

TDAH E OS QUATRO PILARES DO APRENDIZADO: A TEORIA DE DEHAENE EM FOCO

ADHD AND THE FOUR PILLARS OF LEARNING: DEHAENE'S THEORY IN FOCUS

TDAH Y LOS CUATRO PILARES DEL APRENDIZAJE: LA TEORIA DE DEHAENE EN FOCO

*Gilmara Aparecida Santos Ribeiro
Terezinha Richartz*

Resumo: O processo ensino-aprendizagem de estudantes diagnosticados com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) relaciona-se, intrinsecamente, ao entendimento, por parte dos educadores, das características distintivas desses estudantes, bem como à implementação de estratégias pedagógicas adequadas que promovam sua efetiva aprendizagem. A revisão bibliográfica realizada revela que os estudantes com TDAH apresentam alterações nas funções executivas, especialmente nas relacionadas à flexibilidade mental, ao controle inibitório, ao planejamento e à memória de trabalho. Esses déficits cognitivos comprometem substancialmente seu desempenho acadêmico e a aquisição de conhecimentos. Objetiva-se neste artigo apresentar os Quatro Pilares do Aprendizado propostos por Stanislas Dehaene, cujos princípios fundamentados nas descobertas da Neurociência podem contribuir significativamente para construir uma aprendizagem mais significativa e eficaz para estudantes com TDAH. Os resultados apontam que a aplicação desses princípios oferece uma abordagem inovadora e cientificamente embasada que visa melhorar o processo de aprendizagem, considerando as necessidades específicas desse grupo de estudantes.

Palavras-chave: TDAH. Aprendizagem. Neurociência. Quatro Pilares do Aprendizado. Stanislas Dehaene.

Abstract: The teaching-learning process of students diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is intrinsically related to the understanding, by educators, of the distinctive characteristics of these students, as well as to the implementation of appropriate pedagogical strategies that promote their effective learning. The literature review revealed that students with ADHD present alterations in executive functions, especially those related to mental flexibility, inhibitory control, planning and working memory. These cognitive deficits substantially compromise their academic performance and knowledge acquisition. The objective of this article is to present the Four Pillars of Learning, proposed by Stanislas Dehaene, whose principles based on the discoveries of Neuroscience can significantly contribute to building more meaningful and effective learning for students with ADHD. The results indicate that the application of these principles offers an innovative and scientifically based approach that aims to improve the learning process, considering the specific needs of this group of students.

Keywords: ADHD. Learning. Neuroscience. Four Pillars of Learning. Stanislas Dehaene.

Resumen: El proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes diagnosticados con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) está intrínsecamente relacionado con la comprensión por parte

de los educadores de las características distintivas de estos estudiantes, así como con la implementación de estrategias pedagógicas adecuadas que promuevan su aprendizaje efectivo. La revisión bibliográfica realizada revela que los estudiantes con TDAH presentan cambios en las funciones ejecutivas, especialmente aquellas relacionadas con la flexibilidad mental, el control inhibitorio, la planificación y la memoria de trabajo. Estos déficits cognitivos comprometen sustancialmente su rendimiento académico y la adquisición de conocimientos. El objetivo de este artículo es presentar los Cuatro Pilares del Aprendizaje, propuestos por Stanislas Dehaene, cuyos principios basados en los descubrimientos de la Neurociencia pueden contribuir significativamente a construir aprendizajes más significativos y efectivos para estudiantes con TDAH. Los resultados indican que la aplicación de estos principios ofrece un enfoque innovador y con base científica que tiene como objetivo mejorar el proceso de aprendizaje, considerando las necesidades específicas de este grupo de estudiantes.

Palabras clave: TDAH. Aprendiendo. Neurociencia. Cuatro Pilares del Aprendizaje. Stanislas Dehaene.

1 INTRODUÇÃO

São vários os transtornos referentes ao desenvolvimento infantil que podem interferir no aprendizado dos estudantes. O nome atribuído pelo DSM-5 - Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais ao conjunto de transtornos é Transtornos do Neurodesenvolvimento. Na maioria das vezes, esses transtornos se manifestam na primeira infância, antes da entrada das crianças em ambientes escolares (American Psychiatric Association - APA, 2014).

