Atenção auditiva em crianças do 1º ciclo

Auditory Attention in Primary School-Aged Child

Constança Soares[1], Margarida Serrano[1*]

[1]*Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, Portugal*

**Autor correspondente/Corresponding author*: mserrano@estesc.ipc.pt

Recebido/Received: 15-08-2025; Revisto/Revised: 14-10-2025; Aceite/Accepted: 31-10-2025

Resumo

Introdução: A atenção auditiva é um processo multimodal complexo, essencial para o desenvolvimento cognitivo, académico e socioeducativo das crianças. Défices nesta competência podem comprometer a comunicação e a aprendizagem. A evidência proveniente das neurociências indica que o tálamo, bem como os córtices pré-frontal, parietal e auditivo, desempenham papéis fundamentais na sua regulação. Do ponto de vista funcional, a atenção auditiva é classificada em seletiva, sustentada, alternada e dividida — todas cruciais para o funcionamento quotidiano. **Objetivo**: Avaliar o desempenho da atenção auditiva em crianças do 1.º ao 4.º ano do ensino básico. **Materiais e Métodos**: Participaram no estudo 35 crianças (com idades entre 6 e 9 anos), de ambos os sexos, com audição normal e matriculadas no ensino básico. A avaliação recorreu a dois instrumentos: um objetivo — o *Teste de Habilidade de Atenção Auditiva Sustentada* (P-THAAS) — aplicado às crianças, e um subjetivo — a subescala de atenção auditiva do *Pediatric Children's Auditory Performance Scale* (P-CHAPPS) — preenchida pelos professores. **Resultados**: O progresso no nível de escolaridade esteve associado a um menor número de erros e a uma maior estabilidade na vigilância auditiva, conforme avaliado pelo P-THAAS. Por outro lado, os resultados da subescala do P-CHAPPS apresentaram maior variabilidade entre os diferentes anos de escolaridade. **Conclusões**: Os resultados sugerem um desenvolvimento gradual da atenção auditiva ao longo dos primeiros anos de escolaridade. A combinação de instrumentos objetivos (P-THAAS) e subjetivos (P-CHAPPS) revela-se fundamental para uma avaliação abrangente e contextualizada desta função no ambiente escolar.

Palavras-chave: Atenção auditiva, desenvolvimento infantil, P-THAAS, P-CHAPPS, aprendizagem.

Abstract

Introduction: Auditory attention is a complex multimodal process which is essential for children's cognitive, academic, and socio-educational development. Deficits in this ability can compromise communication and learning. Neuroscientific evidence indicates that the thalamus, as well as the prefrontal, parietal, and auditory cortices, play key roles in its regulation. Auditory attention is categorized into selective, sustained, alternating, and divided types, all of which are crucial for everyday functioning. **Objective**: To evaluate auditory attention performance in children between 1st and 4th grades of elementary school. **Materials and Methods**: The study included 35 children (aged 6–9 years) of both sexes, all with normal hearing and enrolled in regular elementary education. Assessment involved two instruments: an objective measure—the *Sustained Auditory Attention Ability Test* (P-THAAS)—administered to the children, and a subjective measure—the auditory attention subscale of the *Paediatric Children's Auditory Performance Scale* (P-CHAPPS)—completed by their teachers. **Results**: Progression in grade level was associated with fewer errors and greater stability in auditory vigilance on the P-THAAS. In contrast, results from the P-CHAPPS subscale demonstrated greater variability across grade levels. **Conclusions**: The findings indicate a gradual maturation of auditory attention during the early school years. The combined use of objective (P-THAAS) and subjective (P-CHAPPS) assessment tools provide a more comprehensive and ecologically valid evaluation of auditory attention within the educational context.

Keywords: Auditory attention, child development, SAAAT, P-CHAPPS, learning, P-THAAS.

1. INTRODUÇÃO

A atenção auditiva é um processo multimodal que está intimamente ligada à aquisição da linguagem, à fluência na leitura e ao envolvimento na sala de aula (Moore et al., 2013). Neste sentido, um défice na atenção auditiva pode ter um impacto negativo ao nível das habilidades de comunicação e do desempenho na aprendizagem. No geral, a literatura ressalta o papel vital da atenção auditiva no desenvolvimento cognitivo, académico e socio-emocional das crianças (Stevens & Bavelier, 2012).

Compreender a atenção auditiva requer reconhecer os fundamentos neurológicos e estruturas conceituais. A pesquisa neurocientífica identificou os circuitos neurais subjacentes ao processamento auditivo e à regulação da atenção (Zatorre et al., 2007). Estes circuitos facilitam a filtragem seletiva de informações auditivas relevantes, enquanto suprimem distrações irrelevantes, permitindo assim que os indivíduos se concentrem nas tarefas a meio de uma cacofonia de entradas auditivas (Shinn-Cunningham, 2008). Os autores identificaram também as regiões-chave do cérebro, envolvidas no processamento de estímulos auditivos e no direcionamento de recursos de atenção que são: o tálamo, o córtex pré-frontal, o córtex parietal e o córtex auditivo (Petersen & Posner, 2012).

Tendo em conta o carácter multimodal da atenção, diversos autores sugerem a sua categorização em distintas dimensões, fundamentadas tanto na origem quanto nos mecanismos pelos quais é operacionalizada (Raz & Buhle, 2006).

Em relação à sua origem, a atenção pode ser dividida em voluntária e involuntária (Corbetta & Shulman, 2002). A atenção voluntária é aquela que controlamos conscientemente, o que significa, que podemos direcionar a nossa atenção para um estímulo específico e ignorar os outros, como por exemplo, estar num café onde o ambiente é ruidoso, concentrado a ler um livro, ignorando o ruído de fundo. Esta atenção, está diretamente ligada às motivações, expectativas e interesses (Knudsen, 2007). A atenção involuntária é aquela que é capturada por estímulos que não controlamos conscientemente, como por exemplo, estar a andar na rua e ouvir um som alto, a nossa atenção será automaticamente direcionada para a sua origem. Algumas características desses estímulos são: cor, tamanho, intensidade e movimento (Theeuwes, 2010).

Em relação ao modo como ela é operacionalizada, esta pode ser: seletiva, sustentada, dividida e alternada. A atenção seletiva é a capacidade do indivíduo de focar em um estímulo específico enquanto ignora os outros, como ouvir as instruções de um professor em um ambiente de sala de aula barulhento (Fritz et al., 2007). A atenção sustentada é a capacidade de foco por um período prolongado em tarefas, como ouvir uma palestra ou completar uma tarefa de leitura (Sarter et al., 2001). A atenção dividida permite o processamento simultâneo de múltiplos estímulos/tarefas, como ouvir música enquanto estuda (Wickens, 2008). A atenção alternada é a capacidade de alternar o foco entre várias tarefas ou estímulos simultâneos, como o professor que alterna a sua atenção para explicar a matéria aos alunos, responder a certas questões e, ao mesmo tempo, observar os comportamentos em sala de aula.

