se implementó mediante estadística descriptiva medidas de tendencia central (moda, media, mediana) cuya unidad de análisis son los documentos indagados.

Capítulo 4. Análisis de resultados.

La investigación buscó describir las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, que se reportan en la literatura científica de los últimos cinco años. Con ese fin se logró encontrar un total de 100 artículos, se seleccionaron un total de 80 posterior a la lectura de títulos, luego se revisaron los resúmenes para verificar la temática de interés para la investigación tomando como importantes un total de 60 publicaciones. De estos artículos fueron excluidos 20 ya que no cumplían con los criterios de inclusión de la presente investigación los cuales son; aquellos que sean artículos científicos arbitrados, artículos publicados en los últimos cinco años de revistas indexadas, artículos que describan las alteraciones auditivas y el TEA, en población infantil.

Finalmente fueron incluidas 40 publicaciones obteniendo la muestra definitiva de los artículos.

Para el análisis de los datos se diseñó una matriz de consolidación en Excel que obedeciera con los objetivos de la investigación. Una vez tabulada la información estadísticamente se obtuvieron una serie de resultados a nivel de las alteraciones auditivas, el uso de pruebas comportamentales y electrofisiológicas para la evaluación audiológica, los autores más frecuentes y más citados, las poblaciones objeto de estudio, los marcos metodológicos que enmarcan las investigaciones, los instrumentos de recolección y análisis de datos más usados y los aportes de cada investigación sobre alteraciones auditivas y el TEA, que se reportan en la literatura por año entre 2015 y 2020.

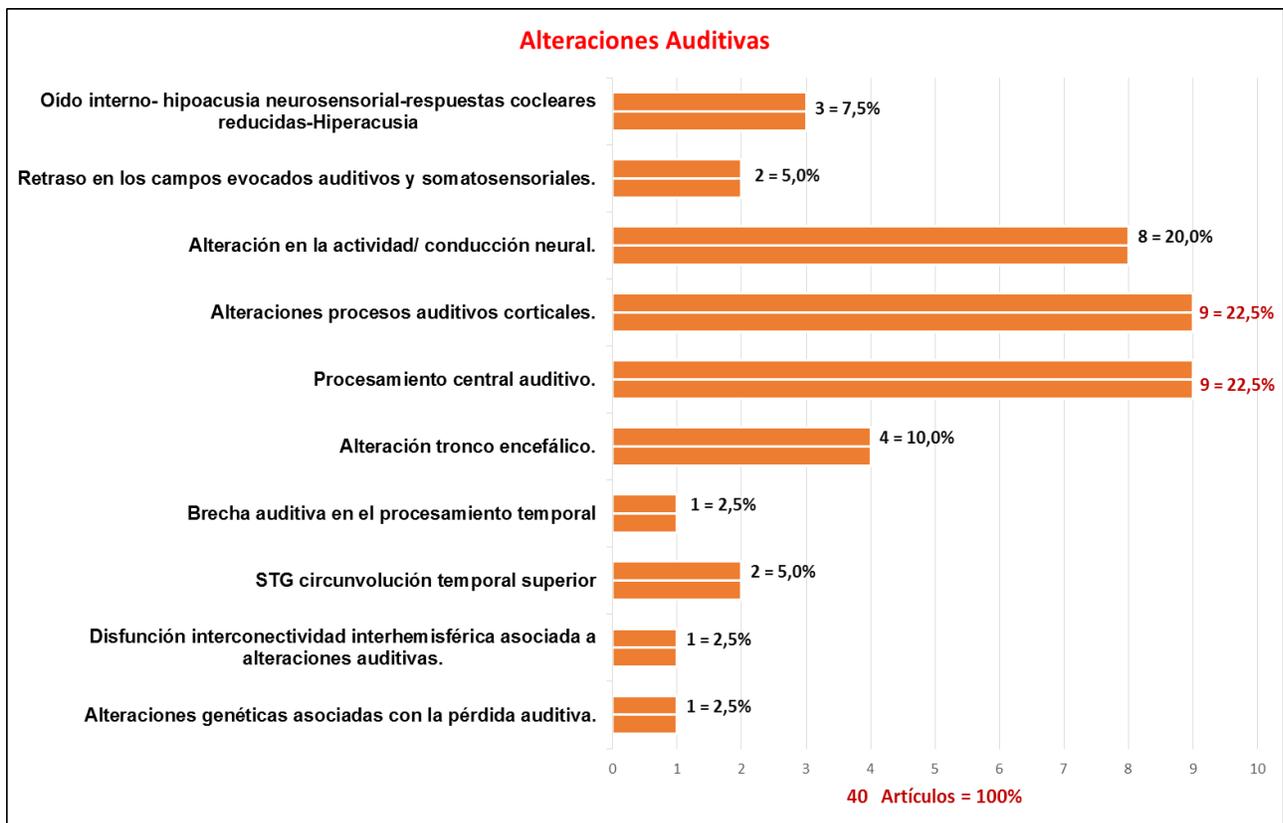
Se presentan los resultados en orden, partiendo de los objetivos planteados en el presente estudio de corte bibliométrico, generando figuras de barras, tortas y tablas que permitieron observar el comportamiento de la investigación cada año.

Alteraciones auditivas y el TEA.

Es oportuno destacar que al caracterizar las alteraciones auditivas asociadas al TEA, son pocas las investigaciones que refieren hipoacusias conductivas, cocleares o retrococleares, evidenciando mayor prevalencia en alteraciones en la conducción neural con un 20%, procesamiento central auditivo y de procesamiento cortical con un 22,5%; donde el sistema auditivo central se ve más comprometido.

Aunque igualmente importante, pero en menor medida se encontró información sobre hiperacusia y respuestas cocleares reducidas con un 7,5%. Solo un 5% menciona retraso en los campos evocados, o alteraciones somatosensoriales. Un 10,0% de alteraciones en el tronco encefálico. Finalmente, un 2,5% refiere Brecha auditiva, disfunción en la interconectividad interhemisférica o Alteraciones genéticas. (Ver figura 1).

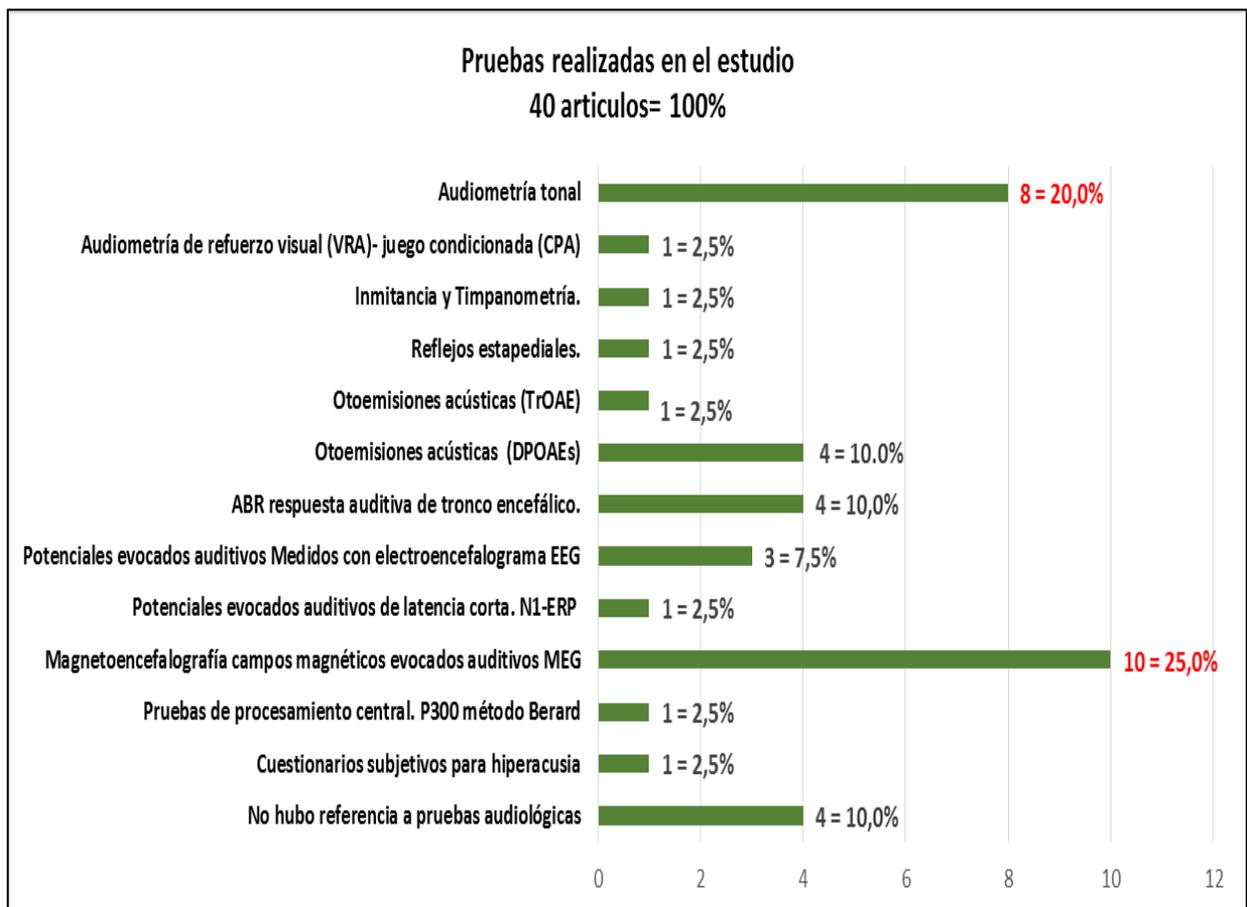
Figura 1. Alteraciones auditivas en el TEA, según las investigaciones revisadas.



Uso de pruebas comportamentales y electrofisiológicas.

En cuanto a la evaluación audiológica en la población infantil con TEA en los últimos cinco años, como aquellas más mencionadas se destacan la Magnetoencefalografía (MEG) con un 25% y la Audiometría tonal con un 20%. Con menor prevalencia se hace referencia, al uso de pruebas electrofisiológicas como él (ABR); electroacústicas como las otoemisiones o la Inmitancia acústica y finalmente son mencionadas aquellas para la evaluación del procesamiento central auditivo o para evaluar la hiperacusia. Un 10% de los estudios no hace referencia a pruebas audiológicas. (Ver figura 2).

Figura 2. Pruebas audiológicas más utilizadas en el TEA.



Criterios metodológicos como autores más frecuentes y más citados.

Se puede determinar que en estos artículos tienen un promedio (media) de 17 citas, con una dispersión muy alta, lo que indica que es una muestra de autores muy heterogénea. Sin embargo, se observan como aquellos más citados: Anna Remington y Jake Fairnie, con 73 citas; y como aquellos más frecuentes Carly Demopoulos presente en 4 artículos; J Christopher Edgar presente en 3 artículos; Junko Matsuzaki presente en tres artículos y Timothy PL Roberts presente en dos artículos. Con relación a los demás autores de las 40 investigaciones revisadas se presentan solo una vez por artículo. (Ver tablas 2 y 3).

Tabla 2. Análisis de autores más citados.

Autores más citados	Numero de citas
Ali A. Danesh, et al	9
Anna Remington y Jake Fairnie	73
Bart Boets	9
Belinda Do,et al	27
Beth Pfeiffer, et al	3
Carly Demopoulos, Nina Yu, et al.	15
Carly Demopoulos et al	6
Carly Demopoulos, Annie N. et al	12
Carly Demopoulos, Jeffrey David Lewine et al	24
Dorothy Neave-DiToro et al	5
Estate M Sokhadze, et al	21
Gary Rance, et al	17
Haley M. et al.	1
Heather L. et al	2
J Christopher Edgar , Charles L et al	49
J Christopher Edgar, Charles L Fisk et al	27
J. Christopher Edgar et al	65
Jennifer H, et al	18
Jierong Chen, et al.	5
Julia M. et al.	14
Junko Matsuzaki , Emily S, et al	11
Junko Matsuzaki, et al.	5
Junko Matsuzaki, Matthew Ku, et al	1

Autores más citados	Numero de citaciones
Lisa A De Stefano, et al	12
Loisa Bennetto, et al	25
Luodi Yu et al	31
Nancy Choucair et al	29
Nicole M Talge, et al.	2
Oren Miron, et al.	4
Patrick Dwyer, et al	2
Puerto Russell G, et al	38
Rhiannon J Luyster, et al.	4
Timothy PL Roberts , Luke Bloy, et al.	1
Timothy PL Roberts, et al	10
Yuko Yoshimura, et al	2
Naima Ishtiaq, et al	No citado
Susan Wiley.	No citado
Amy Szarkowski, Jennifer Johston.	No citado
Marlene Escher Boger, Ákilla Raquel Silva Gonçalves, Letícia Paiva de Sousa, Nayane Xavier Rodrigues Manso.	No citado
Uzma S Wilson , et al	No citado

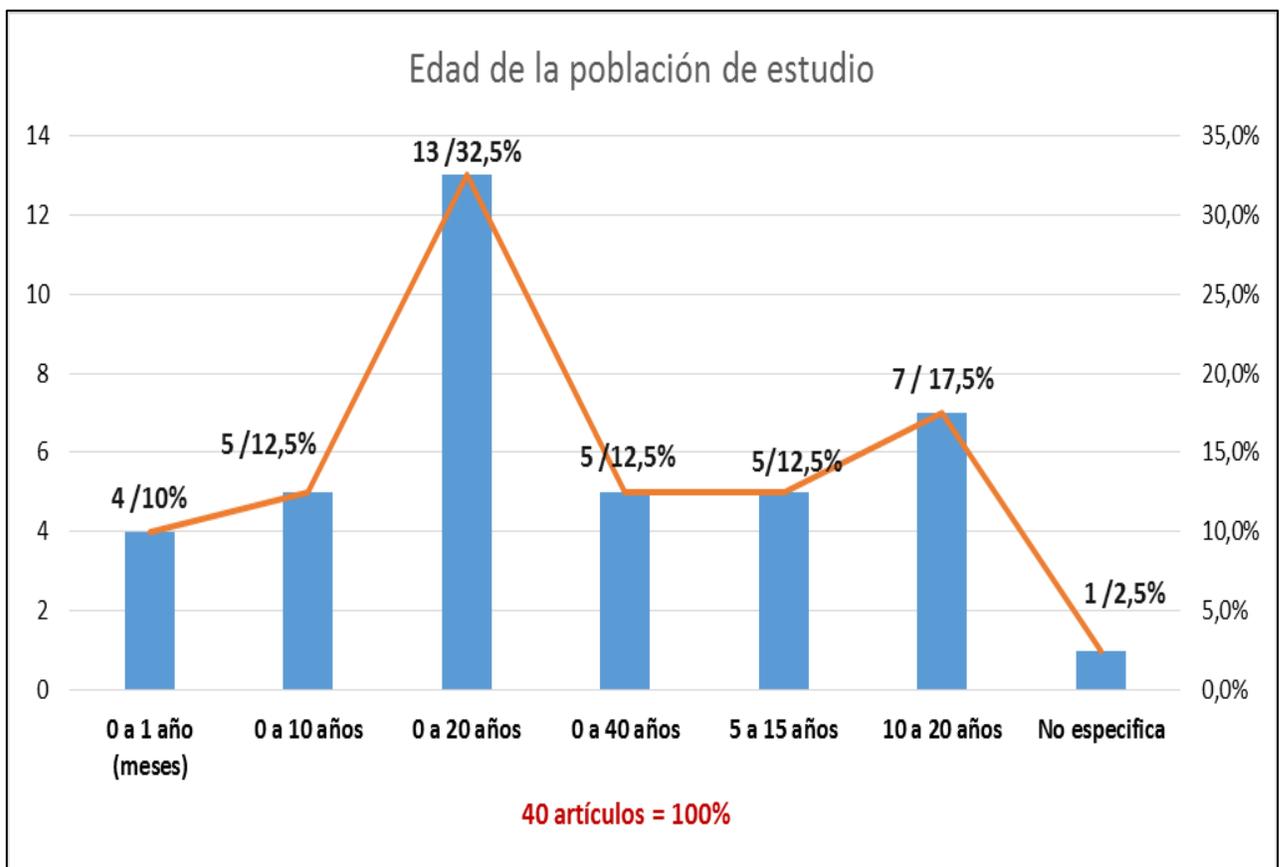
Tabla 3. Análisis número de citaciones.