Segundo os autores, observa-se que os transtornos resultam em prejuízos permanentes na vida dos estudantes por eles acometidos, influenciam nas atividades de vida diária, no âmbito social, na formação acadêmica e/ou profissional, comumente provocam alterações na aprendizagem e funções executivas e até no aspecto cognitivo e inteligência.

Mas, como promover condições de aprendizagem eficazes para estudantes com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH)? Considerando que esses estudantes apresentam dificuldades relacionadas à atenção, ao controle inibitório e à autorregulação, torna-se fundamental refletir sobre práticas pedagógicas que realmente favoreçam o acesso, permanência e participação desses estudantes na sala de aula regular.

Desenvolvemos este artigo com o objetivo de apresentar os Quatro Pilares do Aprendizado propostos por Stanislas Dehaene (2022), cujos princípios, fundamentados nas descobertas da Neurociência, podem contribuir significativamente para construir uma aprendizagem mais significativa e eficaz

para estudantes com TDAH no processo de ensino-aprendizagem nas salas de aula do ensino regular.

A fim de alcançar esse propósito, realiza-se um percurso metodológico de natureza qualitativa, sustentado em pesquisa bibliográfica, contemplando autores clássicos e contemporâneos da neurociência e educação. A partir da revisão de literatura, busca-se articular conhecimento teórico e prática pedagógica, oferecendo subsídios aos docentes para a criação de ambientes de aprendizagem verdadeiramente inclusivos.

2 TRANSTORNO DO DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE - TDAH

Segundo Rezende (2016), a história do TDAH tem sido descrita há aproximadamente 200 anos. A Figura 1 apresenta a linha do tempo do TDAH até o ano de 2021.

Figura 1 - História do TDAH.



Fonte: Adaptado de Rezende (2016).

A primeira descrição ocorreu por Alexandre Crichton (1763-1856). Em seu livro de 1798 sobre doenças mentais, dedicou um capítulo à atenção e disse haver variações de pessoa para pessoa, sendo que alguns indivíduos possuíam “Desatenção Patológica”. O teórico estabeleceu ainda que a desatenção diminuía com a idade e somente a “Desatenção Patológica”, identificada como mais intensa, realmente impedia o aprendizado (Rezende, 2016).

Já em 1845, o médico alemão Heinrich Hoffmann, escreveu um livro de histórias ilustradas. Nestas obras, as crianças apresentam inquietude, distração e agressividade, fazendo uma referência às manifestações do TDAH. Esse livro apresenta um personagem chamado Phil, o inquieto, e foi dado como presente a seu filho de 3 anos. Na história de Hoffmann não há uma abordagem clínica, mas há uma alusão ao transtorno (Lange *et al.*, 2010).

Conforme Lange *et al.* (2010), George Frederic Still (1868-1941), conhecido como o pai da pediatria britânica, em 1902, durante uma conferência, afirmou que algumas condições estão relacionadas a um defeito anormal de controle moral em crianças sem retardo mental ou qualquer problema físico. Salientou, ainda, que estas apresentavam-se desatentas (o que era relatado por pais e professores), impulsivas e imediatistas, sem comprometimento do intelecto. Em algumas delas, observavam-se atos de maldade contra animais e prazer em atormentar outras crianças ou adultos.

[...] um menino com defeito moral que repetia várias vezes o processo de dizer “boa noite” antes de perceber que o havia feito; o mesmo garoto muitas vezes colocava a bota no pé errado, aparentemente sem perceber. Outro menino, de seis anos, com evidente defeito moral, era incapaz de manter a atenção, mesmo num jogo, por mais do que um curto período de tempo e, como era de se esperar, o fracasso de atenção era muito perceptível na escola, fazendo com que em alguns casos a criança ficasse atrasada no desempenho escolar, embora nas maneiras e nas conversas comuns ele parecesse tão brilhante e inteligente quanto qualquer criança poderia ser (Still, 1902, p. 1166, *apud* Lange *et al.*, 2010).

Segundo Rezende (2016), no início do século XX ocorreu uma epidemia de encefalite aguda (1915 – 1930) e muitos médicos começaram a relacionar os problemas de comportamento aos danos causados no cérebro pela doença.