Os diversos tipos de atenção são importantes para a realização de múltiplas atividades diárias e desempenhos académico e profissional, podem ser influenciados por vários fatores, como o

1. INTRODUCTION

Auditory attention is a multimodal process strongly associated with language acquisition, reading fluency, and classroom engagement (Moore et al., 2013). Deficits in auditory attention can adversely affect communication skills and learning outcomes. Overall, the literature emphasises the crucial role of auditory attention in children's cognitive, academic, and socio-emotional development (Stevens & Bavelier, 2012).

Understanding auditory attention requires consideration of its neurological underpinnings and conceptual frameworks. Neuroscientific research has identified the neural circuits involved in auditory processing and attentional control (Zatorre et al., 2007). These circuits enable the selective filtering of relevant auditory information while suppressing irrelevant distractions, allowing individuals to focus on tasks amidst competing auditory stimuli (Shinn-Cunningham, 2008). Key brain regions implicated in auditory stimulus processing and the allocation of attentional resources include the thalamus, prefrontal cortex, parietal cortex, and auditory cortex (Petersen & Posner, 2012).

Given the multimodal nature of attention, several authors propose categorising it into distinct dimensions based on both its origin and operational mechanisms (Raz & Buhle, 2006).

Regarding its origin, attention may be divided into voluntary and involuntary components (Corbetta & Shulman, 2002). Voluntary attention is consciously directed, allowing an individual to focus on a specific stimulus while ignoring others—for instance, reading a book in a noisy café while disregarding background noise. This type of attention is influenced by motivation, expectations, and personal interests (Knudsen, 2007). Involuntary attention, by contrast, is captured automatically by external stimuli—for example, orienting towards a loud sound while walking down the street. Stimuli that elicit involuntary attention typically possess salient features such as colour, size, intensity, or motion (Theeuwes, 2010).

With respect to its operationalisation, attention can be classified as selective, sustained, divided, or alternating. Selective attention refers to the ability to focus on a particular stimulus while disregarding others, such as listening to a teacher's instructions in a noisy classroom (Fritz et al., 2007). Sustained attention denotes the capacity to maintain focus over extended periods, as required during a lecture or reading task (Sarter et al., 2001). Divided attention enables the simultaneous processing of multiple stimuli or tasks, for example, listening to music while studying (Wickens, 2008). Alternating attention involves shifting focus between tasks or stimuli, such as a teacher alternating between delivering content, responding to students' questions, and monitoring classroom behaviour.

These different forms of attention are fundamental for performing everyday activities and are essential for academic and professional success. They may be influenced by environmental factors, emotional state, task demands, age, and motivation (Raz & Buhle, 2006).

Consequently, deficits in auditory attention - such as

contexto em que o indivíduo está inserido, o estado emocional, a tarefa proposta, a idade do sujeito e a motivação (Raz & Buhle, 2006).

Por sua vez, os diferentes tipos de dificuldades na atenção auditiva, como o déficit no processamento auditivo e os desafios na concentração sustentada, podem impactar de forma negativa o desempenho académico, a compreensão da fala e o comportamento das crianças dentro e fora da sala de aula, levando a dificuldades académicas e barreiras de comunicação (Chermak et al., 2017).

Neste sentido, os métodos de avaliação da atenção auditiva em crianças são cruciais para a sua identificação e intervenção precoce, tais como, a realização de testes padronizados e observações comportamentais. Isto, conjugado com as contribuições dos professores e dos educadores, serve como ferramentas valiosas na avaliação das aptidões da atenção auditiva das crianças (American Speech-Language-Hearing Association [ASHA], 2005). A ênfase é colocada na importância da deteção precoce de dificuldades de atenção auditiva para facilitar a intervenção e os apoios oportunos.

O esforço colaborativo entre pais, professores e profissionais de saúde no atendimento às necessidades de atenção auditiva das crianças é extremamente importante. Destaca-se o papel do professor na promoção de um ambiente de apoio que reconheça e acomode as diferenças individuais nas capacidades de atenção auditiva, com o intuito de melhorar as experiências de aprendizagem de todas as crianças do 1.º ciclo de ensino (Raver & Childress, 2014).

O presente estudo tem como objetivo avaliar o desempenho da atenção auditiva de crianças do 1º ao 4º ano de escolaridade, utilizando o Teste de Habilidade de Atenção Auditiva Sustentada (P-THAAS) e a subescala de atenção auditiva da P-CHAPPS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. AUTORIZAÇÕES ÉTICAS

Antes da recolha de dados, a Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Coimbra emitiu parecer positivo favorável (nº D54/2024), e a Direção Geral de Educação aprovou o estudo através do sistema de Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar. Os responsáveis legais de todas as crianças participantes assinaram o consentimento informado, livre e esclarecido. Além disso, cada criança expressou verbalmente a sua vontade de participar, garantindo-se o respeito pela sua decisão.

2.2. AMOSTRA

A autorização para participação no estudo foi obtida para 75 crianças. Destas, 40 foram excluídas do estudo: 30 por não cumprirem os critérios audiológicos (timpanograma tipo A ou C1 bilateral e/ou limiares auditivos ≤20 dB nas frequências de 1, 2 e 4 kHz em ambos os ouvidos) e 10 por não terem o Português Europeu como língua materna.

Assim, a amostra foi constituída por 35 crianças (15 do sexo masculino, 42,9%; 20 do sexo feminino, 57,1%), com idade média de 7,46 anos. Todas as crianças tinham português europeu como língua materna, ausência de necessidades educativas especiais, timpanograma tipo A ou C1 bilateral e limiares auditivos ≤20 dB nas frequências de 1, 2 e 4 kHz em ambos os ouvidos. Relativamente às 35 crianças da amostra, foram obtidas 30 respostas válidas de

impaired auditory processing or difficulties in sustaining concentration - can adversely affect academic performance, speech comprehension, and children's behaviour both inside and outside the classroom, potentially leading to learning difficulties and communication barriers (Chermak et al., 2017).