<i>Numero de citaciones</i>	
Media	17
Error típico	3
Mediana	11
Moda	2
Desviación estándar	18
Varianza de la muestra	312
Curtosis	3
Coefficiente de asimetría	2
Rango	72
Mínimo	1
Máximo	73
Suma	579
Cuenta	35

Poblaciones objeto de estudio.

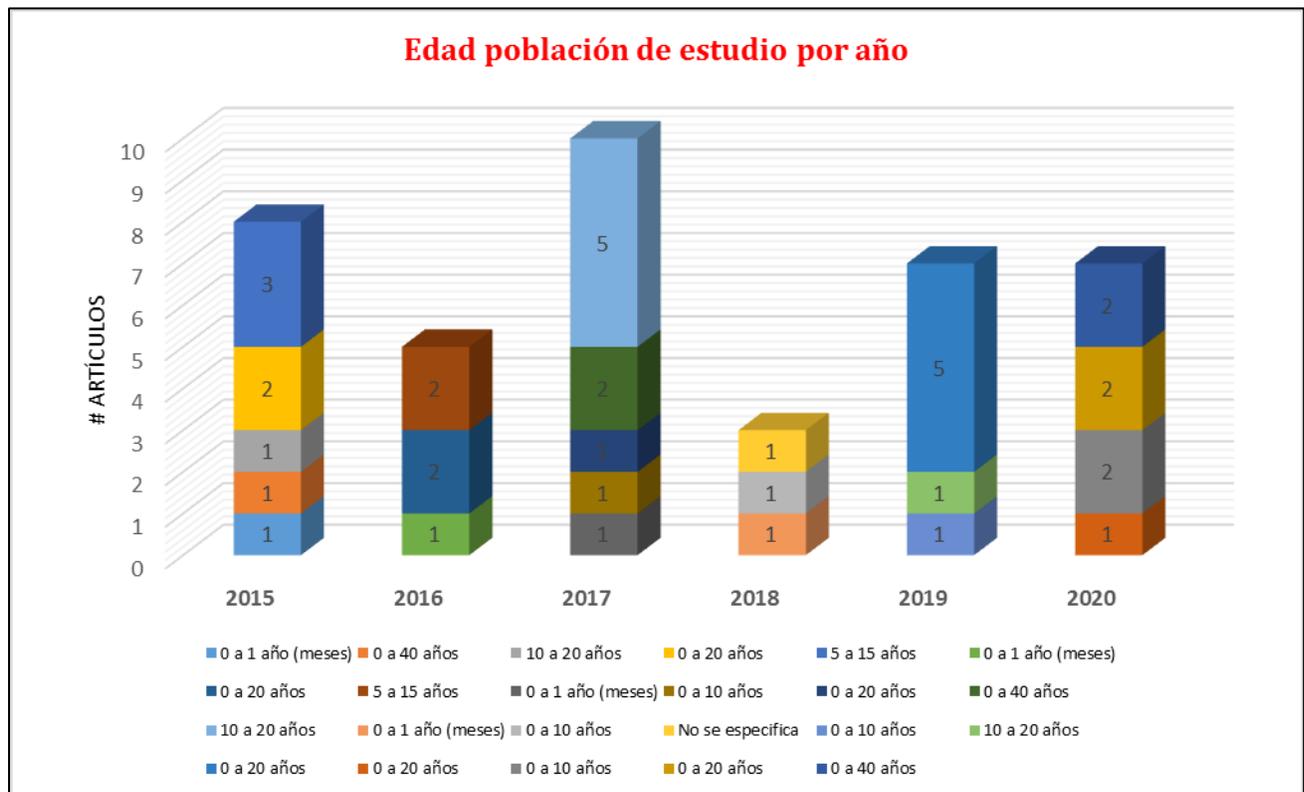
En la revisión realizada, se determinó que el 32,5% de los artículos con mayor prevalencia, referencian como población objeto de estudio individuos entre los 0 y 20 años de edad. Un 17,5% entre 10 a 20 años y el 12,5% un grupo muy heterogéneo con edades entre 0 y 40 años. Con menor prevalencia un 10% de los artículos, referencian como individuos de estudio, menores de un año, o menores de 36 meses. Aunque inicialmente se buscaron artículos con edades relacionadas a etapas de la infancia (de 0 a 15 años aproximadamente), surgieron estudios longitudinales que aportan relación de las variables investigadas, desde la infancia hasta la vida adulta. (Ver figura 3).

Figura 3. Poblaciones objeto de estudio según edad en el TEA.



Esta distribución tan heterogénea de edades, se puede observar también al mirar el año de publicación, lo que evidencia que estos estudios son muy diversos en cuanto a la población investigada. (Ver figura 4).

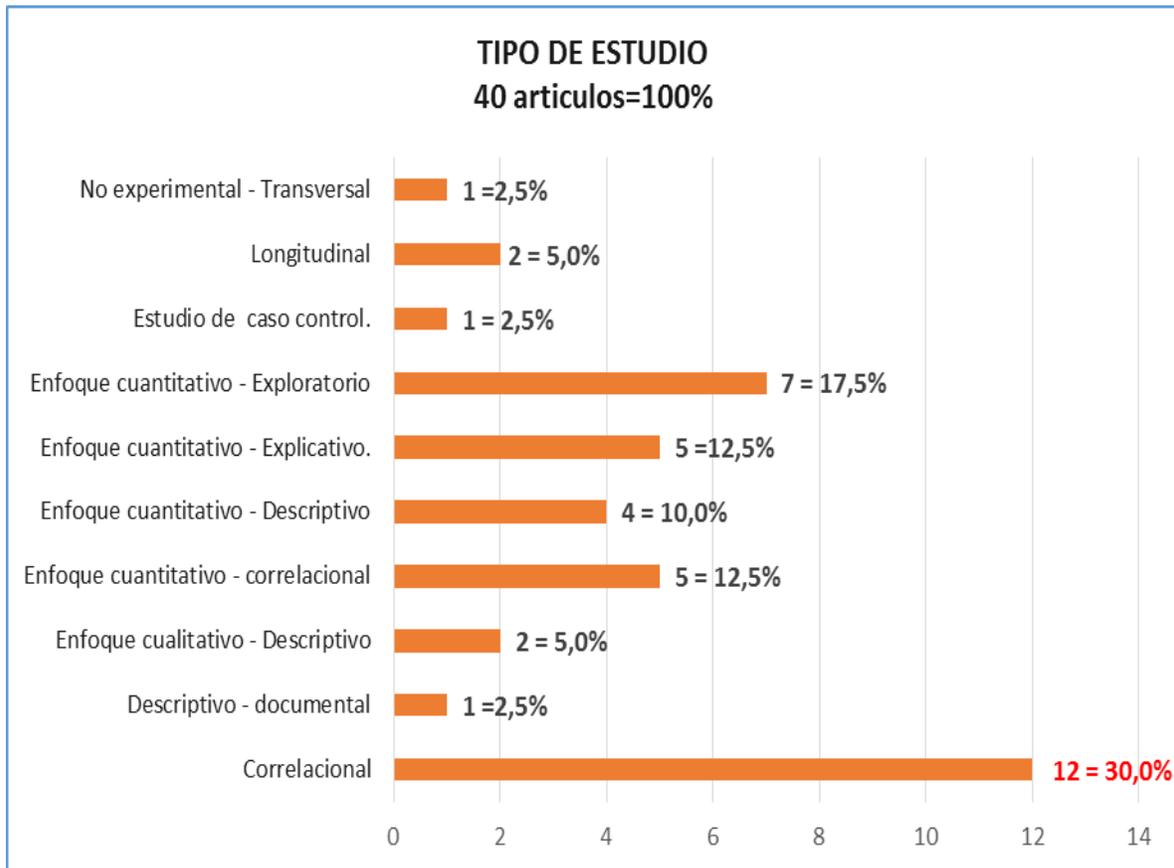
Figura 4. Edad población de estudio por año.



Tipos de estudio, diseños y enfoques de investigación.

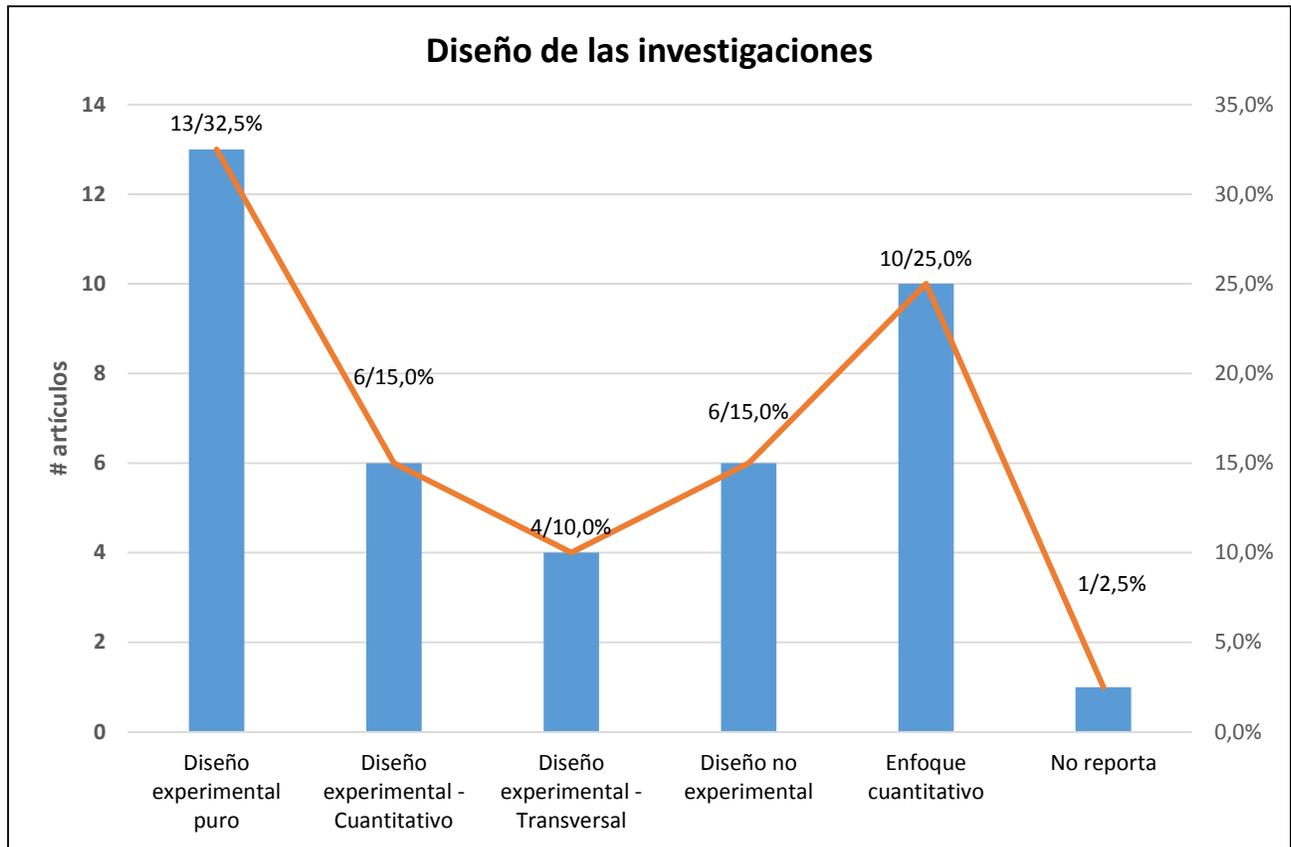
De acuerdo a lo reportado en los artículos revisados, el 44% de ellos utilizan principalmente un enfoque cuantitativo, solo un 5% de ellos evidencia un enfoque cualitativo. Con mayor prevalencia un 30,0% de los artículos con enfoque cuantitativo, se realiza un estudio correlacional, seguido por estudios exploratorios con un 17,5%, mientras que los estudios descriptivos son los menos prevalentes con un 2,5%. (Ver figura 5).

Figura 5. Tipo de estudio.



En el periodo considerado, se resalta que el 57% de los artículos identifican como metodología un diseño experimental con un 32,5%, el 15% de los artículos evidencian que el estudio tuvo un diseño no experimental y en un 25% de ellos solo se evidencia un enfoque cuantitativo, pero no se determina si se usó o no un diseño experimental. (Ver figura 6).

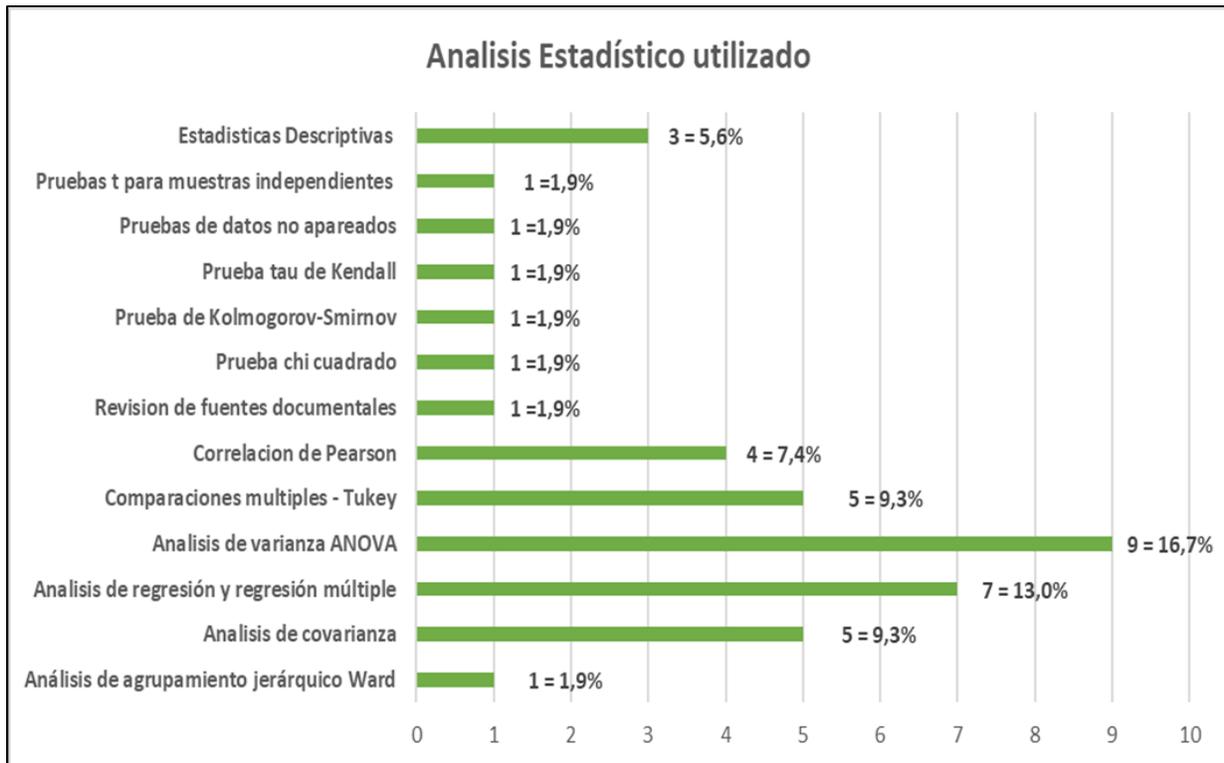
Figura 6. Diseño de las investigaciones.



Instrumentos de recolección / análisis de datos.

En los artículos revisados, se destaca que en un 16,7% se realizó Análisis de varianza ANOVA, un 9,3% Pruebas de comparaciones Múltiples y en un 9,3% realizaron análisis de covarianza. Estas pruebas que están relacionadas directamente con el tipo y enfoque del estudio según cada artículo. (Ver figura 7).

Figura 7. Análisis estadístico más utilizado.



Número de publicaciones por año.