A Doença hipercinética da infância (Franz Kramer 1878–1967 e Hans Pollnow 1902–1943) foi descrita em 1932. E dois dos sintomas mais observados nas crianças com essa enfermidade eram agitação motora e irritabilidade quando ficavam descontentes. E essa descrição é muito parecida com a definição de hiperatividade, um dos sintomas do TDAH. Eles também observaram que algumas crianças não conseguiam manter o foco e outras possuíam um hiperfoco no seu assunto de interesse. Ademais, Kramer e Pollnow criaram uma descrição da doença hipercinética que se parece com o atual conceito de TDAH (Lange *et al.*, 2010).

Rezende (2016) cita que em 1937 surgiu o primeiro tratamento da hiperatividade com o uso da benzedrina – descoberta pelo psiquiatra infantil Charles Bradley (1902–1979) –, sendo a primeira droga administrada como estimulante a crianças hiperativas, alterando o comportamento e melhorando o desempenho escolar. Para o médico, as crianças mais beneficiadas seriam as com falta de atenção, discalculia, de humor instável, agitadas, impulsivas e de problemas de memória.

Em 1944, foi sintetizado pela primeira vez, um composto por Leandro Panizzon, batizado e comercializado em 1954 como “Ritalina”, em homenagem a sua esposa Rita, concorrendo mercadologicamente com o metilfenidato, muito utilizado até os dias de hoje (Lange *et al.*, 2010).

De 1940 a 1960 ocorre a discussão sobre o conceito de lesão versus disfunções cerebrais mínimas, relacionando o TDAH a outros transtornos. Já em 1968, a descrição do transtorno foi incluída na 2ª edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, sob o título de Reação Hipercinética da Infância, com os sintomas: agitação, distração e desatenção (Rezende, 2016).

Em 1970, com a publicação da 3ª edição do DSM, o transtorno foi renomeado para Transtorno de Déficit de Atenção (TDA) - ênfase para o déficit de atenção, com ou sem hiperatividade. A nomenclatura TDAH foi definida na década de 1980 para melhorar a conceituação e critérios, sendo renomeado para Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (Lange *et al.*, 2010).

Conforme Rezende (2016), na década de 1990, ocorreram estudos sobre bases neurológicas do TDAH que chegaram a algumas conclusões, dentre elas: a) o transtorno não é próprio da infância, podendo persistir na vida adulta; b) divisão em três subtipos: predominantemente desatento, hiperativo-impulsivo, e a combinação de ambos.

No DSM V, algumas alterações foram realizadas em relação à forma como o TDAH é compreendido e em seus conceitos, com a maioria dos critérios de diagnóstico mantidos. A principal mudança é a incorporação do TDAH à divisão de transtornos do neurodesenvolvimento.

Reconhece-se nos critérios de diagnósticos que essa condição não é somente da infância, podendo acompanhar o indivíduo na adolescência e na fase adulta, além de se diferenciar em níveis leve, moderado e grave (APA, 2013).

Pesquisas de neuroimagem descobriram um provável atraso de até três anos na maturação do córtex pré-frontal em pessoas com TDAH, e uma associação entre o TDAH e volume e ativação modificados nas áreas pré-frontais, responsáveis pelas funções executivas, com déficits de organização e autogerenciamento em sujeitos com TDAH, observando-se, portanto, um funcionamento executivo prejudicado (Barkley, 1997).

Barkley (1997), descobriu que o TDAH se origina da hipoatividade de uma área do cérebro, fornece recursos para o controle inibitório, a autorregulação, a auto-organização e a previsibilidade, e à medida que o indivíduo amadurece, essa área neurológica se desenvolve.

A hipoatividade decorre de um déficit na capacidade das pessoas preverem seu funcionamento diário, adaptar-se aos problemas do ambiente e preparar-se para o futuro. Barkley (1997) sugeriu, ainda, que o TDAH não se origina de um déficit de atenção, mas é o resultado de circuitos sinápticos modificados em determinadas áreas cerebrais, incluindo o neocórtex pré-frontal, o qual exerce papel crucial na regulação e no controle cognitivo. Como consequência, observou-se que os déficits de organização e autogerenciamento em indivíduos com TDAH estão ligados ao funcionamento executivo prejudicado.