Assessment of auditory attention in children is therefore crucial for early identification and intervention. Methods include standardised tests, behavioural observation, and input from teachers and educators, all of which provide valuable insights into children's auditory attention abilities (American Speech-Language-Hearing Association [ASHA], 2005). Early detection of auditory attention difficulties is particularly important to enable timely support and intervention.

Collaboration among parents, teachers, and health professionals is essential in addressing children's auditory attention needs. Teachers play a pivotal role in creating supportive learning environments that recognise and accommodate individual differences in auditory attention, thereby enhancing educational experiences during the early years of schooling (Raver & Childress, 2014).

The present study aims to evaluate the auditory attention performance of children from first to fourth grade using the Sustained Auditory Attention Ability Test (P-THAAS) and the auditory attention subscale of the Paediatric Children's Auditory Performance Scale (P-CHAPPS).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 ETHICAL APPROVALS

Prior to data collection, ethical approval was granted by the Ethics Committee of the Polytechnic Institute of Coimbra (number D54/2024), and the study was authorized by the Directorate-General for Education through the School Environment Survey Monitoring System. Legal guardians of all participating children provided written informed consent, ensuring that participation was voluntary, informed, and free of coercion. In addition, each child verbally expressed their willingness to participate, and their decision was fully respected.

2.2 PARTICIPANTS

Authorization to participate in the study was obtained for 75 children. Of these, 40 were excluded: 30 for not meeting the audiological criteria (bilateral tympanogram type A or C1 and/or auditory thresholds ≤20 dB at 1, 2, and 4 kHz in both ears), and 10 for not having European Portuguese as their native language.

The final sample consisted of 35 children (15 males, 42.9 %; 20 females, 57.1 %), with a mean age of 7.46 years. All children were native speakers of European Portuguese, had no special educational needs, presented bilateral tympanogram type A or C1, and had auditory thresholds ≤20 dB at 1, 2, and 4 kHz in both ears. Among these 35 participants, valid P-CHAPPS auditory attention subscale responses were obtained from teachers for 30 children, corresponding to a response rate of 85.7 %.

The distribution by school grade was as follows: 1st grade (N = 9, 25.7 %), 2nd grade (N = 10, 28.6 %), 3rd grade (N = 10,

professores para a subescala da atenção auditiva da P-CHAPPS, o que correspondeu a uma taxa de resposta de 85,7%.

A distribuição por ano escolar foi: 1.º ano (N=9, 25,7%), 2.º ano (N=10, 28,6%), 3.º ano (N=10, 28,6%) e 4.º ano (N=6, 17,1%). A Tabela 1 mostra a relação entre sexo e ano de escolaridade, enquanto a Tabela 2 apresenta a distribuição da idade (em meses) das crianças por ano escolar.

28.6 %), and 4th grade (N = 6, 17.1 %). Table 1 presents the distribution of sex by school grade, and Table 2 shows the age distribution (in months) of children by grade level.

Tabela/Table 1: Distribuição do Sexo das Crianças por Ano de Escolaridade/Distribution of Children's Sex by School Grade.

Ano de Escolaridade/ Grade	Masculino/ Male		Feminino/ Female	
	N	%	N	%
1º ano/st	5	55,6%	4	44,4%
2º ano/nd	5	50,0%	5	50,0%
3º ano/rd	4	40,0%	6	60,0%
4º ano/th	1	16,7%	5	83,3%

Tabela/Table 2: Distribuição da Idade das Crianças (em meses) por Ano de Escolaridade/Distribution of Children's Age (in months) by School Grade.

Ano de Escolaridade/ Grade	N	Média/ Mean	Mediana/ Median	Desvio padrão/ Standard deviation	Mínimo/ Minimum	Máximo/ Maximum
1º ano/st	9	79,33	80,00 (6,7 anos/years old)	2,87	75,00	84,00
2º ano/nd	10	91,80	91,50 (7,6 anos/years old)	2,86	87,00	96,00
3º ano/rd	10	103,00	104,00 (8,7 anos/years old)	4,19	97,00	108,00
4º ano/th	6	117,50	118,00 (9,8 anos/years old)	1,97	114,00	119,00

2.3. PROCEDIMENTOS

- Adaptação e gravação do teste Habilidade de Atenção Sustentada em Português europeu:

O teste Habilidade de Atenção Sustentada (THAAS), baseado no Auditory Continuous Performance Test, avalia a capacidade de crianças (6-11 anos) em manter atenção auditiva sustentada ao longo do tempo, respondendo a um estímulo específico (Keith, 1994). O teste consiste na apresentação diótica de 21 palavras monossilábicas (gravadas por voz feminina, apresentadas a uma palavra/segundo). As palavras são organizadas aleatoriamente em listas de 100, com cada lista repetida seis vezes, totalizando 600 palavras. A palavra-alvo "não" (selecionada por ser facilmente identificável) ocorre 20 vezes por lista, totalizando 120 ocorrências (Feniman et al., 2007).

Após obter autorização da autora do teste THAAS (Habilidade de Atenção Auditiva Sustentada) em português brasileiro para adaptação ao português europeu, procedeu-se à adaptação e gravação do teste em português europeu.

Na adaptação, substituiu-se as palavras brasileiras "gol" e "trem" por "cão" e "rei", respetivamente, mantendo as restantes: pé, sim, flor, mar, sol, quer, mal, boi, lã, meu, sal, gás, pai, céu, vou, pó, já, um.

A gravação da versão em português europeu foi realizada no Laboratório de Audiologia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, mediante utilização do programa Audacity®, mantendo rigorosamente todos os parâmetros acústicos e procedimentais estabelecidos no teste em português do Brasil. Obteve-se assim a P-THAAS.

- Questionário e P-CHAPPS:

2.3 PROCEDURES

- Adaptation and Recording of the Sustained Auditory Attention Ability Test in European Portuguese:

The Sustained Auditory Attention Ability Test (SAAAT), based on the Auditory Continuous Performance Test, assesses the ability of children aged 6–11 years to maintain sustained auditory attention over time by responding to a specific target stimulus (Keith, 1994). The test consists of the diotic presentation of 21 monosyllabic words (recorded by a female voice) at a rate of one word per second. The words are randomly arranged in lists of 100, each list being repeated six times, totalling 600 words. The target word "não" ("no") - chosen for being easily recognizable - occurs 20 times per list, yielding 120 target occurrences (Feniman et al., 2007).

After obtaining authorization from the original author of the Brazilian Portuguese version of the SAAAT (Teste de Habilidade de Atenção Auditiva Sustentada) to adapt it to European Portuguese, the adaptation and recording procedures were conducted.