Dentro de los datos analizados en esta investigación se considera relevante caracterizar aquellos que, aunque no son objetivos de la presente investigación, si ayudan a complementar la descripción de las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA en los últimos cinco años. Uno de ellos es el número de publicaciones por año.

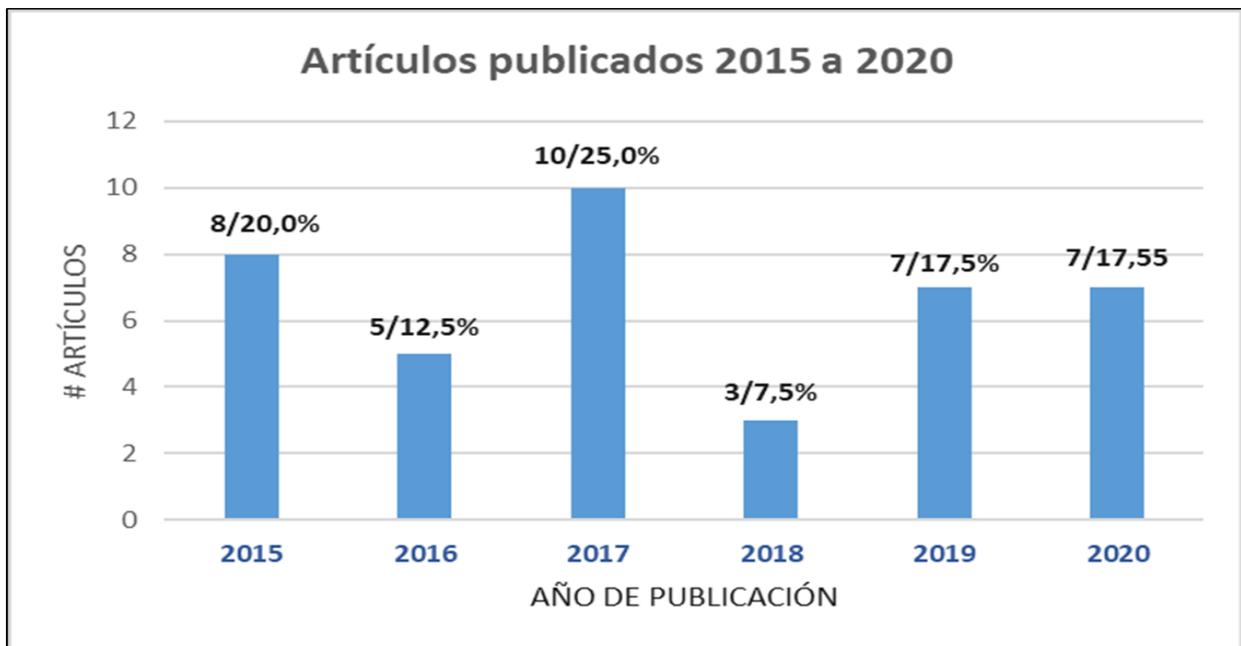
Entre 2015 y 2020 se publicaron en promedio 7 artículos, con una desviación estándar de 2 artículos. El número de artículos publicados varía en un 36,3% lo que representa que no es homogénea la cantidad de artículos que se publican cada año (Ver tabla 4).

Tabla 4. Número de artículos.

# Artículos	
Media	7
Error típico	1
Mediana	7
Moda	7
Desviación estándar	2
Varianza de la muestra	6
Curtosis	0
Coefficiente de asimetría	0
Rango	7
Mínimo	3
Máximo	10
Suma	40
Cuenta	6
Coefficiente de variación	36,3%

El 25% de los artículos revisados se publicaron en el 2017, en contraste en el 2018 solo se publicó el 7,5%. (Ver figura 8).

Figura 8. Artículos publicados por año.



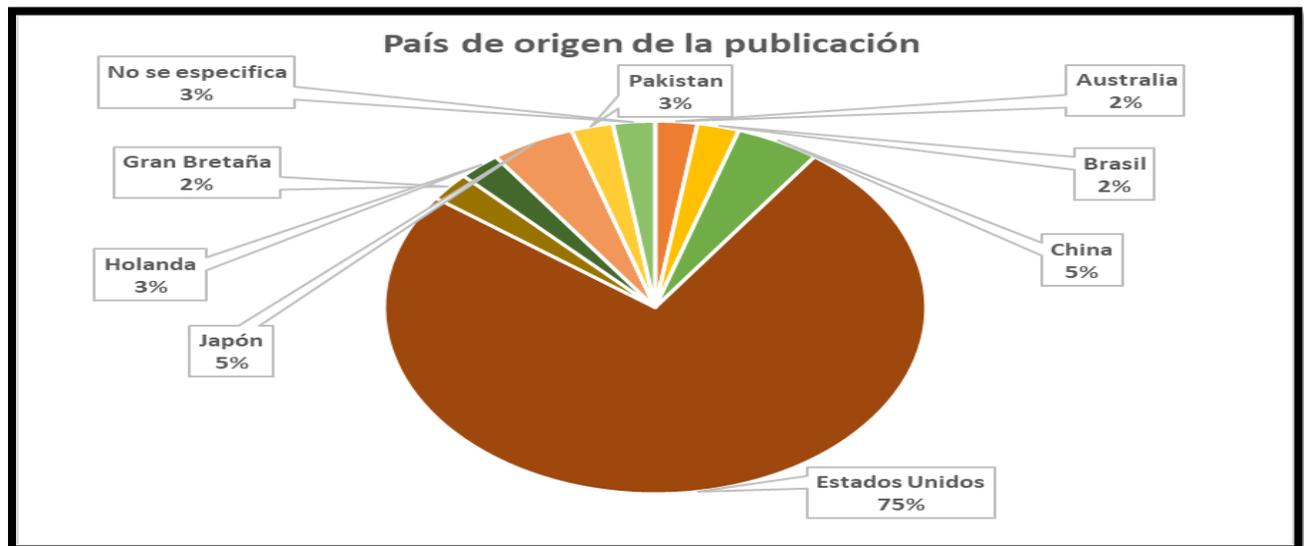
País de origen de los artículos.

Aunque no es un objetivo de investigación, se considera relevante caracterizar la información recopilada al respecto; en donde se puede evidenciar que, el 75% de las investigaciones revisadas fueron llevadas a cabo en Estados Unidos (Ver figura 9). Los otros estudios se realizaron con menor prevalencia en Brasil, Japón, China, Australia, Holanda, Gran Bretaña y Pakistán. (Ver tabla 5).

Tabla 5. País y año de publicación.

País	Año de publicación						Total	% artículos por país
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Australia			1				1	2,5%
Brasil					1		1	2,5%
China	1				1		2	5,0%
Estados Unidos	6	4	6	3	5	6	30	75,0%
Gran Bretaña			1				1	2,5%
Holanda	1						1	2,5%
Japón		1	1				2	5,0%
Pakistán						1	1	2,5%
No se especifica			1				1	2,5%
Total año	8	5	10	3	7	7	40	100,0%

Figura 9. País de origen de la publicación y porcentaje.



4.1. Discusión

Es importante tener en cuenta que las investigaciones revisadas, realizaron una contribución significativa al avance científico en cada uno de los productos estudiados; esto en correspondencia con lo planteado por Hernández (2018); que dice que la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema con el resultado (o el objetivo) de ampliar su conocimiento.

El estudio bibliométrico efectuado permitió conocer el movimiento de la información científica a través del tiempo entre los años 2015 hasta el 2020, aportando al audiólogo el poder identificar y direccionar todas las herramientas de evaluación, intervención y posible rehabilitación de esta población que es de difícil manejo, promoviendo su salud auditivo-comunicativa. En la búsqueda documental realizada se evidenció una mayor prevalencia de artículos norteamericanos, europeos o asiáticos.

Alteraciones oído externo, medio e interno.

Como primera medida se indagó inicialmente sobre alteraciones auditivas en el TEA; con relación a aquellas que pudieran comprometer la funcionalidad de oído externo u oído medio. No se determinaron en los artículos encontrados, características importantes que describieran algún tipo de alteración en el TEA, afectando directamente la salud auditivo-comunicativa en esta población. Sin embargo investigaciones como Beers et al, (2014); en su revisión sistemática de pérdida auditiva periférica y TEA determinaron, que la variabilidad en las estimaciones de la prevalencia de la discapacidad auditiva periférica entre las personas con TEA, puede atribuirse a las diferencias entre las metodologías de estudio y los tamaños de muestra, así como a las inconsistencias en los criterios de inclusión de sujetos. Sin embargo, entre los niños con TEA no hay evidencia concluyente de que la prevalencia de la discapacidad auditiva periférica sea elevada en comparación con la prevalencia en una población general.

De igual forma estudios refieren que se ha informado una mayor prevalencia de otitis media serosa y deficiencia auditiva conductiva temporal asociada entre niños con TEA. (Gravel et al, 2006). Sin embargo, los estudios que incluyen informes de otitis media pueden confundirse, ya que estas patologías auditivas pueden deberse a factores ambientales, virales o bacterémicos, no necesariamente ligados al TEA.

Además mencionan que las anomalías del oído medio pueden provocar latencias en estudios de ABR prolongados, por tanto sería de gran importancia realizar exámenes de Timpanometría y / o exámenes otoscopios previos, para lograr mejores hallazgos que no se vean alterados por patologías transitorias. (Talge et al, 2018).

Por su parte en estudios de oído interno en el TEA se realizaron emisiones otacústicas evocadas por producto de Distorsión (DPOAE), encontrando que el 55,6% de los niños presentaron cambios en el funcionamiento de las células ciliadas externas de la cóclea, con mayor compromiso de las frecuencias 5KHz 1KHz y 2KHz. Esto desde el punto de vista de los autores puede inferir una hipoacusia neurosensorial por respuestas cocleares reducidas. (Escher B et al, 2019).

Lo anterior también lo respalda la investigación de autores como Demopoulos y Lewine, (2016); que refieren que las anomalías de oído interno, en las frecuencias de rango medio (2000Hz en particular) inciden negativamente en las habilidades del lenguaje en individuos con TEA; afectando a la par la capacidad de comunicarse eficazmente y el desarrollo en otros dominios cognitivos en esta población.

Alteración de la conducción neural y de procesos corticales.

En estudios longitudinales pudieron evidenciar una alteración de la actividad neuronal auditiva y de la banda gamma en esta población. Estas anomalías persistieron durante el período de maduración observado (varios años). Las medidas electrofisiológicas tomadas se correlacionaron y predijeron el cambio posterior en las medidas de comportamiento. Los niños con TEA mostraron una actividad neuronal

alterada de la corteza auditiva, como lo demuestran los retrasos en la latencia de M100 tomados con MEG, así como la reducción de la actividad transitoria de la banda gamma. A pesar de la evidencia de la maduración de estas respuestas en el TEA, las anomalías neurales persistieron a lo largo del tiempo. Esto sugirió que el retraso persistente en las latencias auditivas de M100 en niños y adolescentes participantes del estudio, se debió bases biológicas plausibles, ya sea con interrupciones en la conducción de señales neuronales y / o transducción sináptica que conduce a una prolongación de la latencia. (Port, R et al. 2016).

Se cree que los ritmos cerebrales son anormales en los trastornos del neurodesarrollo, como el TEA. En todos los trastornos, las anomalías reflejan una disfunción del circuito sináptico y local, en parte por un equilibrio excitador / inhibitorio anormal en los microcircuitos corticales. La madurez de capas profundas (capas inferiores III-VI) en la corteza auditiva ocurre entre los 6 meses y los 5 años de edad, mientras que las capas superficiales (capas superiores III y II) continúan madurando hasta aproximadamente los 12 años de edad. Basándose en esto, se ha planteado la hipótesis de que la respuesta auditiva refleja la activación recurrente en las capas III y IV, la zona de terminación de las vías talamocorticales que están casi completamente desarrolladas a los 6 años de edad. Esto hace especular que el desarrollo tardío sináptico de exámenes como los potenciales de estado estable (ASSR); indica un refinamiento continuo en la capacidad de la corteza auditiva para responder a la información temporal rápida transportada por los estímulos auditivos. (Edgar, J. C; Fisk et al. 2015).

Otro importante punto de vista sobre alteraciones de conducción neural y cortical en el TEA, es la de autores como Do B, et al. (2017); los autores argumentan que existe una alta asociación de TEA y la falta de señales visuales o auditivas en esta población disminuyendo su capacidad para reconocer e integrar señales verbales para ayudarles a desarrollar una imagen social, la evidencia sugiere que el surco temporal superior es atípico en esta población, donde hay integración sensorial en la corteza visual y auditiva, componente clave del cerebro social, esto asociado a la interrupción en la

conducción de señales neuronales y transducción sináptica que conduce a la prolongación de latencias en pruebas objetivas realizadas. (Do, B et al; 2017)

En ese orden de ideas otras investigaciones mencionan una disminución de la sensibilidad cerebral para el procesamiento del tono léxico en los niños con TEA, con relación a esto los individuos, pueden mostrar dificultades en el procesamiento de tonos puros que involucra predominantemente la actividad neuronal local en la corteza auditiva primaria, cuando se requiere un mayor nivel de complejidad sináptica, para tareas de orden superior. (Luodi Yu et al; 2015).

Se plantea igualmente registros alterados localizados en áreas temporales y frontales en pacientes con TEA que tienen sensibilidad auditiva anormal. Sus estudios radiológicos evidencian que los pacientes con TEA tenían una conectividad reducida entre la circunvolución temporal posterior-superior y muchas otras regiones, incluida la corteza pre frontal, el cuerpo estriado, la amígdala y la corteza orbito frontal. La evidencia sugiere que la sensibilidad auditiva anormal puede estar asociada con procesos de mielinización retardada y conectividad atípica, no solo en el procesamiento ascendente, como el área auditiva primaria, sino también en áreas temporales relacionadas con el procesamiento sensorial y las redes frontales de control atencional. (Matsuzaki et al; 2017).

Matsuzaki et al, 2017); Concluyen que las características adicionales del ABR (respuesta auditiva provocada del tronco encefálico) son específicamente relevantes para los TEA. Neuroanatómicamente, el TEA se asocia con: 1 menor volumen del tronco encefálico, impulsado principalmente por la reducción de la materia gris y 2 una marcada reducción de las neuronas olivares superiores, cuyas proyecciones contribuyen al lemnisco lateral (es decir, Onda V). Las respuestas auditivas del ABR, pueden estar asociadas con el TEA, pero las características de los participantes y los protocolos de evaluación varían considerablemente entre los estudios individuales. El comportamiento no diferencia el riesgo de TEA antes de los 12 meses de edad, pero los biomarcadores pueden informar el riesgo antes de que surjan los síntomas. Las

respuestas auditivas del tronco encefálico evocadas por clic (ABR) pueden valer la pena debido a sus propiedades de medición (no invasividad; confiabilidad) y características conceptuales (generadores neurales bien caracterizados). (Matsuzaki et al, 2017).

Chen et al. (2019); De igual manera refiere que el procesamiento auditivo a nivel del tronco encefálico está afectado y es ineficaz en niños en edad preescolar con TEA, esta disfunción en el procesamiento auditivo subcortical puede estar asociada con un progreso deficiente de la mielinización en el sistema auditivo y / o un desarrollo aberrante de la sustancia blanca en niños en edad preescolar con TEA. Esto sugiere que el procesamiento del sonido del habla en el tronco encefálico aún se está desarrollando en la población infantil con TEA. Una mayor sincronía en la codificación de la información acústica a nivel subcortical puede conducir a un procesamiento más eficaz a nivel cortical. Combinado con lo anterior, si se descubre que los generadores neurales de las ondas V y A del habla-ABR pueden ser el colículo inferior, los cambios en estas ondas del habla-ABR pueden incidir en el coeficiente intelectual, lo que podría conducir a una mayor sincronía en el procesamiento auditivo.

Alteración de la circunvolución temporal superior (STG) en el TEA.