Para Cosenza e Guerra (2011) e Hudson (2019), estudantes com TDAH podem apresentar características como as descritas no Quadro 1:

Quadro 1 - Características de TDAH.

Definição	❖ Ocorre devido a alterações no sistema nervoso, em alguns circuitos cerebrais conexos ao comportamento socioemocional; ❖ O cérebro e os circuitos neurotransmissores podem reduzir de tamanho até a adolescência ❖ noradrenalina e dopamina; ❖ Manifesta-se na infância, podendo persistir na vida adulta; ❖ Diagnosticado após 3 anos de idade; ❖ Afeta cerca de 5% da população, sobretudo na educação infantil;	❖ Fatores genéticos e ambientais influenciam o surgimento do transtorno; ❖ Caracteriza-se por disfunções executivas atencionais, emocionais, motivacionais, sociais e, às vezes, hiperatividade; ❖ São imaturos para a idade; ❖ Sintomas declinam com a idade, mas não há cura; ❖ Existem três tipos: Predominantemente desatento, hiperativo-impulsivo e apresentação combinada.
Como identificar um estudante com TDAH?	Predominantemente desatento	Predominantemente hiperativos/impulsivos
	❖ Distrai-se com facilidade; ❖ Dificuldade em organização e planejamento; ❖ Dificuldade em concentrar-se; ❖ Pula de uma tarefa para outra; ❖ Falha no processamento auditivo; ❖ Falha em concluir tarefas apesar do esforço; ❖ Erros "bobos" por desatenção ❖ Apresenta inquietude, mexendo pernas ou mãos, fica distraído; ❖ Ansiedade com tiques motores.	❖ Sai do lugar constantemente; ❖ Impulsividade descontrolada; ❖ Faz "gracinha", é exibido; ❖ Não organiza seus materiais; ❖ Conversa em excesso; ❖ Grita na sala de aula, é irritado e impaciente; ❖ Pode ser ansioso e agitado; ❖ Gosta de correr riscos, é rebelde.
Aspectos positivos em estudantes com TDAH	❖ Têm ideias inovadoras, sendo muito criativos; ❖ Na maioria das vezes, são amáveis, amigáveis e extrovertidos; ❖ Apresentam disponibilidade, boa vontade quando é do seu interesse; ❖ Podem ter paixão por algum assunto, esporte ou hobby; ❖ Podem ser excelentes em atuação, danças e esportes; ❖ São justos e imparciais; ❖ Quando designados para algo, mostram-se à altura do desafio; ❖ São bons com crianças mais novas.	

Fonte: Adaptado de Cosenza e Guerra (2011); Hudson (2019).

Cosenza e Guerra (2011) e Hudson (2019) revelam que, além de se conhecer as características do TDAH, o mais importante é propor estratégias, ambientes

de aprendizagem e intervenções que surtem efeito na aprendizagem, como demonstra o Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Estratégias de intervenções com estudantes com TDAH.

- ❖ Converse com a família, busque saber se o estudante faz algum acompanhamento, toma medicamentos, faz psicoterapia;
- ❖ Mostre ao estudante que você acredita nele e em sua capacidade;
- ❖ Valorize seu intelecto e a participação nas aulas, dê feedback positivos;
- ❖ Trabalhos em grupos podem ajudá-lo na interação interpessoal;
- ❖ Tenha sempre regras claras e demonstre firmeza nas atitudes;
- ❖ Mostre que você se importa com ele e que pode ajudá-lo individualmente;
- ❖ Dê aulas dinâmicas e tenha uma rotina para que ele consiga acompanhar;
- ❖ Sente-os na frente da sala de aula, longe das janelas e portas;
- ❖ Uma bolinha antiestresse pode impedir que se mexa sem parar na carteira;
- ❖ Faça combinados e adaptações na quantidade de atividades;
- ❖ Sempre dê informações claras e precisas;
- ❖ Permita que ele distribua as atividades, busque algo lá fora, vá tomar água.
- ❖ Aprenda a ver os sinais de estresse do estudante, bem como ansiedade e irritabilidade;
- ❖ Seja claro com as regras da turma, mostre o que é louvável e o que é inaceitável;
- ❖ Seja coerente, não prometa aquilo que você não pode cumprir, o melhor é produzir as regras e as consequências com a turma;
- ❖ Tente permanecer calmo e emocionalmente equilibrado;
- ❖ Escolha punições sensatas para o mal comportamento, de preferência com a ajuda dos estudantes;
- ❖ Tente evitar discussões com o estudante;
- ❖ Caso necessite, saia da sala, peça alguém para ficar no seu lugar, respire.
- ❖ Não guarde rancor. Isto é próprio da condição do estudante que precisa de limite e ao mesmo tempo alguém que demonstre afetividade.