In the adaptation, the Brazilian words "gol" and "trem" were replaced by "cão" and "rei", respectively, while the remaining words were kept identical: pé, sim, flor, mar, sol, quer, mal, boi, lã, meu, sal, gás, pai, céu, vou, pó, já, um.

The European Portuguese version was recorded at the Audiology Laboratory of the School of Health Technology of Coimbra, using the Audacity® software. All acoustic and procedural parameters from the Brazilian Portuguese version were rigorously maintained, resulting in the European Portuguese version, designated as P-THAAS.

- Questionnaire and P-CHAPPS:

Iniciou-se o estudo enviando aos responsáveis legais um pequeno questionário de caracterização das crianças segundo a idade, o sexo, o ano de escolaridade e se apresentavam necessidades educativas especiais. Simultaneamente foi pedido aos professores das crianças que preenchessem a subescala de atenção auditiva da Escala de Desempenho do Processamento Auditivo na Criança (P-CHAPPS) traduzida para português europeu e adaptada à população portuguesa por Oliveira, 2013.

A P-CHAPPS tem como objetivo quantificar as características de escuta das crianças comparando a criança em causa com outras crianças da mesma idade e de semelhante ambiente sócio-cultural, no caso do presente estudo com as crianças que frequentavam o mesmo ano de escolaridade (uma turma por ano) Para cada possibilidade de resposta é atribuído um valor de pontuação: +1 (menos dificuldade), 0 (a mesma dificuldade), -1 (ligeiramente mais dificuldade), -2 (mais dificuldade), -3 (consideravelmente mais dificuldade), -4 (significativamente mais dificuldade) e -5 (não consegue funcionar). O resultado, corresponde ao somatório dos pontos obtidos (Oliveira, 2013).

- Avaliação Auditiva:

Todas as crianças cuja participação no estudo foi autorizada pelos respetivos responsáveis legais realizaram otoscopia, timpanograma e teste de audição. O teste de audição avaliou a capacidade de percecionar a 20 dB nas frequências de 1, 2 e 4 kHz. Este procedimento foi realizado na escola das crianças, em sala com ruído controlado conforme norma ISO 8253-1 - ≤40 dB(A).

Foram utilizados um otoscópio LuxaScope Auris LED e um impedancímetro GSI 39™ versão 3, que possibilita a realização do timpanograma e do teste de audição mencionado. Todos os equipamentos estavam devidamente calibrados à data da avaliação.

- Aplicação do P-THAAS:

O P-THAAS foi administrado em campo livre, com as palavras apresentadas por meio de dois altifalantes da marca HP, posicionados a um metro da criança, formando um triângulo equilátero (ângulo de 60° entre os ouvidos e a fonte sonora). Os altifalantes estavam acoplados a um computador da marca ASUS, responsável pela reprodução dos estímulos. O volume dos dois altifalantes foi sempre de 80% e o do computador de 100%, mantendo-se assim as condições de estimulação para todas as crianças. Antes do início do teste, as crianças foram instruídas e ensaiadas a levantar a mão sempre que ouvissem o estímulo-alvo, a palavra "não", de modo a assegurar a compreensão do procedimento. As respostas foram registadas manualmente em uma folha de protocolo, assinalando-se com um "X" cada palavra em que a criança levantasse a mão.

Na análise do desempenho no P-THAAS foram analisados quatro parâmetros: erro de desatenção, erro de impulsividade, pontuação total de erros e decréscimo de vigilância.

Os erros de desatenção ocorrem na ausência de resposta (não levantar a mão) à palavra "não". Os erros de impulsividade ocorrem quando há respostas (levantar a mão) a outras palavras que não a palavra-alvo. A pontuação total de erros resulta da soma dos erros de desatenção e impulsividade. O decréscimo de vigilância é calculado pela diferença entre o número de respostas

The study began with the distribution of a short questionnaire to parents or legal guardians, collecting information on the child's age, sex, grade level, and presence of special educational needs. Simultaneously, teachers were asked to complete the auditory attention subscale of the Children's Auditory Performance Scale (P-CHAPPS), translated and adapted to European Portuguese by Oliveira (2013).

The P-CHAPPS aims to quantify children's listening behaviours by comparing each child's performance with that of peers of the same age and similar socio-cultural background—in this case, classmates from the same grade (one class per grade). Each response option is assigned a score: +1 (less difficulty), 0 (same difficulty), −1 (slightly more difficulty), −2 (more difficulty), −3 (considerably more difficulty), −4 (significantly more difficulty), and −5 (unable to function). The total score corresponds to the sum of all response values (Oliveira, 2013).

- Auditory Assessment:

All children whose participation was authorized by their legal guardians underwent otoscopy, tympanometry, and hearing testing. Hearing thresholds were evaluated at 20 dB for frequencies of 1, 2, and 4 kHz. The assessments were conducted in the children's schools, in rooms with controlled noise levels compliant with ISO 8253-1 standards (≤40 dB(A)).

A LuxaScope Auris LED otoscope and a GSI 39™ version 3 impedance audiometer were used, enabling both tympanometry and hearing threshold testing. All equipment was properly calibrated at the time of data collection.

- Administration of the P-THAAS:

The P-THAAS was administered in a free-field setting. The stimuli were presented through two HP loudspeakers positioned one meter from the child, forming an equilateral triangle (60° angle between the ears and the sound source). The loudspeakers were connected to an ASUS computer responsible for stimulus playback. The loudspeaker volume was set at 80 % and the computer volume at 100 %, ensuring identical sound conditions for all participants.

Before the test, children were instructed and trained to raise their hand each time they heard the target word "não", ensuring full understanding of the task. Responses were recorded manually on a protocol sheet, marking an "X" for each word to which the child responded.

Performance on the P-THAAS was analysed across four parameters: inattention errors, impulsivity errors, total error score, and vigilance decrement.

Inattention errors occurred when the child failed to respond (did not raise their hand) to the target word "não." Impulsivity errors occurred when the child responded to non-target words. The total error score corresponded to the sum of inattention and impulsivity errors. Vigilance decrement was calculated as the difference between the number of correct responses to "não" in the first and last 100-word lists, quantifying the decline in attention throughout the test. The primary performance variables were total error score and vigilance decrement.

2.4 STATISTICAL ANALYSIS

Data analysis was performed using IBM SPSS Statistics (version 30). Continuous variables were described using mean,

corretas à palavra "não" na primeira e última apresentação da lista de 100 palavras, quantificando assim o declínio de atenção ao longo do teste. As variáveis primárias de desempenho são a pontuação total de erros e o decréscimo de vigilância.