Resultados de investigaciones neuroanatómicas en el TEA, revelaron que los procesos auditivos de la STG, se caracterizaban por anomalías previas al estímulo en múltiples frecuencias, luego anomalías tempranas de alta frecuencia, seguidas de anomalías de baja frecuencia, y donde su análisis acústico demuestra un déficit fundamental de señal a ruido, con elevaciones en la actividad oscilatoria que sugieren una incapacidad para mantener un 'tono neural' apropiado y una incapacidad para regresar rápidamente a un estado de reposo antes del próximo estímulo. (Edgar J.C; Khan et al, (2015).

Otros estudios como el de Port, R, et al. (2016); bajo estudios de electroencefalografía (EEG) y Magnetoencefalografía (MEG); informan respuestas

auditivas de la circunvolución temporal superior retardada STG, reducción de la potencia total auditiva en estado estable de STG a 40 Hz, anomalías oscilatorias de tono puro antes y después del estímulo, además de una lateralización hemisférica atípica de las respuestas auditivas.

Alteraciones del procesamiento central auditivo en el TEA.

Una de las alteraciones evidenciadas con mayor prevalencia es aquella que compromete el procesamiento central auditivo. En investigaciones como la de Demopoulos, Hopkins et al. (2015); se argumenta que hay tres subprocesos principales involucrados en ese procesamiento; (1) análisis de las señales acústicas de vocalización (2) derivación del significado emocional de estas señales auditivas; (3) integración del significado emocional con procesos cognitivos de orden superior. Al considerar la disfunción social / emocional en el TEA, se asume que el procesamiento auditivo básico es un contribuyente importante a las habilidades de reconocimiento del afecto vocal.

Se cree que las señales de afecto vocal están incrustadas en la amplitud, el tiempo, la frecuencia fundamental (y el tono percibido asociado) y / o la 'calidad' del habla (reflejada en la distribución de energía del espectro de frecuencia de un hablante) factores codificados en los patrones de disparo de neuronas en las cortezas auditivas primaria y secundaria. Las personas con TEA muestran una latencia de respuesta auditiva retardada y deficiencias en el procesamiento auditivo rápido.. Además, estos déficits en la latencia y el procesamiento auditivo se relacionaron significativamente con el desempeño en una tarea de reconocimiento de afecto vocal, incluso después de controlar la edad y la capacidad del lenguaje. Esto sugiere que los déficits en el reconocimiento de los afectos vocales pueden originarse por dificultades para procesar las señales auditivas que transmiten emociones o por déficits en la interpretación de orden superior de su significado.

En el TEA, se han detectado mediante el uso de herramientas electrofisiológicas, eventos auditivos importantes para la comprensión del procesamiento atípico del

sonido y los déficits de la percepción auditiva, se ha estudiado ampliamente como un índice de procesos relacionados con la discriminación auditiva y la memoria sensorial auditiva, refleja una respuesta electrocortical automática a un cambio en la estimulación sonora. Con base a lo anterior, se evidencian anomalías en el procesamiento auditivo y en consecuencia, en el funcionamiento del lenguaje receptivo. Con frecuencia los pacientes del TEA son poco reactivos o hipersensibles al sonido, y a menudo hay un procesamiento auditivo deficiente en contraste con un procesamiento visual-espacial significativamente mejor. (Sokhadze et al, 2016);

Otra mención de alteraciones en el procesamiento central auditivo en el TEA lo es la de Demopoulos, Yu et al. (2017); quienes examinaron el procesamiento sensorial basado en el rendimiento como los campos evocados corticales auditivos y somatosensoriales en participantes con TEA, refiriendo posteriormente que las anomalías en el procesamiento auditivo están bien documentadas en personas con esta condición, incluidos los déficits de filtrado auditivo, así como la percepción de tono alterada. También hay evidencia sustancial de anomalías en el procesamiento auditivo subcortical y cortical, que incluyen señales ausentes, perfiles oscilatorios anómalos, señales de desajuste reducidas, procesamiento rápido deficiente y componentes de procesamiento retrasados, sugiriendo que el procesamiento auditivo y táctil puede estar entre los más afectados estos hallazgos sustentados mediante pruebas electrofisiológicas como MEG (Magnetoencefalografía).

Tanto las fortalezas como las dificultades observadas con respecto al procesamiento auditivo en el TEA podrían verse favorecidas por una mayor capacidad de percepción. Por ejemplo, ser capaz de procesar más información auditiva en un momento dado podría ofrecer una ventaja en las tareas de detección auditiva, pero también conducir a un nivel abrumador de excitación. Aquí, se hacen notables dos paradigmas de atención diferentes para probar la capacidad auditiva en el TEA. Se evidencia que el aumento de la capacidad auditiva podría, en parte, ser la base del desempeño superior observado en las tareas de procesamiento auditivo donde son más fáciles de percibir tonos puros, que rangos frecuenciales que permiten la interpretación lingüística. Este mismo

aumento en la capacidad podría ser perjudicial para el desempeño de la tarea en otras situaciones, dando lugar a un procesamiento auditivo adicional que resulta en excitación e hiperacusia (Remington y Fairnie, 2017).

Otra referencia de deficiencias en el procesamiento auditivo argumenta que están relacionadas con una representación distorsionada de las señales temporales en las vías auditivas centrales. Las consecuencias funcionales de estas anomalías auditivas son la percepción deficiente del habla y los déficits auditivos en el mundo real lo suficientemente graves como para exacerbar los problemas de comunicación centrales en los TEA. Las dificultades de comunicación son una característica central de esta población y una fuente importante de ansiedad para las personas afectadas. Los hallazgos confirman que una alta proporción de niños en edad escolar con el trastorno, sufren deficiencias auditivas funcionales lo suficientemente graves como para impedir la comunicación. Como tal, el equipo interdisciplinar que evalué esta población, debe esforzarse por estudiar el procesamiento auditivo y la capacidad auditiva funcional (en ruido) al evaluar la audición de los niños con el trastorno. (Rance G, et al, 2017).

A su vez autores como Chen et al. (2019); mencionan que el procesamiento auditivo a nivel subcortical está bien desarrollado en los niños en edad preescolar de desarrollo típico, pero es inmaduro y anormal en los niños con TEA de las mismas edades. Por lo tanto, el procesamiento aberrante del habla a nivel del tallo cerebral puede contribuir significativamente al problema del lenguaje en niños con TEA en edad preescolar. Refieren que el procesamiento auditivo es plástico y puede mejorar en los niños con TEA después del entrenamiento. Además, la precisión en el procesamiento temporal de la información auditiva en el tronco encefálico es fundamental para el procesamiento cortical de las señales acústicas, ya que la sincronización anormal del tallo cerebral puede conducir a patrones de activación cortical aberrantes y puede contribuir a problemas de aprendizaje en algunos individuos. Por tanto la importancia de una evaluación cuidadosa del procesamiento central auditivo como precursor importante en procesos de decodificación y codificación lingüística.

Brechas auditivas en el procesamiento temporal.

Además de lo anteriormente los artículos revisados hacen mención de deficiencias relacionadas con brechas auditivas asociadas al procesamiento temporal en el TEA. En estudios a esta población se evidenció un aumento de los umbrales de detección de brecha auditiva, pero no visual en niños con TEA, en comparación con aquellos de desarrollo típico, lo que indica un deterioro específico del dominio en audición rápida en el procesamiento temporal, en consonancia con su función de apoyo al procesamiento de sonidos del habla. En términos más generales, sus hallazgos proporcionan nueva evidencia en apoyo de un déficit de procesamiento temporal específico de dominio para la información auditiva por esta brecha, consistente en anomalías en la respuesta a cambios temporales rápidos, durante la recepción de auditivos. (Foss-Feig et al 2017).

Esta brecha auditiva en el TEA se asociaría con un menor rendimiento en las medidas del funcionamiento del lenguaje. La capacidad de percibir señales temporales rápidas es fundamental para la capacidad de distinguir los sonidos del habla y analizar con precisión el habla.

Disfunción de la conectividad interhemisférica en el TEA.

Las investigaciones indagadas también hablan de evidencia de alteraciones en los procesos auditivos corticales y aumento de las tasas de disfunción auditiva periférica o del tronco encefálico; provocando menor sincronización funcional interhemisférica, exponiendo que la maduración lateralizada desequilibrada del cerebro podría contribuir a la sincronización interhemisférica aberrante, esto podría deberse a dos posibles mecanismos neurofisiológicos en el TEA. Uno es que la menor conectividad funcional interhemisférica, que se ha informado podría contribuir a la aberrante sincronización observada. La otra es que la maduración lateralizada desequilibrada del cerebro podría contribuir a la sincronización interhemisférica aberrante. (Yoshimura et al, 2016).

Hiperacusia en el TEA.

La hiperacusia es mencionada dentro de aquellas alteraciones auditivas estudiadas en el TEA, Danesh et al. (2015); dice en su investigación que la hiperacusia puede limitar las interacciones sociales de una persona y disminuir su capacidad para comprender el habla en entornos ruidosos. Para las personas con TEA, estas limitaciones esencialmente exacerbarán su funcionalidad y pueden agravar su sintomatología. Se han demostrado diferencias en la neuroanatomía y apoyan los hallazgos electrofisiológicos anormales en aquellos con TEA, evidenciando una dismorfología constante y una disminución significativa en el tamaño y la cantidad de neuronas en la oliva superior y en todo el tronco cerebral auditivo desde los 2 años de edad. También hacen mención de anomalías de la vía auditiva eferente que podría contribuir de manera plausible a la etiología de la hipersensibilidad al sonido. El estímulo contralateral puede activar el haz olivococlear medial (MOCB) y provocar la supresión de la motilidad de las células ciliadas externas, lo que reduce la amplitud de las respuestas en pruebas de otoemisiones acústicas. Los autores refieren que el grupo de TEA había reducido los otoemisiones en relación con los controles de desarrollo típico, lo que indica que la hipersensibilidad al sonido no es causada por células ciliadas externas hiperactivas en esta población, sino que puede deberse a una disfunción coclear temprana.

Argumentan como conclusión que las anomalías auditivas, así como otras del procesamiento sensorial, podrían explicarse mediante una teoría conocida como hipótesis de complejidad neuronal. Según esta teoría, se mejoran las conexiones neuronales locales necesarias para procesar los detalles, mientras que se reducen las conexiones entre las diferentes regiones del cerebro que permiten un procesamiento complejo. El apoyo a esta teoría proviene de la evidencia que muestra que los individuos con TEA, se desempeñan bien en tareas auditivas que involucran estímulos simples y tareas como la detección de cambios de tono usando tonos puros. Sin embargo, se desempeñan mal en tareas complejas que involucran estímulos dinámicos espectrales y temporalmente modificables, un sello distintivo de la percepción sensorial

en el trastorno, es la incapacidad de separar los estímulos que están en primer plano de los que están en segundo plano. Esta ingesta equitativa de todos los estímulos en el entorno de uno se conoce como percepción gestáltica y puede ser abrumadora, lo que lleva a características que se observan en las personas con TEA como atención distraída e hipersensibilidad o hiposensibilidad al entorno que los rodea. (Danesh et al; 2015).

Al respecto tanto las fortalezas como las dificultades observadas con respecto al procesamiento auditivo en el TEA, podrían verse favorecidas por una mayor capacidad de percepción. Por ejemplo, ser capaz de procesar más información auditiva en un momento dado podría ofrecer una ventaja en las tareas de detección auditiva, pero también conducir a un nivel abrumador de excitación. El aumento de la capacidad auditiva podría, en parte, ser la base del desempeño superior observado en las tareas de procesamiento auditivo. Este mismo aumento en la capacidad podría ser perjudicial para el desempeño de la tarea en otras situaciones: dando lugar a un procesamiento auditivo adicional que resulta en sobre excitación e hiperacusia. (Remington y Fairnie, 2017).

En pruebas auditivas realizadas a población con TEA con hiperacusia severa, los reflejos MOC (reflejo olivococlear medial) fueron dos veces más fuertes que en individuos normo típicos. Aquellos con hipersensibilidades, presentan funciones simpáticas y parasimpáticas atípicas del sistema nervioso. De las diversas respuestas sensoriales, uno de los desafíos más comúnmente reportados para las personas con TEA es la hipersensibilidad al sonido. A pesar de los diferentes hallazgos al analizar el procesamiento sensorial auditivo cortical, los estudios neurofisiológicos han identificado consistentemente la actividad neuronal atípica al principio del flujo de procesamiento en individuos con TEA. Lo anterior da lugar a la hipótesis de que pueden no procesar la información entrante en las regiones corticales de niveles inferiores. Junto con las dificultades sensoriales, pueden evitar que el sistema nervioso central identifique de manera apropiada la intensidad, frecuencia, duración y complejidad de los estímulos ambientales que se prestan en el entorno. (Pfeiffer B, et al, 2019).

Apoyando lo anterior también Wilson US et al. 2017; argumentan que la evaluación de las OEA para medir función coclear y su participación en la hiperacusia en el TEA es de gran apoyo para su diagnóstico objetivo. “El oído funciona como un receptor de sonidos fijo, nuestro cerebro, sin embargo, tiene la capacidad de modular el funcionamiento de un oído en función del sonido recibido por el oído contrario. Esta modulación ocurre a través del reflejo olivococlear medial (MOCR) contralateral que modifica la respuesta mecánica de la cóclea”, con relación a esto reportan mediciones de el efecto del reflejo MOC sobre las otoemisiones acústicas evocadas transitorias (TEOAE).

La conexión propuesta entre la hiperacusia y el aumento del efecto de MOC es a través de una mayor ganancia en las vías auditivas centrales, esta hipótesis propone que ciertos mecanismos neurales del tronco encefálico, conducen a un aumento de las respuestas neurales al sonido, y este aumento de las respuestas neurales produce tanto una respuesta conductual hipersensible al sonido como un aumento del reflejo MOC. Sin embargo, un aumento del reflejo MOC puede ser una respuesta compensatoria común al problema de la hiperacusia, por lo que su presencia no significa que la hiperacusia tenga el mismo origen en diferentes personas. En el estudio reportan una correlación significativa entre la hiperacusia evaluada conductualmente y las mediciones fisiológicas del reflejo MOC en niños con TEA. La correlación sugiere que la fuerza del reflejo MOC podría potencialmente usarse como un evaluador objetivo de hiperacusia y podría facilitar el diagnóstico de la misma en el TEA llevando a una predicción temprana. (Wilson US et al, 2017).

Alteraciones Genéticas en el TEA.

Otro aspecto importante dentro de las alteraciones auditivas mencionadas, es la primera descripción genética de una delección homocigótica de (PTPRD) tirosina fosfatasa de tipo receptor encontrada en un paciente con discapacidad intelectual, retraso del crecimiento, hipoacusia, trigonocefalia y escafocefalia. En primera instancia

explica que la pérdida de expresión de PTPRD también podría ser responsable de la pérdida auditiva del paciente ya que este gen se expresa en las células ciliadas externas e internas, en la estría vascular, el ganglio espiral, las células ciliadas vestibulares y las células de soporte, por lo que se consideró un buen gen candidato por su patrón de expresión y por pertenecer a una familia de proteínas previamente implicadas en la función auditiva. (Choucair et al. 2015)

El análisis cromosómico según los autores, reveló la presencia de una delección homocigótica que involucra al gen PTPRD, cuyos defectos se han asociado con la discapacidad intelectual (DI) y TEA. Las delecciones de PTPRD se han sugerido previamente como una causa de trigonocefalia en pacientes con monosomía 9p y los estudios de asociación de todo el genoma sugieren que las variaciones en PTPRD están asociadas con la pérdida auditiva.

Uso de pruebas comportamentales en el TEA.

Pocas investigaciones hacen referencia a la realización de otoscopia, dando por obvio que es un procedimiento obligatorio e inicial que antecede cualquier prueba audiológica. Al respecto se pudo evidenciar que dentro de investigaciones como la de McTee HM et al. (2019); resaltan el uso de pruebas comportamentales mencionando que pueden surgir desafíos en su uso porque a menudo la población con TEA, tienen dificultades cuando se les pide que realicen tareas con personas desconocidas y potencialmente tienen deficiencias en la comunicación social y / o el lenguaje. Estos desafíos pueden agravarse si el Audiólogo no tiene experiencia en el trabajo con personas con diferencias en el desarrollo.