Fonte: Adaptado de Cosenza e Guerra (2011); Hudson (2019).

Hudson (2019) ressalta que o TDAH necessita de acompanhamento médico, cabendo aos profissionais de saúde a escolha do tratamento adequado ao paciente, podendo ser através de:

- Medicamentos (neuroestimulantes): comumente prescritos; o mais usado, segundo Cosenza e Guerra (2011), é o metilfenidato (Ritalina), havendo também outras drogas mais recentes. Este medicamento costuma ajudar nos distúrbios de comportamento, autoestima, interação familiar e social;

- Terapia cognitivo-comportamental: a psicoterapia, também segundo Cosenza e Guerra (2011) e Hudson (2019), se mostra eficaz, pois ajuda o aluno a repensar suas atitudes e buscar estratégias para lidar com elas;
- Dieta: para Hudson (2019), a dieta tem se mostrado aliada aos outros tratamentos, principalmente quanto à eliminação de açúcar, corantes alimentares, aditivos químicos e glúten;
- Técnicas de relaxamento como mindfulness, meditação, yoga: auxiliam no controle inibitório, hiperatividade, foco, ansiedade e estresse (Hudson, 2019).

Segundo Ranña (2019), existe um grande número de diagnósticos de TDAH na atualidade, respondendo a várias maneiras de sofrimento na infância. Diversas crianças estão sendo diagnosticadas com o TDAH, mas ao diagnosticar, estão esquecendo que crianças podem ter sentimentos, como tristeza, medo e raiva. Há, em alguns casos, crianças com falta de limites que ainda podem ter outros transtornos ou serem mais agitadas que as demais.

Há um constante pedido de laudo pela escola e pela família. Entendemos que algumas famílias utilizam o diagnóstico para “provar” ou “justificar” o comportamento da criança, o que, de certa forma, dá um certo alívio aos pais, uma vez que encontrar um suposto distúrbio orgânico, que pode ser medicado, os torna “esperançosos” de estarem ajudando a criança. Em relação às escolas, a demanda dos professores e diretores ocorre com frequência para possibilitar que o aluno tenha acesso a serviços públicos de saúde, assim como na própria escola para justificar reforço e atendimento especializado, ou ainda mais verba pública por aluno, quando matriculados no Atendimento Educacional Especializado (AEE) (Pereira; Nascimento, 2023, p. 14).

A partir do diagnóstico, muitas vezes ocorre a medicação do aluno, mas seria a equipe multidisciplinar, com testes e profissionais adequados, que deveria ter avaliado essa criança? E o problema das drogas com reações adversas? Ranña (2019) adverte que o estudante deve ser acompanhado e diagnosticado como um todo e que a medicação deve ter prescrição com data de início e de término e não ser tomada indiscriminadamente. Além disso, lembra sobre a “intoxicação digital” que está tornando os estudantes mais agitados, agressivos e intolerantes.

Cunha *et al.* (2022) enfatizam que o uso desde a primeira infância de telas e a exposição por longo tempo estão causando mudanças de comportamento, na maturação cognitiva, alimentação e sono da maioria dos alunos.

Em seu livro *Inteligente, mas disperso*, Dawson e Guare (2022) discorrem sobre as habilidades executivas essenciais a serem desenvolvidas nas pessoas. Estas habilidades são primordiais para o desenvolvimento das funções operacionais e criação de estratégias de resolução de problemas no dia a dia. Eles desenvolveram um esquema com 11 habilidades, a saber:

- a) Inibição de resposta; b) Memória de Trabalho; c) Controle Emocional; d) Atenção Sustentada; e) Inicialização de tarefas; f) Planejamento/priorização; g) Organização; h) Administração do Tempo; i) Persistência orientada por metas; j) Flexibilidade; l) Metacognição (Dawson; Guare, 2022, p. 21).