2.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise dos dados foi realizada com o software IBM SPSS (versão 30). Variáveis contínuas foram descritas por média, mediana, desvio padrão e amplitude (mínimo–máximo), enquanto variáveis categóricas foram apresentadas em frequências absolutas (N) e percentagens (%).

A associação entre variáveis contínuas foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Comparações entre dois grupos independentes foram efetuadas pelo teste de Mann-Whitney, e entre três ou mais grupos pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido de análises post-hoc par-a-par (Dunn com correção de Bonferroni) quando indicado. Considerou-se $p < 0,05$ como estatisticamente significativo e valores entre 0,05 e 0,10 como marginalmente significativos.

3. RESULTADOS

Neste estudo, observou-se uma melhoria progressiva na vigilância auditiva e uma redução da pontuação total de erros ao longo dos anos de escolaridade. Por outro lado, os resultados da subescala de atenção auditiva do P-CHAPPS mostraram-se inconsistentes ao longo da escolaridade (Tabela 3).

median, standard deviation, and range (minimum–maximum), while categorical variables were expressed as absolute (N) and relative (%) frequencies.

Associations between continuous variables were evaluated using Pearson's correlation coefficient. Comparisons between two independent groups were performed with the Mann–Whitney test, and comparisons among three or more groups were conducted using the Kruskal–Wallis's test, followed by pairwise post-hoc analyses (Dunn's test with Bonferroni correction) when appropriate. A significance level of $p < 0.05$ was considered statistically significant, and p values between 0.05 and 0.10 were interpreted as marginally significant.

3. RESULTS

In this study, a progressive improvement in auditory vigilance and a reduction in the total error score were observed across school years. Conversely, the results of the auditory attention subscale of the P-CHAPPS were inconsistent throughout the different grade levels (Table 3).

Tabela/Table 3: Distribuição do Sexo das Crianças por Ano de Escolaridade/Descriptive statistics of auditory attention variables by school grade.

Ano de Escolaridade/Grade		Vigilância Auditiva/ Auditory vigilance	Pontuação Total de Erros/ Total error score	P-CHAPPS (atenção)/ P-CHAPPS (attention)
1º ano/st	N	9	9	9
	Média/Mean	1,00	13,22	-1,78
	Mediana/Median	,00	13,00	-2,00
	Desvio padrão/Standard deviation	1,66	6,06	2,17
	Mínimo/Minimum	-1	6	-5
	Máximo/Maximum	4	25	1
2º ano/nd	N	10	10	10
	Média/Mean	,10	9,10	4,70
	Mediana/Median	,00	8,50	8,00
	Desvio padrão/Standard deviation	,88	4,53	7,15
	Mínimo/Minimum	-1	3	-12
	Máximo/Maximum	2	15	8
3º ano/rd	N	10	10	10
	Média/Mean	,10	5,90	-2,67
	Mediana/Median	,00	5,50	,00
	Desvio padrão/Standard deviation	,57	2,47	4,55
	Mínimo/Minimum	-1	3	-11
	Máximo/Maximum	1	9	0
4º ano/th	N	6	6	6
	Média/Mean	,00	5,17	2,80
	Mediana/Median	,00	3,50	2,00
	Desvio padrão/Standard deviation	,00	4,88	3,03
	Mínimo/Minimum	0	0	0
	Máximo/Maximum	0	13	8

O estudo de correlação revelou uma relação negativa e estatisticamente significativa entre a pontuação total de erros e o ano de escolaridade, e uma correlação negativa marginalmente significativa entre vigilância auditiva e ano de escolaridade (Tabela 4), indicando que, com o avanço da escolaridade, os erros diminuem e o decréscimo da vigilância auditiva é menor.

The correlation analysis revealed a negative and statistically significant relationship between total error score and school grade, as well as a marginally significant negative correlation between auditory vigilance and school grade (Table 4). These findings indicate that, with increasing grade level, the number of errors decreases and the decline in auditory vigilance becomes smaller.

Tabela/Table 4: Correlação entre Ano de Escolaridade das crianças e as Variáveis de Atenção Auditiva/Correlation between children's school grade and auditory attention variables.

		Vigilância Auditiva/ Auditory vigilance	**Pontuação Total de Erros/ Total error score**
Ano de Escolaridade/ Grade	Correlação/Correlation	-.319	-.563**
	P	.062	<.001
	N	35	35

Considerando a idade das crianças (em meses), verificaram-se correlações negativas e estatisticamente significativas com a vigilância auditiva e a pontuação total de erros, indicando que, à medida que a idade aumenta, os erros diminuem e a redução da vigilância auditiva é menor (Tabela 5).

Considering the age of the children (in months), negative and statistically significant correlations were found with auditory vigilance and total error score, indicating that as age increases, errors decrease and the decline in auditory vigilance is smaller (Table 5).

Tabela/Table 5: Correlação entre Idade (meses) das crianças e as Variáveis de Atenção Auditiva/Correlation between children's Age (months) and Auditory Attention Variables.

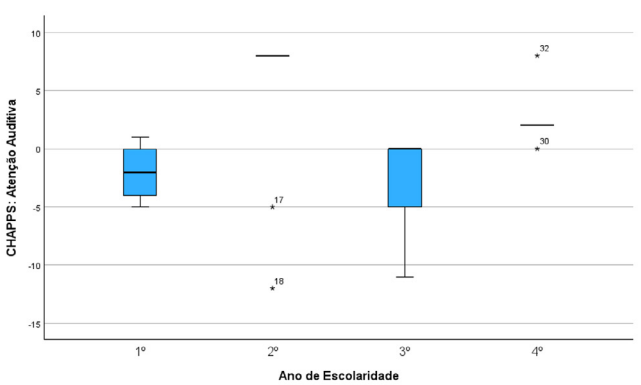
		Vigilância Auditiva/ Auditory vigilance	**Pontuação Total de Erros/ Total error score**
Idade (meses)/ Age (months)	Correlação/Correlation	-.362*	-.553**
	P	.033	<.001
	N	35	35

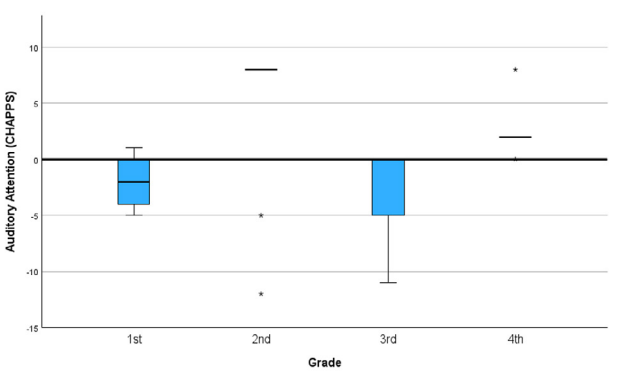
O sexo das crianças apresentou correlações muito fracas com a vigilância auditiva e o número de erros. Não foram ainda observadas diferenças estatisticamente significativas entre o sexo masculino e o sexo feminino em relação a essas variáveis.