A su vez las características únicas asociadas con este trastorno hacen pensar que las pruebas clínicas tanto conductuales como fisiológicas pueden tener resultados diferentes para los niños con TEA en comparación con los niños que son neurotípicos. Parece que estas diferencias no son el resultado de una pérdida de audición periférica,

sino que se deben a posibles diferencias subyacentes en el funcionamiento auditivo y / o diferencias estructurales en el cerebro. (McTee HM et al; 2019).

En este estudio, hacen mención al uso de audiometría tonal, de refuerzo visual (VRA) o de juego condicionado (CPA), aplicadas según la edad cronológica de la población participante y según las habilidades cognitivas para así poder recolectar datos confiables en la aplicación de esta prueba comportamental, siendo sin embargo en ocasiones de difícil aplicabilidad. Igualmente hacen referencia a la importancia de la aplicación de pruebas de inmitancia acústica como una técnica efectiva utilizada para medir la integridad y funcionamiento del oído medio, tímpano, caja timpánica, cadena osicular, trompa de Eustaquio y reflejo estapedial. Dentro de las investigaciones revisadas se hace poca referencia al uso de esta prueba audiológica ya que en los objetivos de investigación no estaba estudiar la funcionalidad de oído medio; sin embargo si fue tenido en cuenta en la valoración auditiva inicial de los participantes, ya que las anomalías de oído medio dificultan la conducción neural sesgando el resultado de pruebas electrofisiológicas aplicadas a esta población.

En cuanto a la logaudiometría no se encontró ninguna mención al respecto en las investigaciones observadas, ya que no se pretendía evaluar la capacidad de comprensión del lenguaje hablado a través de la discriminación de la palabra y además de esto se partía de la concepción de que el la población con TEA desarrolla importantes dishabilidades comunicativas como base al trastorno. Boets, B et al. (2015); refiere que en el TEA suelen haber compromiso de la sensibilidad y funcionalidad auditiva a los cambios espectrales que pueden impedir el desarrollo del habla, al generar categorías de sonidos demasiado específicas que inhiben el aprendizaje de patrones abstractos de alto nivel, incidiendo directamente el procesamiento y discriminación del habla además de la integración de su estructura fonética. Por tal motivo se infiere que no fue contemplada esta prueba audiológica en los estudios recopilados.

Uso de pruebas electroacústicas y electrofisiológicas.

En su mayoría las investigaciones refieren el uso de pruebas objetivas ya que según autores como Escher B et al. (2019); evaluar la audición de los niños con TEA suele ser un desafío. Dentro de estas pruebas audiológicas son mencionadas pruebas electroacústicas como la evaluación de las otoemisiones acústicas (OEA) para medir función coclear al igual que el efecto del reflejo MOC. (Wilson US et al. 2017); donde para evaluar la hiperacusia en el TEA se habla sobre las otoemisiones acústicas evocadas transitorias (TEOAE), definiéndolas como sonidos débiles que se graban en el canal auditivo después de la estimulación con un clic, y su amplitud refleja la cantidad de amplificación cóclea.

Escher B et al. (2019); en su investigación especifica el análisis de Emisiones Otoacústicas Evocadas por Productos de Distorsión (DPOAE) que se realizaron para evaluar el funcionamiento coclear, específicamente de las células ciliadas externas. La ventaja de este tipo de OAE es la mayor especificidad de frecuencia, pudiendo evaluar la función coclear del giro basal (altas frecuencias) y apical (bajas frecuencias).

Se destaca el hecho de que la medición de estas otoemisiones acústicas, son una prueba poco invasiva y de alta confiabilidad, además de que no requiere respuestas conductuales y es un enfoque de rutina confiable para evaluar la función coclear en niños con TEA desde la infancia. (Bennetto L et al. 2017).

Como pruebas audiológicas electrofisiológicas usadas en la evaluación auditiva se hace mención de los potenciales evocados auditivos. En primer lugar, se identificó las ABR respuesta auditiva de tronco encefálico. Al respecto autores como Talge, N et al. (2018); dicen que las respuestas auditivas del tronco encefálico evocadas por click (en adelante, ABR) pueden ser un biomarcador que vale la pena considerar más a fondo. Los ABR son respuestas electrofisiológicas que reflejan la activación de la vía auditiva por estímulos acústicos de banda ancha desde la cóclea a través del tronco

cerebral rostral. Prueba objetiva de gran utilidad que podría ser parte de la batería de evaluación o diagnóstico en el TEA.

A su vez autores como Stephen, J et al. (2017); hablan en su estudio de que el desarrollo de respuesta auditivas se ha estudiado en un amplio rango de edad desde recién nacidos hasta adultos, utilizando tanto los potenciales evocados auditivos (AEP) medidos con electroencefalografía (EEG) como los campos magnéticos evocados auditivos (AEF) medidos con Magnetoencefalografía (MEG). Estos estudios han demostrado que hay una disminución en la latencia máxima de las respuestas evocadas auditivas y un estrechamiento de la amplitud de los picos con el aumento de la edad, haciendo esta prueba útil para la evaluación audiológica de esta población.

Por su parte Sokhadze, et al. (2016); describe que los potenciales evocados auditivos (AEP), o potenciales relacionados con eventos (ERP), reflejan la activación de estructuras neurales en la corteza auditiva, áreas de asociación auditiva y áreas relacionadas con procesos cognitivos de orden superior. El N1 es un ERP de latencia corta específico para la modalidad auditiva que refleja el procesamiento auditivo básico. El N1 medido en el vértice (Cz) y generado en la corteza supra-temporal, refleja cambios en la presentación del estímulo y sus propiedades físicas, permitiendo obtener datos más claros sobre la conducción sináptica auditiva en el TEA.

Dentro de las pruebas audiológicas objetivas más utilizadas en el TEA, aquella con mayor prevalencia es la Magnetoencefalografía (MEG) reportada en un 25% de todas las investigaciones indagada. Esta prueba es una técnica no invasiva que registra la actividad funcional cerebral, mediante la captación de campos magnéticos, permitiendo investigar las relaciones entre las estructuras cerebrales y sus funciones. La posibilidad de dichos registros viene determinada por la actividad pos-sináptica neuronal y por la activación sincrónica de millones de neuronas, lo que genera una actividad cerebral uniforme, diferenciada y localizada, capaz de ser registrada y localizada a lo largo de la convexidad craneal.

Demopoulos, Hopkins et al. (2015); menciona que este estudio es el primero en utilizar MEG para evaluar campos evocados auditivos en relación con habilidades socioemocionales específicas en niños y adolescentes con TEA, en una amplia gama de funciones ya que esta prueba está diseñada para evaluar la capacidad del cerebro para procesar los sonidos presentados en rápida sucesión permitiendo realizar un mapeo global encefálico, lo que permite tener una completa información de cómo se procesan los estímulos sonoros y como se desarrolla la funcionalidad auditiva en este caso en el TEA.

Edgar J.C; Khan et al. (2015); refiere que los estudios (MEG), que examinan la actividad auditiva de la circunvolución temporal superior (STG) en personas con TEA; informan anomalías de manera casi uniforme. En el presente estudio, se examinó la actividad STG en el dominio del tiempo y el tiempo-frecuencia localizada en la fuente a tonos sinusoidales transitorios en una muestra grande de niños con TEA y controles TD de la misma edad. Se cree que las señales de afecto vocal están incrustadas en la amplitud, el tiempo, la frecuencia fundamental del habla, gracias a la acción de neuronas en las cortezas auditivas primaria y secundaria. Los hallazgos con el apoyo de esta herramienta evaluativa, incluyen respuestas auditivas de la circunvolución temporal superior retardada, reducción de la potencia de acción total auditivo en estado estable, anomalías oscilatorias de STG de tono puro antes y después del estímulo, lateralización hemisférica atípica de las respuestas auditivas, pudiendo predecir una maduración cerebral anormal.

Otro de los estudios que resalta el uso de esta prueba electrofisiológica es el de Matsuzaki et al. (2019); informa que los procesos neuronales de discriminación auditiva anormales, indexados por campos de desajuste (MMF) registrados por (MEG), se han informado en niños verbales con TEA, los componentes retardados de MMF están asociados con un lenguaje y un desempeño comunicativo más deficientes. Las conexiones bilaterales de la sustancia blanca temporal-frontal se desarrollan más lentamente que otras regiones, especialmente para el fascículo longitudinal inferior relevante para el lenguaje. Mediante la aplicación de pruebas de MEG se encontraron

respuestas de MMF profundamente retrasadas, se asoció con las habilidades de comunicación, así como con la capacidad cognitiva general. Los retrasos de MMF fueron más pronunciados en niños verbales con TEA, en consonancia con la relación entre una latencia de MMF cada vez más prolongada y un deterioro funcional creciente.

Es de gran importancia para la evaluación de la vía auditiva como principal entrada sensorial en el TEA proporcionando mayor evidencia de que las diferencias de percepción auditiva en esta población y el deterioro del lenguaje no son específicas de los sonidos del habla, sino que también se aplican a los tonos simples. Numerosos estudios han revelado anomalías en el procesamiento auditivo y en el estado de reposo en esta población. Las anomalías a nivel de un solo sujeto en niños con TEA podrían llevar a la identificación de "señales de alerta" neurofisiológicas en bebés y niños pequeños, mucho antes de que las entrevistas clínicas identifiquen a los niños con TEA.

Los marcadores MEG también pueden ofrecer información de pronóstico, por lo tanto, permitir un tratamiento dirigido (conductual y farmacéutico), basado en el perfil neurofisiológico de un individuo. MEG también tiene el potencial de evaluar la eficacia de los tratamientos de TEA; Al determinar si la actividad neuronal cerebral está cambiando en respuesta al tratamiento, los especialistas pueden estar en una mejor posición para decidir si continuar o finalizar el tratamiento. Para concluir, aunque se necesita más investigación antes de que los exámenes clínicos de MEG estén disponibles para el TEA. (Green et al; 2020).

Otras pruebas audiológicas reportadas en las investigaciones tiene que ver con aquellas que permiten la evaluación del procesamiento auditivo central, Sokhadze et al. (2016); dentro de los resultados electrofisiológicos y conductuales del entrenamiento de integración auditiva de Berard (AIT) en niños con TEA que sustenta su investigación, describe el método como útil para rehabilitar trastornos del sistema auditivo, como pérdida de audición o distorsión auditiva. AIT utiliza frecuencias filtradas y moduladas integradas en música agradable para ayudar a reentrenar el sistema auditivo y

normalizar la forma en que el cerebro procesa la información. Para aplicar este tipo de entrenamientos se hace mención de la previa evaluación con herramientas de estimulación Dicótica, pruebas de redundancia disminuida, pruebas de procesamiento temporal o estimulación binaural.

Estas pruebas a su vez deben ir de la mano con apoyos electrofisiológicos como El Mismatch Negativity (MMN) es un potencial evocado de corteza que surge como resultado de un cambio en la señal acústica dentro de una secuencia repetitiva de sonidos. Este reflejaría la discriminación sensorial básica de un estímulo acústico incluso antes de la percepción consciente de la diferencia del estímulo. También el potencial de latencia tardía que se ha utilizado clínicamente P300, especialmente en pacientes que presentan problemas de aprendizaje. Cabe señalar que los resultados de los estudios de MMN en el TEA no son tan consistentes como podrían ser, especialmente si se considera que la mayoría aún muestra diferencias pero no el mismo tipo de anomalía. (Sokhadze et al. 2016).

Por último las pruebas subjetivas como pruebas conductuales o cuestionarios a padres/cuidadores, han demostrado ser una herramienta importante para recopilar información sobre cómo se percibe la funcionalidad auditiva, lingüística, comunicativa o sensorial de la población con TEA, en sus diferentes contextos de interacción. Con base a esto, autores como Wilson US et al. (2017) y Danesh et al. (2015); refieren el uso de herramientas de evaluación subjetiva de la hiperacusia. Por ejemplo en una entrevista semiestructurada haciendo preguntas sobre cómo la población con TEA, percibe los sonidos de su entorno y pueden calificar el grado de molestia que les causa. Por otro en pruebas conductuales para padres que recopilaron síntomas como irritabilidad, hiperactividad, conductas repetitivas y otros dominios importantes a estímulos sonoros que proporciona el entorno, de esta población.

Criterios metodológicos dentro de las investigaciones.

Otro punto de análisis de este estudio fueron elementos metodológicos donde se encontró rigor y efectividad del sistema de investigación reportado en cada documento indagado, apuntando a enriquecer amplios dominios conceptuales y metodológicos que fomentan el conocimiento sobre la funcionalidad auditiva en el TEA.

En el caso de los autores más frecuentes y más citados, se observan como aquellos más citados Anna Remington y Jake Fairnie (2017); con su estudio titulado “A sound advantage: Increased auditory capacity in autism”, con 73 citaciones, donde desarrollo dos experimentos de comportamiento para examinar si una mayor capacidad para procesar sonidos en el TEA, podría ser la base tanto de las dificultades como de las capacidades mejoradas que se encuentran en el dominio auditivo, temática que se considera de gran interés de exploración.

Como aquellos más autores más frecuentes se evidenciaron a Carly Demopoulos presente en cuatro artículos; J Christopher Edgar presente en tres artículos; Junko Matsuzaki presente en tres artículos y Timothy PL Roberts presente en dos artículos, posicionándolos como aquellos investigadores que más aportes en cuando al TEA, la funcionalidad auditiva y cerebral han brindado a la comunidad científica. Con relación a los demás autores de las 40 investigaciones revisadas se presentan solo una vez por artículo.

En el caso de poblaciones objeto de estudio; en la revisión realizada, se determinó que son de mayor prevalencia aquellos pacientes con edades comprendidas entre los 0 a 20 años de edad, buscando en edades tempranas procesos madurativos, fisiológicos, cerebrales, auditivos, sensoriales y de desarrollo cognitivo en el TEA, siendo más común la exploración de estos indicadores en el contexto escolar.

Aunque la investigación está dirigida a caracterizar las alteraciones auditivas en el TEA, en población infantil; algunos artículos consideraron relevante valorar esta

información también en adultos ya que es importante indagar sobre estas variables, no solo en población infantil sino en varias etapas de la vida. Lo anterior se ve reflejado en el estudio metanalítico en pacientes con un rango de edad de 0 a 40 años de edad cronológica de Miron et al. (2017); donde refieren “los bebés y niños con TEA, tienen una respuesta cerebral más lenta al sonido, mientras que los adultos tienen una respuesta cerebral más rápida al sonido. Esto sugiere que una respuesta cerebral más lenta en los bebés puede predecir el riesgo de TEA. La respuesta del cerebro al sonido se prueba de forma rutinaria en los recién nacidos para detectar la discapacidad auditiva, lo que ha creado grandes conjuntos de datos a tener en cuenta para la evaluación de muestras de mayor edad”. En general los autores indagados en este estudio, hacen referencia de la realización de estudios longitudinales que permitan determinar y monitorear, los cambios en la funcionalidad neuroanatómica que puedan determinar el desarrollo global en esta población a lo largo del tiempo.

En cuanto a criterios como; tipos de estudio, diseños y enfoques de investigación, de acuerdo a lo reportado en los artículos revisados, el 44% de ellos utilizan principalmente un enfoque cuantitativo, solo un 5% de ellos evidencia un enfoque cualitativo. Se puede destacar que en un 12,5% de los artículos con enfoque cuantitativo, se realiza un estudio correlacional, mientras que en un 20% de ellos el enfoque es descriptivo y exploratorio. En el periodo considerado, se resalta que el 57% de los artículos identifican como metodología un diseño experimental especificando en el 10% un estudio además transversal, el 15% de los artículos evidencian que el estudio tuvo un diseño no experimental. Solo unos pocos referenciaban ser tipo estudio de caso control o metanálisis, en su mayoría los estudios buscaban correlacionar o explicar el porqué de los criterios a investigar.