O estudante com diagnóstico de TDAH tem algumas habilidades executivas prejudicadas, causando um problema de autorregulação. A habilidade mais afetada, segundo Dawson e Guare (2022), é a inibição de resposta, tão importante que impacta outras habilidades, como: atenção sustentada, memória de trabalho, inicialização de tarefas, persistência orientada por metas, administração do tempo.

[...] se ela tem TDAH, é provável que seus pais e professores tenham notado fraquezas significativas nesse grupo de funções executivas. E se essas fraquezas existem provavelmente a criança tem TDAH. Condizentes com essas descobertas, novos estudos sobre o cérebro sugerem que os sistemas frontais das crianças com esse transtorno podem ter diferenças na composição física e química que as distinguem de outras crianças. Em algumas delas, essas diferenças representam atraso no desenvolvimento de 2 a 3 anos depois de seus colegas. Para outras crianças com TDAH, no entanto, essa maturação não ocorre e as fraquezas persistem na idade adulta (Dawson; Guare, 2022, p. 33).

Neste contexto, o desenvolvimento das funções executivas é imprescindível no mecanismo de controle cognitivo, que norteia e regula o comportamento humano de maneira adaptativa, oportunizando mudanças céleres e adaptáveis diante de novas imposições do ambiente (Almeida, 2019).

3 OS QUATRO PILARES DO APRENDIZADO, SEGUNDO DEHAENE

Estudantes com TDAH apresentam déficits cognitivos que comprometem substancialmente seu desempenho acadêmico e a aquisição de conhecimentos. Os Quatro Pilares do Aprendizado, propostos por Stanislas Dehaene (2022), cujos princípios são fundamentados nas descobertas da Neurociência, podem contribuir significativamente para a construção de uma aprendizagem mais

significativa e eficaz para os estudantes com TDAH. A aplicação desses princípios oferece uma abordagem inovadora e cientificamente embasada que visa melhorar o processo de aprendizagem, considerando as necessidades específicas desse grupo de estudantes.

3.1 Atenção

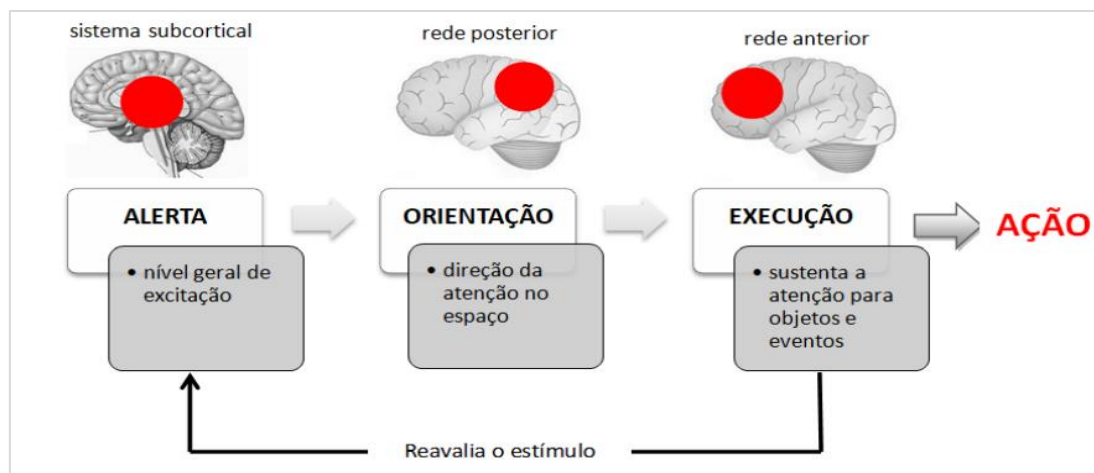
A atenção não deixa as informações congestionadas, já que age como um enorme filtro, executando uma triagem e, assim, seleciona o que considera essencial. A atenção passa por estados chamados fundamentais: alerta e vigilância, distração e seleção, filtragem e orientação (Dehaene, 2022).