Na subescala de atenção auditiva da P-CHAPPS, apenas o 2.º ano apresentou scores significativamente superiores ao 1.º (p = 0,031). Não houve diferenças significativas entre os demais anos. O Gráfico 1 evidencia ampla variabilidade ao longo da escolaridade, indicando que o progresso inicial não se mantém consistentemente.

The sex of the children showed very weak correlations with auditory vigilance and the number of errors. No statistically significant differences were observed between males and females regarding these variables.

In the auditory attention subscale of the P-CHAPPS, only the 2nd grade showed significantly higher scores than the 1st grade (p = 0.031). No significant differences were found among the other grades. Graph one shows wide variability throughout schooling, indicating that initial progress is not consistently maintained.





Gráfico/Graph 1: CHAPPS: Atenção Auditiva ao Longo da Escolaridade/Auditory Attention (CHAPPS) Across School Years.

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como principal objetivo avaliar a atenção auditiva em crianças do 1º ciclo, com base no Teste de Habilidade da Atenção Auditiva Sustentada (P-THAAS) e na subescala de atenção auditiva da P-CHAPPS. A análise dos resultados permitiu observar o comportamento destas tendências ao longo do 1ºciclo. Nesta parte, os resultados obtidos serão discutidos tendo em conta a evidência científica.

Os dados obtidos perante o P-THAAS sobre a pontuação total de erros, demonstram que, esta foi maior no 1º ano e menor no 4º ano, o que significa que à medida que se avança no ano, a pontuação total de erros vai diminuindo. Isto indica que, as crianças mais velhas cometem menos erros em comparação com as crianças mais novas, o que pode indicar uma melhoria da atenção auditiva ao longo do 1º ciclo. Esta tendência é significativa com correlação negativa entre o ano escolar e a pontuação total de erros (r= -0,563; p= 0,000) e significativa com correlação negativa entre a idade e a pontuação total de erros (r= -0,553; p=0,001).

Estes resultados então em concordância com um estudo feito por Feniman et al. (2007) que teve como objetivo avaliar a atenção auditiva sustentada por meio do THAAS num grupo de 280 crianças com idades compreendidas entre os 6 a 11 anos. Neste estudo, ficou demonstrado que as crianças mais novas (6-8 anos) cometeram uma maior pontuação total de erros relativamente às crianças mais velhas (9-10 anos).

Importa referir ainda, estudos de neuroimagem e desenvolvimento cognitivo (Diamond, 2013; Casey et al., 2005) demonstraram que as crianças mais novas têm uma maior tendência de responder impulsivamente e a distraírem-se mais facilmente do que as crianças mais velhas. Esta evolução está diretamente associada ao amadurecimento do córtex pré-frontal, região crítica para o controle inibitório e autorregulação (Zelazo et al., 2016).

A vigilância auditiva é calculada pela subtração do número de respostas certas na primeira apresentação (1ª) da lista com as respostas certas da última apresentação (6ª), ou seja, é o declínio da atenção que ocorre durante um período durante a execução de uma tarefa, pelo que, um resultado perto do zero demonstra que a criança conseguiu mantê-la durante a realização do teste.

No caso em apreço, ao analisar os resultados obtidos, podemos observar que o 1º ano teve uma maior oscilação na vigilância enquanto nos anos mais avançados, especialmente no 4º ano demonstra vigilância nula, mantendo um número de acertos constantes durante o teste. Isto sugere que à medida que a escolaridade avança há uma evolução positiva na capacidade de manter a atenção auditiva sustentada ao longo do tempo.

A correlação entre o ano escolar e a vigilância auditiva apresentou significância marginal (r = -0,319; p = 0,062), enquanto a correlação com a idade em meses foi estatisticamente significativa (r = -0,362; p = 0,033). Esses resultados indicam uma evolução positiva da atenção auditiva ao longo da escolaridade. Este padrão entra em concordância com um estudo feito por Fenimen (2005), que aplicou um teste de atenção auditiva FC2 em 280 crianças normo-ouvintes, de ambos os sexos, com idade compreendida entre os 6 e 11 anos,

4. DISCUSSION

The primary aim of this study was to examine auditory attention in primary school children, using the Sustained Auditory Attention Ability Test (P-THAAS) and the auditory attention subscale of the P-CHAPPS. Analysis of the results allowed for the observation of developmental trends throughout the primary school years. In this section, the findings are discussed in the context of the existing scientific literature.

Data from the THAAS concerning total error scores indicate that errors were higher in the first grade and lower in the fourth grade, suggesting that as children progress through school, the total number of errors decreases. This finding implies that older children make fewer errors compared to younger children, reflecting an improvement in auditory attention across the primary school years. This trend is statistically significant, with a negative correlation between school year and total error score ($r = -0.563$; $p < 0.001$), and a significant negative correlation between age and total error score ($r = -0.553$; $p = 0.001$).

These results are consistent with Feniman et al. (2007), who evaluated sustained auditory attention using the THAAS in a cohort of 280 children aged 6–11 years. Their study demonstrated that younger children (6–8 years) exhibited higher total error scores compared to older children (9–10 years).

Neuroimaging and cognitive development research (Diamond, 2013; Casey et al., 2005) further suggests that younger children are more prone to impulsive responses and distraction than older children. This developmental trajectory is linked to maturation of the prefrontal cortex, a critical region for inhibitory control and self-regulation (Zelazo et al., 2016).

Auditory vigilance is calculated by subtracting the number of correct responses on the first presentation of the list from those on the last presentation, representing the decline in attention over the course of a task. A result close to zero indicates that the child was able to maintain attention throughout the test.

In the present study, first graders demonstrated greater fluctuation in vigilance, whereas older children, particularly those in fourth grade, showed minimal decline, maintaining a consistent number of correct responses throughout the test. This suggests that sustained auditory attention improves as children advance through school.