Finalmente dentro de los criterios como Instrumentos de recolección / análisis de datos, en los artículos revisados se evidencia dentro de la metodología estadística que se realizan diversos análisis, se destacan en un 16,7% análisis de varianza ANOVA, en un 9,3% pruebas de comparaciones múltiples y en un 9,3% análisis de covarianza,

cada una relacionada directamente con el tipo y enfoque del estudio según cada artículo.

En contraparte otro tipo de instrumentos para la recolección/análisis de datos patológicos y de diagnóstico del TEA fueron; la escala de inteligencia de Wechsler para Niños-Cuarta Edición (WISC-IV), subescala de Autism Diagnostic Observational Schedule, Generic (ADOS-G), Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales (DSM-IV/DSM-V), evaluación clínica de fundamentos del lenguaje - Quinta Edición (CELF-5). Estas pruebas de evaluación cumplieron con el objetivo de confirmar o descartar el diagnóstico de TEA; así mismo en los controles de TD, para administrar evaluaciones cognitivas y del lenguaje, garantizando que todos los participantes cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de cada estudio.

Es importante destacar como parte de los hallazgos encontrados al indagar las diferentes investigaciones, se observa gran movimiento de información alrededor de estas dos variables, se ha incrementado la búsqueda de datos relevantes relacionados a este trastorno, a fin de resolver innumerables interrogantes sobre causas, compromisos y posibles tratamientos. En cuanto a la funcionalidad auditiva en el TEA, se pudo observar que ha sido de mayor interés como tema de estudio por áreas como la psiquiatría, la pediatría, neuropsicología y fisiatría. En menor medida se observó la participación de áreas como logopedia, fonoaudiología o audiología; que aunque son mencionadas en algunas publicaciones como Szarkowski y Johnston, (2018); no evidencian una alta participación en estas investigaciones.

El número de artículos publicados varía en un 36,3% lo que representa que no es homogénea la cantidad que se publican cada año. El año 2017 fue el año donde mayor cantidad de publicaciones fueron encontradas, siendo este año donde más se indago sobre el TEA y posibles alteraciones auditivas en el trastorno, en contraste en el 2018 donde se publicaron menor cantidad de estudios.

Otra característica que se tuvo en cuenta es el país de origen de las publicaciones, se encontró que el 75% de ellas se refieren a estudios realizados en Estados Unidos, los otros a estudios realizados en países como Australia, Brasil, China, Estados Unidos, Gran Bretaña, Holanda, Japón y Pakistán.

Por otro lado no se encontraron investigaciones sobre estas dos variables en centro o sur américa, a excepción de la investigación de Escher B et al. (2019) reportada en Brasil sobre otoemisiones acústicas en el TEA. En Colombia al indagar sobre el trastorno y posibles alteraciones auditivas, no se encontró estudios que se relacionaran a estas variables, llevando a pensar en la importancia de que disciplinas como la Audiología que pueden intervenir en el manejo del TEA, indaguen sobre la funcionalidad auditiva, en esta población, a fin de generar protocolos de evaluación, intervención y rehabilitación óptimos que contribuyan a su bienestar auditivo comunicativo.

Mediante el análisis de la producción investigativa de las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, con ayuda de herramientas de la Bibliometría se visualizó el impacto y aporte de la misma, llenando el vacío de conocimiento con relación a estas dos variables, dando cumplimiento al objetivo de la investigación que fue describir las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, que se reportan en la literatura científica de los últimos cinco años.

De allí la importancia y necesidad, de la práctica basada en la evidencia una estrategia para la toma de decisiones en Audiología, la cual muestra que gracias a la producción científica el especialista puede hacer uso de lo investigado para fortalecer su quehacer profesional, de acuerdo al campo de acción con cualquier población; en este caso con el TEA.

Conclusiones.

Los estudios referentes a alteraciones auditivas y el TEA, siguen siendo materia de investigación, sin embargo se logró encontrar información valiosa que permite dilucidar de manera más asertiva la sintomatología en este trastorno. Estos resultados sugieren que la intervención Audiológica en el manejo de la funcionalidad auditiva, es de gran importancia para los niños con TEA. En general los estudios realizados concluyen que al explorar estas dos variables, es necesario realizar baterías Audiológicas completas incluidas las de procesamiento auditivo, ya que en esta población según lo reportado con anterioridad la funcionalidad auditiva al igual que la somatosensorial, se ve altamente comprometida. Sin embargo no se encontró hasta el momento estudios Colombianos donde se investigue a profundidad este tema, y donde la participación del Audiólogo sea relevante.

Evaluar la audición de los niños con TEA suele ser un desafío, esta evaluación se puede realizar mediante exámenes objetivos y subjetivos, la dificultad en la interacción, la atención, la percepción y la memoria dificultan la aplicación de valoraciones subjetivas y con ello las respuestas pueden confundirse con hipoacusia, ya que dependen de la participación del individuo. Por lo tanto, los exámenes objetivos como el Potencial evocado auditivo del tronco encefálico y las Otoemisiones acústicas, garantizan una mayor fiabilidad en los resultados. (Escher B et al, 2019).

Los miembros del equipo multidisciplinario pueden incluir además de manejo médico, genético y asistencial; de un Audiólogo, ya que de esta forma, esta población recibe una atención efectiva, creando estrategias asertivas que velen por su salud auditivo comunicativa.

McTee HM et al. (2019); reporta que la tasa de incidencia de hipoacusia bilateral en el TEA según diversos estudios que apoyan este artículo, fue del 3,5%, 10 veces mayor que en la población general. Por estas razones, los Audiólogos juegan un papel fundamental en el diagnóstico diferencial de niños con sospecha de TEA y estado

auditivo desconocido. Para garantizar un diagnóstico adecuado y un acceso rápido a los servicios de intervención, los Audiólogos deben obtener resultados precisos y hacerlo de manera temprana y oportuna.

De ahí la importancia que los especialistas Audiólogos o los profesionales Fonoaudiólogos en formación de nuestro país, puedan apropiarse de esta recopilación documental y ahondar en un futuro sobre protocolos de intervención completos en el TEA, desde la anamnesis, la adaptación de pruebas audiológicas comportamentales, electroacústicas y electrofisiológicas asertivas en la evaluación-diagnóstico de esta población. Por otro lado indagar sobre posibles ayudas auditivas según cada caso, además de un adecuado proceso de rehabilitación auditiva, en pro de un mayor desarrollo de funciones de orden superior como el lenguaje y una mejor condición de vida.

Finalizando de manera general, esta investigación invita a generar nuevos estudios, documentales, experimentales, transversales o longitudinales, que permitan dilucidar la funcionalidad auditiva y sus posibles alteraciones en el TEA, un trastorno ampliamente investigado pero que hasta el momento deja múltiples respuestas, evidenciando lo heterogéneo de su sintomatología y brindando posibilidades para el desarrollo de nuevas investigaciones.

REFERENCIAS.

Asociación Estadounidense de Psiquiatría (2016). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5) (Quinta edición). Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Beers, A. N., McBoyle, M., Kakande, E., Dar Santos, R. C., & Kozak, F. K. (2014). Autism and peripheral hearing loss: a systematic review. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 78(1), 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.10.063>

Bennetto, L., Keith, J. M., Allen, P. D., & Luebke, A. E. (2017). Children with autism spectrum disorder have reduced otoacoustic emissions at the 1 kHz mid-frequency region. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 10(2), 337–345. <https://doi.org/10.1002/aur.1663>.

Bennetto, L., Keith, J. M., Allen, P. D., & Luebke, A. E. (2017). Children with autism spectrum disorder have reduced otoacoustic emissions at the 1 kHz mid-frequency region. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 10(2), 337–345. <https://doi.org/10.1002/aur.1663>.

Bérard, G. (2014). *Reeducación auditiva: para el éxito escolar y el bienestar emocional*. Madrid, Biblioteca Nueva. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/biblioibero/titulos/105873>.

Boets, B., Verhoeven, J., Wouters, J., & Steyaert, J. (2015). Fragile spectral and temporal auditory processing in adolescents with autism spectrum disorder and early language delay. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(6), 1845–1857. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2341-1>.

Cabrera, I., Báez, M., Maragoto, C., Galvizu, R., Vera, H., & Ortega, M.A. (2011). Evaluación funcional de sistemas sensoriales mediante potenciales evocados en niños con trastornos del espectro autista. *Enfermería Global*, 10(24), 39-45.

Castillo, S; Álvarez, D; Merchán, M. (2019). Características y efectos de la hiperacusia: revisión documental. Corporación Universitaria Iberoamericana. Recuperado de <https://repositorio.iberoamericana.edu.co/handle/001/828>.

Chen, J., Liang, C., Wei, Z., Cui, Z., Kong, X., Dong, C. J., Lai, Y., Peng, Z., & Wan, G. (2019). Atypical longitudinal development of speech-evoked auditory brainstem response in preschool children with autism spectrum disorders. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 12(7), 1022–1031. <https://doi.org/10.1002/aur.2110>.

Chen, J., Liang, C., Wei, Z., Cui, Z., Kong, X., Dong, C. J., Lai, Y., Peng, Z., & Wan, G. (2019). Atypical longitudinal development of speech-evoked auditory brainstem response in preschool children with autism spectrum disorders. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 12(7), 1022–1031. <https://doi.org/10.1002/aur.2110>.

Choucair, N., Mignon-Ravix, C., Cacciagli, P., Abou Ghoch, J., Fawaz, A., Mégarbané, A., Villard, L., & Chouery, E. (2015). Evidence that homozygous PTPRD gene microdeletion causes trigonocephaly, hearing loss, and intellectual disability. *Molecular cytogenetics*, 8, 39. <https://doi.org/10.1186/s13039-015-0149-0>.

Danesh, A. A., Lang, D., Kaf, W., Andreassen, W. D., Scott, J., & Eshraghi, A. A. (2015). Tinnitus and hyperacusis in autism spectrum disorders with emphasis on high functioning individuals diagnosed with Asperger's Syndrome. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 79(10), 1683–1688. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.07.024>.

Demopoulos, C., & Lewine, J. D. (2016). Audiometric Profiles in Autism Spectrum Disorders: Does Subclinical Hearing Loss Impact Communication? *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 9(1), 107–120. <https://doi.org/10.1002/aur.1495>.

Demopoulos, C., Hopkins, J., Kopald, B. E., Paulson, K., Doyle, L., Andrews, W. E., & Lewine, J. D. (2015). Deficits in auditory processing contribute to impairments in vocal affect recognition in autism spectrum disorders: A MEG study. *Neuropsychology*, 29(6), 895–908. <https://doi.org/10.1037/neu0000209>.

Demopoulos, C., Yu, N., Tripp, J., Mota, N., Brandes-Aitken, A. N., Desai, S. S., Hill, S. S., Antovich, A. D., Harris, J., Honma, S., Mizuiri, D., Nagarajan, S. S., & Marco, E. J. (2017). Magnetoencephalographic Imaging of Auditory and Somatosensory Cortical Responses in Children with Autism and Sensory Processing Dysfunction. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 259. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00259>.

Do, B., Lynch, P., Macris, E. M., Smyth, B., Stavrinakis, S., Quinn, S., & Constable, P. A. (2017). Systematic review and meta-analysis of the association of Autism Spectrum Disorder in visually or hearing impaired children. *Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 37(2), 212–224.

Do, B; Lynch, P; Macris, E. M., Smyth, B; Stavrinakis, S., Quinn, S., & Constable, P. A. (2017). Systematic review and meta-analysis of the association of Autism Spectrum Disorder in visually or hearing impaired children. *Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 37(2), 212–224. <https://doi.org/10.1111/opo.12350>.

Edgar, J. C., Fisk Iv, C. L., Berman, J. I., Chudnovskaya, D., Liu, S., Pandey, J., Herrington, J. D., Port, R. G., Schultz, R. T., & Roberts, T. P. (2015). Auditory encoding

abnormalities in children with autism spectrum disorder suggest delayed development of auditory cortex. *Molecular autism*, 6, 69. <https://doi.org/10.1186/s13229-015-0065-5>.

Escher B; Silva G; Ákilla R; Paiva de Sousa, L; Rodrigues M; Nayane X . (2019). Emissões otoacústicas evocadas em autistas: estudo de caso-controle. *Medicina e Saúde de Brasília*. 2019, Vol. 8 Issue 2, p169-180. 12p. ISSN 2238-5339.

Espinosa, E., Mera, P., Toledo, D., & Mera, P. (2019). Trastorno del espectro autista: caracterización clínica en pacientes de dos centros de referencia en Bogotá, Colombia. *Revista Med*, 26(1), 34-44. <https://doi.org/10.18359/rmed.3990>.

Foss-Feig, J. H., Schauder, K. B., Key, A. P., Wallace, M. T., & Stone, W. L. (2017). Audition-specific temporal processing deficits associated with language function in children with autism spectrum disorder. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 10(11), 1845–1856. <https://doi.org/10.1002/aur.1820>.

Gigena, F. (2005). *Autismo y música*. Córdoba (Argentina), Argentina: Jorge Sarmiento Editor - Universitas. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/biblioibero/titulos/77603>.

Gravel, J. S; Dunn, M; Lee, W. W; & Ellis, M. A. (2006). Peripheral audition of children on the autistic spectrum. *Ear and hearing*, 27(3), 299–312. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000215979.65645.22>.

Green, H. L., Edgar, J. C., Matsuzaki, J., & Roberts, T. (2020). Magnetoencephalography Research in Pediatric Autism Spectrum Disorder. *Neuroimaging clinics of North America*, 30(2), 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2020.01.001>.

Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Recuperado de la base de datos ebook 7-24.

Herráiz, C., de los Santos, G., Diges, I., Díez, R., & Aparicio, J. M. (2006). [Assessment of hyperacusis: the self-rating questionnaire on hypersensitivity to sound]. *Otorrinolaringologica Española*, 57(7), 303–306. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=mnh&AN=17036991&lang=es&site=ehost-live>.

Kaf WA, Danesh AA. Distortion-product otoacoustic emissions and contralateral suppression findings in children with Asperger's Syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013 Jun; 77(6):947-54. doi: 10.1016/j.ijporl.2013.03.014. Epub 2013 Apr 4. PMID: 23562236.

Katz, J. (2015). *Handbook of clinical audiology séptima edición*. Wolters kluwer. Philadelphia EEUU.

Kujala. T (2013). La base neural del habla y la audición aberrantes en los trastornos del espectro autista (The neural basis of aberrant speech and audition in autism spectrum disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. Volume 37, Issue 4, May 2013, Pages 697-704.

Labarta, González-Vallarino, Alma Amparo. *Actividad científica española en el área de podología: estudio bibliométrico*, Universidad Complutense de Madrid, 2009. ProQuest.EbookCentral.<https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioiberoamericanasp/detail.action?docID=3194588>.

Ley 376, 1997. Congreso de Colombia. Recuperado a partir de [dn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/7_LEYES/LEYES%201997%20\(346419\)/Ley%20376%20de%201997%20\(Reglamenta%20la%20profesión%20de%20Fonoaudiología\).pdf](http://dn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/7_LEYES/LEYES%201997%20(346419)/Ley%20376%20de%201997%20(Reglamenta%20la%20profesión%20de%20Fonoaudiología).pdf).

Matos, M. y Rubiano, M. (2010 – 2017). Caracterización de la investigación de la especialización en audiología: de la corporación universitaria iberoamericana. Proyecto docente. Corporación Universitaria Iberoamericana, Bogotá. Recuperado de <https://repositorio.iberu.edu.co/handle/001/776>.

Matsuzaki J, Kagitani-Shimono K, Sugata H, Hanaie R, Nagatani F, Yamamoto T, Tachibana M, Tominaga K, Hirata M, Mohri I, Taniike M. Delayed Mismatch Field Latencies in Autism Spectrum Disorder with Abnormal Auditory Sensitivity: A Magnetoencephalographic Study. *Front Hum Neurosci*. 2017 Sep 6; 11:446. doi: 10.3389/fnhum.2017.00446. PMID: 28932189; PMCID: PMC5592220.

McPartland J, Volkmar FR. Autism and related disorders. *Handb Clin Neurol*. 2012; 106:407-18. doi: 10.1016/B978-0-444-52002-9.00023-1. PMID: 22608634; PMCID: PMC3848246.

McTee, H. M., Mood, D., Fredrickson, T., Thrasher, A., & Bonino, A. Y. (2019). Using Visual Supports to Facilitate Audiological Testing for Children With Autism Spectrum Disorder. *American journal of audiology*, 28(4), 823–833. https://doi.org/10.1044/2019_AJA-19-0047.

Ministerio de Salud. Artículos 11, 15, 16.

Miron, O., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Auditory brainstem response in infants and children with autism spectrum disorder: A meta-analysis of wave V. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 11(2), 355–363. <https://doi.org/10.1002/aur.1886>.

Morales Piedrahita, M. (2011). *Desorden del procesamiento auditivo central y lenguaje*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad del Rosario. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/biblioibero/69577?page=1>.

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis.

Ojea Rúa, M. (2018). Trastorno del espectro autista. Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. <https://elibro.net/es/lc/biblioibero/titulos/123102>.

Organización Mundial de la Salud Informe sobre la salud en el mundo 2001: Salud mental: nuevos conocimientos, nuevas esperanzas. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2001.

Palau, P. (2010). Psicósomática y Trastorno del Espectro Autista en el niño pequeño: interacción, afectos y audición. *Psicósomática y Psicoterapia Médica*. Instituto de Estudios Psicósomáticos y Psicoterapia Médica nº 74. Spitz, R.

Pfeiffer, B., Stein Duker, L., Murphy, A., & Shui, C. (2019). Effectiveness of Noise-Attenuating Headphones on Physiological Responses for Children with Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in integrative neuroscience*, 13, 65. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00065>.

Port, R. G., Edgar, J. C., Ku, M., Bloy, L., Murray, R., Blaskey, L., Levy, S. E., & Roberts, T. (2016). Maturation of auditory neural processes in autism spectrum disorder - A longitudinal MEG study. *NeuroImage. Clinical*, 11, 566–577. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.03.021>.

Rance G, Chisari D, Saunders K, Rault JL. Reducing Listening-Related Stress in School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord*. 2017 Jul; 47(7):2010-2022. doi: 10.1007/s10803-017-3114-4. PMID: 28389756.

Remington, A., & Fairnie, J. (2017). A sound advantage: Increased auditory capacity in autism. *Cognition*, 166, 459–465. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.04.002>.

Resolución 0314 de 2018. Miniciencias. Colciencias.

Resolución.número.8430.de1993.<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>.

Rivas, J; Ariza, H. (2007) Tratado de otología y audiología diagnóstico y tratamiento quirúrgico. Bogotá Colombia 2007.

Rolando, P. (2016). Bibliometría para la evaluación de la actividad científica en ciencias de la salud. Rev enferm Herediana. 57-61.

Sokhadze, E. M., Casanova, M. F., Tasman, A., & Brockett, S. (2016). Electrophysiological and Behavioral Outcomes of Berard Auditory Integration Training (AIT) in Children with Autism Spectrum Disorder. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 41(4), 405–420. <https://doi.org/10.1007/s10484-016-9343-z>.

Stach, B. (2010) *Clinical Audiology An Introduction*. Detroit, Michigan. Delmar Cengage Learning.

Stephen, J. M., Hill, D. E., Peters, A., Flynn, L., Zhang, T., & Okada, Y. (2017). Development of Auditory Evoked Responses in Normally Developing Preschool Children and Children with Autism Spectrum Disorder. *Developmental neuroscience*, 39(5), 430–441.

Szarkowski A, Johston J, Dually Diagnosed: Autism and Hearing Loss: When a child who is deaf or hard of hearing also presents with autism symptoms, what can audiologists do to promote appropriate care? *ASHA LEADER* volumen 23. Número 4. DOI: 10.1044 /líder.AEA.23042018.20.

Talge, N. M., Tudor, B. M., & Kileny, P. R. (2018). Click-evoked auditory brainstem responses and autism spectrum disorder: A meta-analytic review. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 11(6), 916–927. <https://doi.org/10.1002/aur.1946>.

Taylor, Paul. G. (2016). Trastornos del espectro autista: guía básica para educadores y padres. Narcea Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/biblioibero/titulos/46232>.

Wiley S. (2018). Treating the whole child: when hearing loss and ASD coexist. ASHA WIRE Leader. volumen 23. número 10. Res. <https://doi.org/10.1044/leader.AEA.23102018.18>.

Wilson, U. S., Sadler, K. M., Hancock, K. E., Guinan, J. J., Jr, & Lichtenhan, J. T. (2017). Efferent inhibition strength is a physiological correlate of hyperacusis in children with autism spectrum disorder. *Journal of neurophysiology*, 118(2), 1164–1172. <https://doi.org/10.1152/jn.00142.2017>.

Yoshimura, Y., Kikuchi, M., Hiraishi, H., Hasegawa, C., Takahashi, T., Remijn, G. B., Oi, M., Munosue, T., Higashida, H., & Minabe, Y. (2016). Synchrony of auditory brain responses predicts behavioral ability to keep still in children with autism spectrum disorder: Auditory-evoked response in children with autism spectrum disorder. *NeuroImage. Clinical*, 12, 300305. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.07.009>.

Yu, L., Fan, Y., Deng, Z., Huang, D., Wang, S., & Zhang, Y. (2015). Pitch Processing in Tonal-Language-Speaking Children with Autism: An Event-Related Potential Study. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(11), 3656–3667. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2510-x>.

ANEXO A. Matriz documental.

ASPECTOS FORMALES.				ALTERACIONES AUDITIVAS				
Título del artículo-cita	Año de publicación	Revista donde fue encontrado	Autores más frecuentes y más citados	CAE	CAM	CAI	VIA AUDITIVA	OTROS

PRUEBAS COMPORTAMENTALES Y ELECTROFISIOLÓGICAS.	POBLACIONES OBJETO DE ESTUDIO		DELIMITACIÓN CONTEXTUAL		ASUNTO INVESTIGADO			MARCO METODOLÓGICO		
	Eddes	Características generales	País de origen del artículo	Bases de datos	Criterio de inclusión	Palabras clave	Objetivo general de los artículos	Tipo de estudio	Diseño de investigación	Muestra del artículo

ESTRATEGIAS DE EVALUACION Y RESULTADOS	RESULTADOS		PRODUCTOS FINALES.	
	Instrumentos más utilizados.	Aportes	Beneficios.	Conclusiones del artículo de investigación

Anexo B. Listado de investigaciones y autores revisados, con relación a las alteraciones auditivas que presenta la población infantil con TEA, que se reportan en la literatura científica entre el 2015 – 2020.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AÑO	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.
<p>Evidencia de que la microdelección del gen PTPRD homocigoto causa trigonocefalia, pérdida auditiva y discapacidad intelectual.</p> <p>Evidence that homozygous PTPRD gene microdeletion causes trigonocephaly, hearing loss, and intellectual disability.</p>	2015	<p>Choucair, N., Mignon-Ravix, C., Cacciagli, P., Abou Ghoch, J., Fawaz, A., Mégarbané, A., Villard, L., & Chouery, E. (2015). Evidence that homozygous PTPRD gene microdeletion causes trigonocephaly, hearing loss, and intellectual disability. <i>Molecular cytogenetics</i>, 8, 39. https://doi.org/10.1186/s13039-015-0149-0.</p>
<p>Las deficiencias en el procesamiento auditivo contribuyen a las deficiencias en el reconocimiento de los afectos vocales en los trastornos del espectro autista: un estudio de MEG.</p> <p>Déficits in Auditory Processing Contribute to Impairments in Vocal Affect Recognition in Autism Spectrum Disorders: A MEG Study.</p>	2015	<p>Demopoulos, C., Hopkins, J., Kopald, B. E., Paulson, K., Doyle, L., Andrews, W. E., & Lewine, J. D. (2015). Deficits in auditory processing contribute to impairments in vocal affect recognition in autism spectrum disorders: A MEG study. <i>Neuropsychology</i>, 29(6), 895–908. https://doi.org/10.1037/neu0000209.</p>
<p>Las oscilaciones neuromagnéticas predicen retrasos en la latencia de respuesta evocada y deficiencias del lenguaje central en los trastornos del espectro autista.</p> <p>Neuromagnetic Oscillations Predict Evoked-Response Latency Delays and Core Language Deficits in Autism Spectrum Disorders</p>	2015	<p>Edgar, J. C., Khan, S. Y., Blaskey, L., Chow, V. Y., Rey, M., Gaetz, W., Cannon, K. M., Monroe, J. F., Cornew, L., Qasmieh, S., Liu, S., Welsh, J. P., Levy, S. E., & Roberts, T. P. (2015). Neuromagnetic oscillations predict evoked-response latency delays and core language deficits in autism spectrum disorders. <i>Journal of autism and developmental disorders</i>, 45(2), 395–405. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1904-x.</p>
<p>Procesamiento auditivo frágil espectral y temporal en adolescentes con trastorno del espectro autista y retraso del lenguaje temprano.</p> <p>Fragile Spectral and Temporal Auditory Processing in Adolescents with Autism Spectrum Disorder and Early Language Delay.</p>	2015	<p>Boets, B., Verhoeven, J., Wouters, J., & Steyaert, J. (2015). Fragile spectral and temporal auditory processing in adolescents with autism spectrum disorder and early language delay. <i>Journal of autism and developmental disorders</i>, 45(6), 1845–1857. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2341-1.</p>

<p>Procesamiento de tono en niños con autismo que hablan el lenguaje tonal: un estudio de potencial relacionado con eventos.</p> <p>Pitch Processing in Tonal-Language-Speaking Children with Autism: An Event-Related Potential Study.</p>	2015	<p>Yu, L., Fan, Y., Deng, Z., Huang, D., Wang, S., & Zhang, Y. (2015). Pitch Processing in Tonal-Language-Speaking Children with Autism: An Event-Related Potential Study. <i>Journal of autism and developmental disorders</i>, 45(11), 3656–3667. https://doi.org/10.1007/s10803-015-2510-x</p>
<p>Las anomalías en la codificación auditiva en niños con trastorno del espectro autista sugieren un retraso en el desarrollo de la corteza auditiva.</p> <p>Auditory encoding abnormalities in children with autism spectrum Disorder suggest delayed development of auditory cortex.</p>	2015	<p>Edgar, J. C., Fisk Iv, C. L., Berman, J. I., Chudnovskaya, D., Liu, S., Pandey, J., Herrington, J. D., Port, R. G., Schultz, R. T., & Roberts, T. P. (2015). Auditory encoding abnormalities in children with autism spectrum disorder suggest delayed development of auditory cortex. <i>Molecular autism</i>, 6, 69. https://doi.org/10.1186/s13229-015-0065-5.</p>
<p>Procesamiento auditivo y táctil compartido y divergente en niños con autismo y niños con disfunción del procesamiento sensorial en relación con compañeros de desarrollo típico.</p> <p>Shared and Divergent Auditory and Tactile Processing in Children with Autism and Children with Sensory Processing Dysfunction Relative to Typically Developing Peers.</p>	2015	<p>Demopoulos C, Brandes-Aitken AN, Desai SS, Hill SS, Antovich AD, Harris J, Marco EJ. Shared and Divergent Auditory and Tactile Processing in Children with Autism and Children with Sensory Processing Dysfunction Relative to Typically Developing Peers. <i>J Int Neuropsychol Soc</i>. 2015 Jul; 21(6):444-54. doi: 10.1017/S1355617715000387. Epub 2015 Jul 6. PMID: 26145730.</p>
<p>Acúfenos e hiperacusia en trastornos del espectro autista con énfasis en individuos de alto funcionamiento diagnosticados con síndrome de Asperger.</p> <p>Tinnitus and hyperacusis in autism spectrum disorders with emphasis on high functioning individuals diagnosed with Asperger's Syndrome.</p>	2015	<p>Danesh, A. A., Lang, D., Kaf, W., Andreassen, W. D., Scott, J., & Eshraghi, A. A. (2015). Tinnitus and hyperacusis in autism spectrum disorders with emphasis on high functioning individuals diagnosed with Asperger's Syndrome. <i>International journal of pediatric otorhinolaryngology</i>, 79(10), 1683–1688. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.07.024.</p>
<p>Perfiles audiométricos en los trastornos del espectro autista: ¿La pérdida auditiva subclínica afecta la comunicación?</p> <p>Audiometric profiles in Autism Spectrum</p>	2016	<p>Demopoulos, C., & Lewine, J. D. (2016). Audiometric Profiles in Autism Spectrum Disorders: Does Subclinical Hearing Loss Impact Communication? <i>Autism research: official journal of the International Society for</i></p>

Disorders: Does subclinical hearing loss impact communication?		Autism Research, 9(1), 107–120. https://doi.org/10.1002/aur.1495 .
<p>La sincronización de las respuestas cerebrales auditivas predice la capacidad conductual para mantenerse quietos en niños con trastorno del espectro autista: respuesta evocada auditiva en niños con trastorno del espectro autista.</p> <p>Synchrony of auditory brain responses predicts behavioral ability to keep still in children with autism spectrum disorder Auditory-evoked response in children with autism spectrum disorder.</p>	2016	Yoshimura, Y., Kikuchi, M., Hiraishi, H., Hasegawa, C., Takahashi, T., Remijn, G. B., Oi, M., Muneshue, T., Higashida, H., & Minabe, Y. (2016). Synchrony of auditory brain responses predicts behavioral ability to keep still in children with autism spectrum disorder: Auditory-evoked response in children with autism spectrum disorder. <i>NeuroImage. Clinical</i> , 12,300305. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.07.009
<p>Maduración de los procesos neuronales auditivos en el trastorno del espectro autista - Un estudio longitudinal de MEG.</p> <p>Maturation of auditory neural processes in autism spectrum disorder- A longitudinal MEG study.</p>	2016	Port, R. G., Edgar, J. C., Ku, M., Bloy, L., Murray, R., Blaskey, L., Levy, S. E., & Roberts, T. (2016). Maturation of auditory neural processes in autism spectrum disorder - A longitudinal MEG study. <i>NeuroImage. Clinical</i> , 11,566–577. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.03.021
<p>Resultados electrofisiológicos y conductuales del entrenamiento de integración auditiva de Berard (AIT) en niños con trastorno del espectro autista.</p> <p>Electrophysiological and Behavioral Outcomes of Berard Auditory Integration Training (AIT) in Children with Autism Spectrum Disorder.</p>	2016	Sokhadze, E. M., Casanova, M. F., Tasman, A., & Brockett, S. (2016). Electrophysiological and Behavioral Outcomes of Berard Auditory Integration Training (AIT) in Children with Autism Spectrum Disorder. <i>Applied psychophysiology and biofeedback</i> , 41(4), 405–420. https://doi.org/10.1007/s10484-016-9343-z
<p>Traducir los hallazgos electrofisiológicos de adultos a poblaciones de pacientes más jóvenes: dificultad para medir las respuestas auditivas en estado estable de 40 Hz en niños con desarrollo típico y niños con trastorno del espectro autista.</p> <p>Translating Adult Electrophysiology Findings to Younger Patient Populations: Difficulty Measuring 40-Hz Auditory Steady-State Responses in Typically Developing Children and Children with Autism Spectrum Disorder</p>	2016	Edgar, J. C., Fisk, C. L., 4th, Liu, S., Pandey, J., Herrington, J. D., Schultz, R. T., & Roberts, T. P. (2016). Translating Adult Electrophysiology Findings to Younger Patient Populations: Difficulty Measuring 40-Hz Auditory Steady-State Responses in Typically Developing Children and Children with Autism Spectrum Disorder. <i>Developmental neuroscience</i> , 38(1), 1–14. https://doi.org/10.1159/000441943 .