The correlation between school year and auditory vigilance was marginally significant ($r = -0.319$; $p = 0.062$), while the correlation with age in months reached statistical significance ($r = -0.362$; $p = 0.033$). These findings indicate positive developmental progression in auditory attention. This pattern aligns with Feniman (2005), who applied the FC2 auditory attention test to 280 normal-hearing children aged 6–11 years and observed a decline in vigilance across all ages, which was more pronounced in older children. Feniman emphasised that reduced variability in responses serves as a key indicator of attentional maturation.

The impact of school experience is also noteworthy. As children progress through grades, they are increasingly exposed to complex verbal instructions and prolonged listening

sem défice de atenção. Tendo demonstrado que o decréscimo da vigilância ocorreu para todas as idades, sendo mais evidente nas crianças mais velhas. A autora neste estudo concluiu e realça que a redução da variabilidade nas respostas é um dos principais indicadores da maturação da atenção.

Outro aspeto importante a avaliar neste tipo de estudo é o impacto da experiência escolar, que nos diz, que à medida que as crianças avançam de ano, são progressivamente expostas a instruções verbais complexas e a tarefas de escuta prolongadas, favorecendo a longo prazo a vigilância auditiva (Diamond, 2013; Stevens & Bavelier, 2012). Neste contexto, Moore et al. (2013) e Shinn-Cunningham (2008) salientam a forte ligação entre o processamento auditivo central e as funções cognitivas, tais como, a atenção sustentada, a memória do trabalho e o controlo inibitório. Além disso, Chermak et al. (2017) evidenciam que, o desenvolvimento da vigilância não é um processo isolado, precisa da prática constante de atividades auditivas para a consolidação daquelas competências, permitindo que a criança desenvolva estratégias mais eficazes ao longo do tempo. Assim os resultados obtidos poderão refletir não apenas a maturação da atenção, mas também o reforço continuo das funções auditivas e cognitivas através das exigências do contexto escolar. Apesar dos resultados obtidos sobre a correlação entre a vigilância auditiva e o ano de escolaridade não terem alcançado significância estatística, é importante realçar que os valores de p ficaram muito próximos do limiar da significância estatística. Este resultado indica que existe uma evolução positiva da capacidade de manter a atenção ao longo do tempo. Ainda assim, é provável que o tamanho reduzido da amostra, tenha influenciado este resultado, limitando o poder estatístico da análise.

Em relação aos resultados obtidos dos valores médios através da subescala da atenção auditiva da P-CHAPPS, esta apresenta grande variação ao longo dos anos de escolaridade. Apenas se verificou diferença significativa entre o 1º e 2º ano de escolaridade.

Estes resultados podem ser explicados pelo facto da P-CHAPPS ser uma avaliação subjetiva. O estudo feito na dissertação de Oliveira (2013) focou-se na tradução e validação da escala CHAPPS para português europeu. A pesquisa envolveu 154 participantes dos quais 125 eram responsáveis legais e 29 eram professores do 1ºciclo. A P-CHAPPS obteve uma excelente consistência interna (α = 0,950) e a validação demonstrou que a escala é útil para detetar possíveis dificuldades auditivas, mas reforça que esta deve ser usada em conjunto com outros instrumentos, pois reflete a perceção do adulto sobre o comportamento da criança, a qual é influenciada por fatores externos como a relação aluno-professor, o ambiente escolar e o estilo de ensino de cada professor.

Assim, a variabilidade dos resultados da P-CHAPPS não reflete necessariamente uma instabilidade na atenção auditiva nas crianças, mas sim a variabilidade de como os professores interpretam, percebem e relatam esse comportamento. Esta discrepância entre os resultados da P-CHAPPS e do P-THAAS reforça o valor de uma abordagem multidimensional, combinando as avaliações objetivas com as subjetivas, para uma avaliação mais precisa.

Por fim, na análise das correlações entre idade, ano de

tasks, which over time support the development of auditory vigilance (Diamond, 2013; Stevens & Bavelier, 2012). Moore et al. (2013) and Shinn-Cunningham (2008) highlight the strong relationship between central auditory processing and cognitive functions such as sustained attention, working memory, and inhibitory control. Moreover, Chermak et al. (2017) note that the development of vigilance is not an isolated process; it requires consistent practice in auditory tasks to consolidate these skills, allowing children to develop more effective strategies over time. Consequently, the results may reflect not only attentional maturation but also the ongoing reinforcement of auditory and cognitive functions through the demands of the school environment.

Although the correlation between auditory vigilance and school year did not reach statistical significance, the p-values were close to the threshold, suggesting positive developmental trends. The small sample size may have influenced this outcome, limiting the statistical power of the analysis.

Regarding the P-CHAPPS auditory attention subscale, considerable variation was observed across school years, with a significant difference noted only between the 1st and 2nd grades. This variability reflects the subjective nature of the instrument. Oliveira (2013) described the translation and validation of the CHAPPS scale for European Portuguese, involving 154 participants (125 legal guardians and twenty-nine primary school teachers). The P-CHAPPS demonstrated excellent internal consistency (α = 0.950), confirming its utility in identifying potential auditory difficulties. However, the instrument reflects adult perceptions of the child's behaviour, which may be influenced by factors such as teacher-student relationships, classroom environment, and teaching style.

Therefore, variability in P-CHAPPS results does not necessarily indicate instability in children's auditory attention, but rather differences in how teachers perceive and report behaviour. This discrepancy between P-CHAPPS and THAAS results highlights the value of a multidimensional approach, combining objective and subjective assessments to achieve a more accurate evaluation.

Finally, analysis of correlations between age, school year, and auditory attention measures (vigilance and total errors) demonstrated significant improvement with increasing age. This pattern, consistent with school progression, aligns with findings by Feniman et al. (2007) regarding the development of attention with age.

No significant correlations or differences were found with respect to sex, indicating that this variable does not influence the measures of auditory attention assessed. These results corroborate those of Feniman et al. (2007), who similarly reported no significant sex differences in THAAS performance.

5. CONCLUSION

In conclusion, this study indicates that:

- The P-THAAS, in terms of both total score and auditory vigilance, demonstrates a clear developmental pattern in auditory attention across primary school years, with older children making fewer errors and showing more consistent performance.

escolaridade e medidas de atenção auditiva (vigilância auditiva e número de erros), verificou-se uma melhoria significativa do desempenho com o aumento da idade. Este padrão, consistente com o avanço da escolaridade era esperado dada a forte correlação entre as variáveis, corrobora os achados de Feniman et al. (2007) sobre a evolução da atenção com a idade.

Quanto ao sexo, não foram identificadas correlações nem diferenças significativas entre grupos, sugerindo que esta variável não influencia as medidas de atenção avaliadas. Estes resultados vão ao encontro do estudo de Feniman et al. (2007) que igualmente não encontraram diferenças significativas entre o sexo masculino e o sexo feminino no desempenho de THAAS.