<p>Imágenes magnetoencefalográficas de las respuestas corticales auditiva y somatosensorial en niños con autismo y disfunción del procesamiento sensorial. Investigaciones 2015-2019.</p> <p>Magnetoencephalographic Imaging of Auditory and Somatosensory Cortical Responses in Children with Autism and Sensory Processing Dysfunction.</p>	2017	<p>Demopoulos, C., Yu, N., Tripp, J., Mota, N., Brandes-Aitken, A. N., Desai, S. S., Hill, S. S., Antovich, A. D., Harris, J., Honma, S., Mizuiri, D., Nagarajan, S. S., & Marco, E. J. (2017). Magnetoencephalographic Imaging of Auditory and Somatosensory Cortical Responses in Children with Autism and Sensory Processing Dysfunction. <i>Frontiers in human neuroscience</i>, 11, 259. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00259.</p>
<p>Una sólida ventaja mayor capacidad auditiva en el autismo.</p> <p>A sound advantage: Increased auditory capacity in autism.</p>	2017	<p>Remington, A., & Fairnie, J. (2017). A sound advantage: Increased auditory capacity in autism. <i>Cognition</i>, 166, 459–465. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.04.002</p>
<p>Los niños con trastorno del espectro autista han reducido las emisiones otoacústicas en la región de frecuencia media de 1 kHz.</p> <p>Children with autism spectrum disorder have reduced otoacoustic emissions at 1 kHz mid-frequency region.</p>	2017	<p>Bennetto, L., Keith, J. M., Allen, P. D., & Luebke, A. E. (2017). Children with autism spectrum disorder have reduced otoacoustic emissions at the 1 kHz mid-frequency region. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism Research</i>, 10(2), 337–345. https://doi.org/10.1002/aur.1663.</p>
<p>La fuerza de inhibición eferente es un correlato fisiológico de la hiperacusia en niños con trastorno del espectro autista.</p> <p>Efferent inhibition strength is a Physiological Correlate of Hyperacusis in Children with 2 Autism Spectrum Disorder.</p>	2017	<p>Wilson, U. S., Sadler, K. M., Hancock, K. E., Guinan, J. J., Jr, & Lichtenhan, J. T. (2017). Efferent inhibition strength is a physiological correlate of hyperacusis in children with autism spectrum disorder. <i>Journal of neurophysiology</i>, 118(2), 1164–1172. https://doi.org/10.1152/jn.00142.2017</p>
<p>Deficiencias en el procesamiento temporal específicas de la audición asociada con la función del lenguaje en niños con trastorno del espectro autista.</p> <p>Audition-Specific Temporal Processing Deficits Associated with Language Function in Children with Autism Spectrum Disorder.</p>	2017	<p>Foss-Feig, J. H., Schauder, K. B., Key, A. P., Wallace, M. T., & Stone, W. L. (2017). Audition-specific temporal processing deficits associated with language function in children with autism spectrum disorder. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism Research</i>, 10(11), 1845–1856. https://doi.org/10.1002/aur.1820</p>
<p>Revisión sistemática y metanálisis de la asociación del trastorno del espectro autista en niños con discapacidad visual</p>	2017	<p>Do, B., Lynch, P., Macris, E. M., Smyth, B., Stavrinakis, S., Quinn, S., & Constable, P. A. (2017). Systematic review and meta-analysis</p>

<p>o auditiva.</p> <p>Systematic review and meta-analysis of the association of Autism Spectrum Disorder in visually or hearing impaired children.</p>		<p>of the association of Autism Spectrum Disorder in visually or hearing impaired children. <i>Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)</i>, 37(2), 212–224. https://doi.org/10.1111/opo.12350.</p>
<p>Reducir el estrés relacionado con la audición en niños en edad escolar con trastorno del espectro autista. Reducing Listening-Related Stress in School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder</p>	2017	<p>Rance, G., Chisari, D., Saunders, K., & Rault, J. L. (2017). Reducing Listening-Related Stress in School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder. <i>Journal of autism and developmental disorders</i>, 47(7), 2010–2022. https://doi.org/10.1007/s10803-017-3114-4.</p>
<p>Respuesta auditiva del tronco encefálico en bebés y niños con trastorno del espectro autista un metanálisis de la onda V.</p> <p>Auditory Brainstem Response in Infants and Children with Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis of Wave V.</p>	2017	<p>Miron, O., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Auditory brainstem response in infants and children with autism spectrum disorder: A meta-analysis of wave V. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism Research</i>, 11(2), 355–363. https://doi.org/10.1002/aur.1886</p>
<p>Desarrollo de respuestas evocadas auditivas en niños en edad preescolar con desarrollo normal y niños con trastorno del espectro autista</p> <p>Development of Auditory Evoked Responses in Normally Developing Preschool Children and Children with Autism Spectrum Disorder</p>	2017	<p>Stephen, J. M., Hill, D. E., Peters, A., Flynn, L., Zhang, T., & Okada, Y. (2017). Development of Auditory Evoked Responses in Normally Developing Preschool Children and Children with Autism Spectrum Disorder. <i>Developmental neuroscience</i>, 39(5), 430–441. https://doi.org/10.1159/000477614</p>
<p>Latencias de campo de desajuste retardado en el trastorno del espectro autista con sensibilidad auditiva anormal, un estudio magnetoencefalográfico.</p> <p>Delayed Mismatch Field Latencies in Autism Spectrum Disorder with Abnormal Auditory Sensitivity: A Magnetoencephalographic Study.</p>	2017	<p>Matsuzaki J, Kagitani-Shimono K, Sugata H, Hanaie R, Nagatani F, Yamamoto T, Tachibana M, Tominaga K, Hirata M, Mohri I, Taniike M. Delayed Mismatch Field Latencies in Autism Spectrum Disorder with Abnormal Auditory Sensitivity: A Magnetoencephalographic Study. <i>Front Hum Neurosci</i>. 2017 Sep 6; 11:446. doi: 10.3389/fnhum.2017.00446. PMID: 28932189; PMCID: PMC5592220.</p>
<p>Diagnóstico doble: autismo y pérdida auditiva: cuando un niño sordo o con problemas de audición también presenta síntomas de autismo, ¿qué pueden hacer los audiólogos para</p>	2018	<p>Szarkowski A, Johston J, Dually Diagnosed: Autism and Hearing Loss: When a child who is deaf or hard of hearing also presents with autism symptoms, what can audiologists do to promote appropriate care? (2018). ASHA</p>

<p>promover la atención adecuada?</p> <p>Dually Diagnosed: Autism and Hearing Loss: When a child who is deaf or hard of hearing also presents with autism symptoms, what can audiologists do to promote appropriate care?</p>		<p>LEADER volumen 23. número 4. DOI: 10.1044 / líder.AEA.23042018.20.</p>
<p>Respuestas auditivas del tronco encefálico evocadas por clic y trastorno del espectro autista: una revisión metaanalítica.</p> <p>Click-evoked auditory brainstem responses and autism spectrum disorder: A meta-analytic review.</p>	<p>2018</p>	<p>Talge, N. M., Tudor, B. M., & Kileny, P. R. (2018). Click-evoked auditory brainstem responses and autism spectrum disorder: A meta-analytic review. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism Research</i>, 11(6), 916–927. https://doi.org/10.1002/aur.1946</p>
<p>Tratar al niño en su totalidad: cuando la pérdida de audición y el TEA coexisten. ¿Cómo pueden los profesionales médicos, auditivos y del habla garantizar que los niños con diagnóstico doble accedan al apoyo que necesitan?</p> <p>Treating the whole child: when hearing loss and ASD coexist.</p>	<p>2018</p>	<p>Wiley S. (2018). Treating the whole child: when hearing loss and ASD coexist. <i>ASHA WIRE Leader</i>. volúmen 23. número 10. Res. https://doi.org/10.1044/leader.AEA.23102018.18</p>
<p>Emisiones otoacústicas evocadas en autistas: un estudio de caso control.</p> <p>Emissões otoacústicas evocadas em autistas: estudo de caso-controle.</p>	<p>2019</p>	<p>Escher B; Silva G; Ákilla R; Paiva de Sousa, L; Rodrigues M; Nayane X. (2019). Emissões otoacústicas evocadas em autistas: estudo de caso-controle. <i>Medicina e Saúde de Brasília</i>. 2019, Vol. 8 Issue 2, p169-180. 12p. ISSN 2238-5339.</p>
<p>Uso de apoyos visuales para facilitar las pruebas audiológicas en niños con trastorno del espectro autista.</p> <p>Using Visual Supports to Facilitate Audiological Testing for Children With Autism Spectrum Disorder.</p>	<p>2019</p>	<p>McTee, H. M., Mood, D., Fredrickson, T., Thrasher, A., & Bonino, A. Y. (2019). Using Visual Supports to Facilitate Audiological Testing for Children With Autism Spectrum Disorder. <i>American journal of audiology</i>, 28(4), 823–833. https://doi.org/10.1044/2019_AJA-19-0047</p>
<p>Desarrollo longitudinal atípico de la respuesta auditiva del tronco encefálico evocada por el habla en niños en edad preescolar con trastornos del espectro autista.</p> <p>Atypical Longitudinal Development of</p>	<p>2019</p>	<p>Chen, J., Liang, C., Wei, Z., Cui, Z., Kong, X., Dong, C. J., Lai, Y., Peng, Z., & Wan, G. (2019). Atypical longitudinal development of speech-evoked auditory brainstem response in preschool children with autism spectrum disorders. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism</i></p>

<p>Speech-Evoked Auditory Brainstem Response in Preschool Children with Autism Spectrum Disorders.</p>		<p>Research, 12(7), 1022–1031. https://doi.org/10.1002/aur.2110</p>
<p>Los campos de desajuste auditivo anormal están asociados con el deterioro de la comunicación en niños tanto verbales como mínimamente verbales / no verbales que tienen trastorno del espectro autista.</p> <p>Anormal auditory mismatch fields are associated with communication impairment in both verbal and minimally-verbal / non-verbal children who have autism spectrum disorder.</p>	<p>2019</p>	<p>Matsuzaki, J., Kuschner, E. S., Blaskey, L., Bloy, L., Kim, M., Ku, M., Edgar, J. C., Embick, D., & Roberts, T. (2019). Abnormal auditory mismatch fields are associated with communication impairment in both verbal and minimally verbal/nonverbal children who have autism spectrum disorder. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism Research</i>, 12(8), 1225–1235. https://doi.org/10.1002/aur.2136</p>
<p>Eficacia de los auriculares atenuantes para el ruido en las respuestas fisiológicas para niños con trastornos del espectro autista.</p> <p>Effectiveness of Noise-Attenuating Headphones on Physiological Responses for Children With Autism Spectrum Disorders.</p>	<p>2019</p>	<p>Pfeiffer, B., Stein Duker, L., Murphy, A., & Shui, C. (2019). Effectiveness of Noise-Attenuating Headphones on Physiological Responses for Children With Autism Spectrum Disorders. <i>Frontiers in integrative neuroscience</i>, 13,65. https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00065</p>
<p>Efectos del desarrollo sobre la sincronización neural auditiva, anomalías en el trastorno del espectro autista.</p> <p>Developmental Effects on Auditory Neural Oscillatory Synchronization Abnormalities in Autism Spectrum Disorder.</p>	<p>2019</p>	<p>De Stefano, L. A., Schmitt, L. M., White, S. P., Mosconi, M. W., Sweeney, J. A., & Ethridge, L. E. (2019). Developmental Effects on Auditory Neural Oscillatory Synchronization Abnormalities in Autism Spectrum Disorder. <i>Frontiers in integrative neuroscience</i>, 13,34. https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00034</p>
<p>Latencia del componente de respuesta evocada M50 / M100 retardada en niños mínimamente verbales / no verbales que tienen trastorno del espectro autista.</p> <p>Delayed M50/M100 evoked response component latency in minimally verbal/nonverbal children who have autism spectrum disorder.</p>	<p>2019</p>	<p>Roberts TPL, Matsuzaki J, Blaskey L, Bloy L, Edgar JC, Kim M, Ku M, Kuschner ES, Embick D. Delayed M50/M100 evoked response component latency in minimally verbal/nonverbal children who have autism spectrum disorder. <i>Mol Autism</i>. 2019 Aug 15; 10:34. doi: 10.1186/s13229-019-0283-3. PMID: 31428297; PMCID: PMC6694560.</p>

<p>Conocimiento y conciencia de los dispositivos de protección auditiva para la sensibilidad al sonido en personas con trastornos del espectro autista.</p> <p>Knowledge and Awareness of Ear Protection Devices for Sound Sensitivity by Individuals With Autism Spectrum Disorders.</p>	2020	<p>Neave-DiToro, D., Fuse, A., & Bergen, M. (2021). Knowledge and Awareness of Ear Protection Devices for Sound Sensitivity by Individuals With Autism Spectrum Disorders. <i>Language, speech, and hearing services in schools</i>, 52(1), 409–425. https://doi.org/10.1044/2020_LSHSS-19-00119</p>
<p>Breve informe: Aprendizaje del lenguaje a través de la audición en niños con TEA.</p> <p>Brief Report: Learning Language Through Overhearing in Children with ASD.</p>	2020	<p>Luyster, R. J., & Arunachalam, S. (2020). Brief Report: Learning Language Through Overhearing in Children with ASD. <i>Journal of autism and developmental disorders</i>, 50(7), 2616–2624. https://doi.org/10.1007/s10803-018-3672-0.</p>
<p>Estrategias de afrontamiento y estrés para padres de niños con discapacidad auditiva y autismo.</p> <p>Stress and coping strategies for parenting children with hearing impairment and autism.</p>	2020	<p>Ishtiaq, N., Mumtaz, N., & Saqulain, G. (2020). Stress and coping strategies for parenting children with hearing impairment and autism. <i>Pakistan journal of medical sciences</i>, 36(3), 538–543. https://doi.org/10.12669/pjms.36.3.1766.</p>
<p>Definición de grupos de niños autistas y de desarrollo típico basados en respuestas electrofisiológicas auditivas dependientes del volumen.</p> <p>Defining clusters of young autistic and typically developing children based on loudness-dependent auditory electrophysiological responses.</p>	2020	<p>Dwyer, P., Wang, X., De Meo-Monteil, R., Hsieh, F., Saron, C. D., & Rivera, S. M. (2020). Defining clusters of young autistic and typically developing children based on loudness-dependent auditory electrophysiological responses. <i>Molecular autism</i>, 11(1), 48. https://doi.org/10.1186/s13229-020-00352-3.</p>
<p>Un estudio multimodal de las contribuciones de la velocidad de conducción a la respuesta neuromagnética evocada auditiva: anomalías en el trastorno del espectro autista.</p> <p>A Multimodal Study of the Contributions of Conduction Velocity to the Auditory Evoked Neuromagnetic Response: Anomalies in Autism Spectrum Disorder.</p>	2020	<p>Roberts, T., Bloy, L., Ku, M., Blaskey, L., Jackel, C. R., Edgar, J. C., & Berman, J. I. (2020). A Multimodal Study of the Contributions of Conduction Velocity to the Auditory Evoked Neuromagnetic Response: Anomalies in Autism Spectrum Disorder. <i>Autism research: official journal of the International Society for Autism Research</i>, 13(10), 1730–1745. https://doi.org/10.1002/aur.2369.</p>

<p>Magnetoencefalografía en el trastorno del espectro autista pediátrico.</p> <p>Magnetoencephalography Research in Pediatric Autism Spectrum Disorder</p>	2020	<p>Green, H. L., Edgar, J. C., Matsuzaki, J., & Roberts, T. (2020). Magnetoencephalography Research in Pediatric Autism Spectrum Disorder. <i>Neuroimaging clinics of North America</i>, 30(2), 193–203. https://doi.org/10.1016/j.nic.2020.01.001.</p>
<p>Respuestas evocadas auditivas retardadas en el trastorno del espectro autista a lo largo de la vida.</p> <p>Delayed Auditory Evoked Responses in Autism Spectrum Disorder across the Life Span.</p>	2020	<p>Matsuzaki, J., Ku, M., Dipiero, M., Chiang, T., Saby, J., Blaskey, L., Kuschner, E. S., Kim, M., Berman, J. I., Bloy, L., Chen, Y. H., Dell, J., Liu, S., Brodtkin, E. S., Embick, D., & Roberts, T. (2019). Delayed Auditory Evoked Responses in Autism Spectrum Disorder across the Life Span. <i>Developmental neuroscience</i>, 41(3-4), 223–233. https://doi.org/10.1159/000504960.</p>