5. CONCLUSÃO

Neste estudo podemos concluir que:

- Os resultados obtidos no teste Habilidade da Atenção Auditiva Sustentada (P-THAAS) tanto na pontuação total como na vigilância auditiva evidenciam um padrão de evolução ao longo dos anos de escolaridade da atenção auditiva, sendo que as crianças mais velhas apresentaram menor número de erros e desempenho mais consistente durante a aplicação do teste.

- Os resultados da subescala da atenção auditiva da P-CHAPPS apresentaram maior variabilidade, provavelmente, devido ao carácter subjetivo do instrumento, uma vez que depende da perceção do professor que a utiliza relativamente ao próprio aluno e ao ambiente externo envolvente.

- O teste P-THAAS apresenta resultados equivalentes ao original, constituindo um método confortável e não agressivo para avaliar a atenção sustentada em crianças.

Ressalta-se como limitação do estudo o reduzido número de crianças incluídas na amostra e a ausência de controle sobre fatores externos, como o cansaço, a motivação e o estado psicológico das crianças.

Para estudos futuros, poderá ser importante realizar estudos longitudinais para avaliar a trajetória de desenvolvimento da atenção auditiva nas mesmas crianças. Seria igualmente pertinente verificar o comportamento da atenção auditiva em crianças com dificuldades de aprendizagem ou com défice de atenção.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse relacionados com este estudo.

CONTRIBUIÇÕES AUTORAIS

Conceptualização, C.S. e M.S; metodologia, C.S. e M.S; software, C.S. e M.S; validação, C.S. e M.S ; análise formal, C.S. e M.S; investigação, C.S. e M.S ; recursos, C.S. e M.S ; curadoria de dados, C.S; redação - preparação do draft original, M.S ; redação - revisão e edição, C.S. e M.S ; visualização, C.S. e M.S; supervisão, M.S.; coordenação do projeto, M.S. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

- The P-CHAPPS auditory attention subscale exhibits greater variability, due to its subjective nature, as results depend on teachers' perceptions of individual students and their learning environments.

- The P-THAAS provides results comparable to the original test and offers a comfortable, non-invasive method for assessing sustained attention in children.

Limitations of this study include the small sample size and lack of control over external factors such as fatigue, motivation, and children's psychological state.

Future research would benefit from longitudinal studies to track the development of auditory attention in the same cohort and to examine attention patterns in children with learning difficulties or attention deficits.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interest in relation to this study.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Conceptualisation, C.S. and M.S.; methodology, C.S. and M.S.; software, C.S. and M.S.; validation, C.S. and M.S.; formal analysis, C.S. and M.S.; investigation, C.S. and M.S.; resources, C.S. and M.S.; data curation, C.S.; writing – preparation of the original draft, M.S.; writing – revision and editing, C.S. and M.S.; visualisation, C.S. and M.S.; supervision, M.S.; project coordination, M.S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

American Speech-Language-Hearing Association. Central auditory processing disorders — the role of the audiologist [Position Statement]. American Speech-Language-Hearing Association, 2005. Disponível em: www.asha.org/policy.

Casey BJ, Tottenham N, Liston C, Durston S. Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? Trends Cogn Sci

9(3):104-110, 2005. https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.01.011

Chermak GD, Musiek FE, Bamiou DE. Behavioral assessment of the central auditory nervous system. Handb Clin Neurol 129:389-404, 2017.

Corbetta M, Shulman GL. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. Nat Rev Neurosci 3(3):201-215, 2002. https://doiorg/10.1038/nrn755

Diamond A. Executive functions. Annu Rev Psychol 64:135-168, 2013. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Feniman MR. Aplicação do teste de atenção auditiva FC 2 em crianças ouvintes normais. In: Resumos. São Paulo: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2005.

Feniman MR, Ortelan RR, Lauris JR, Campos CF, Cruz MS. A proposed behavioral tool to assess sustained auditory attention. Braz J Otorhinolaryngol 73(4):523-527, 2007. https://doi.org/10.1016/S1808-8694(15)30104-X

Fritz JB, Elhilali M, David SV, Shamma SA. Auditory attention — focusing the searchlight on sound. Curr Opin Neurobiol 17(4):437-455, 2007. https://doi.org/10.1016/j.conb.2007.07.011

Keith RW. Auditory Continuous Performance Test (ACPT) [Database record]. APA PsycTests; 1994. https://doi.org/10.1037/t14966-000

Knudsen EI. Fundamental components of attention. Annu Rev Neurosci 30:57-78, 2007. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094256

Moore DR, Hunter LL. Auditory processing disorder (APD) in children: a marker of neurodevelopmental syndrome. Hear Balance Commun 11(3):160-167, 2013. https://doi.org/10.3109/21695717.2013.821756

Oliveira GCC. Contribuição para a validação da escala Children's Auditory Processing Performance Scale para a população portuguesa [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra; 2013. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/13564

Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. Annu Rev Neurosci 35:73-89, 2012. https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525

Raver SA, Childress D. Family-centered early intervention. Baltimore: Brookes Publishing; 2014. Disponível em: https://brookespublishing.com/wp-content/uploads/2021/06/collaboration-and-teamwork-with-families.pdf.

Raz A, Buhle J. Typologies of attentional networks. Nat Rev Neurosci 7(5):367-379, 2006. https://doi.org/10.1038/nrn1903

Sarter M, Givens B, Bruno JP. The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. Brain Res Rev 35(2):146-160, 2001. https://doi.org/10.1016/S0165-0173(01)00044-3

Shinn-Cunningham BG. Object-based auditory and visual attention. Trends Cogn Sci 12(5):182-186, 2008. https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.02.003

Stevens C, Bavelier D. The role of selective attention on academic foundations: a cognitive neuroscience perspective. Dev Cogn Neurosci 2 Suppl 1: S30-S48, 2012. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.11.001

Theeuwes J. Top-down and bottom-up control of visual selection. Acta Psychol 135(2):77-99, 2010. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.02.006

Wickens CD. Multiple resources and mental workload. Hum Factors 50(3):449-455, 2008. https://doi.org/10.1518/001872008X288394

Zatorre RJ. There's more to auditory cortex than meets the ear. Hear Res 229(1-2):24-30, 2007. https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.01.018

Zelazo PD. The Dimensional Change Card Sort (DCCS): a method of assessing executive function in children. Nat Protoc 1(1):297-301, 2006. https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46