Prestar atenção é focalizar a consciência, concentrando os processos mentais em uma única tarefa principal e colocando as demais em segundo plano. É natural intuir que essa ação focalizadora só se torna possível porque conseguimos sensibilizar seletivamente um conjunto de neurônios de certas regiões cerebrais que executam a tarefa principal, inibindo as demais. Isso significa que a atenção tem dois aspectos principais: (1) a criação de um estado geral de sensibilização, conhecido atualmente como alerta, e (2) a focalização desse estado de sensibilização sobre certos processos mentais e neurobiológicos - a atenção propriamente dita (Lent, 2010, p. 631).

É por isso que todo estudante precisaria aprender a prestar atenção – e é também por isso que os professores precisariam dar mais atenção à atenção! Se os estudantes não se concentram na informação correta, é muito provável que não aprendam nada. Um dos maiores talentos de um professor consiste em saber canalizar e captar constantemente a atenção das crianças, de modo a guiá-las corretamente (Dehaene, 2022, p. 209).

Posner (1994), ao utilizar as técnicas de Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) e Imagem por Ressonância Magnética Funcional (IRMF), descobriu que existem três redes diferenciadas da atenção: a rede de alerta, a de orientação atencional (sistema posterior) e a executiva atencional (sistema anterior), (Figura 2).

Figura 2 - Redes diferenciadas da Atenção.



Fonte: Fonseca; Silva; Silva (2021).

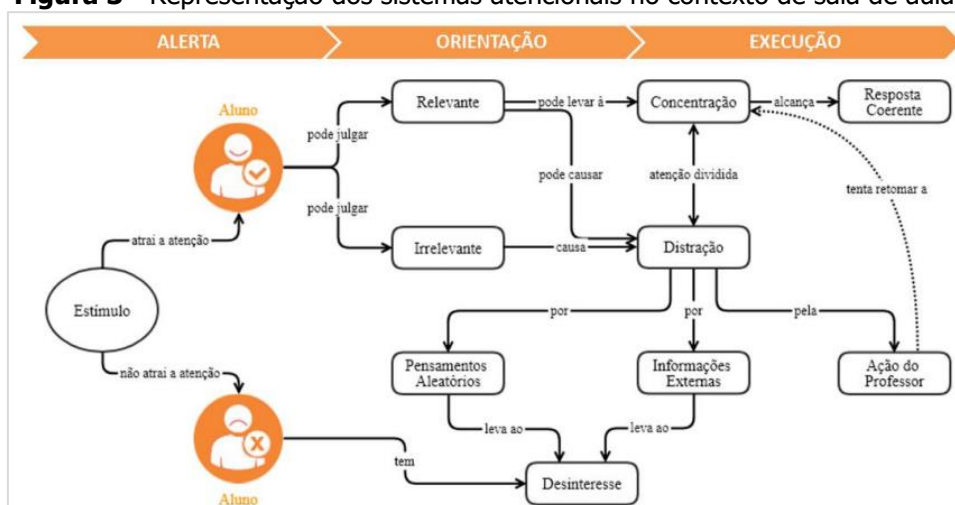
Fonseca, Silva e Silva (2021) chamam de estímulo o desencadeador de mudanças no comportamento no aluno. Em paralelo, estratégias educacionais analógicas ou digitais, bem como narrativas digitais, são utilizadas no processo de ensino-aprendizagem; estímulos estes que acionam os mecanismos mais complexos da atenção.

As distrações de diversas fontes são esperadas, sejam internas ou externas. As internas podem ser: pensamentos desconexos, disputa entre informações novas e já adquiridas. As externas podem estar associadas ao ambiente em que se insere o estudante, som das vozes as intervenções propositais e estratégicas do professor. São necessárias essas intervenções para evitar que as informações se acumulem de forma desorganizada na mente do estudante (Fonseca; Silva; Silva, 2021).

Observa-se que o primeiro desafio do professor é escolher o estímulo "certo" ou adequado ao perfil de aprendizagem dos alunos, respeitando-se seus conhecimentos prévios disponíveis para que haja mais possibilidades motivacionais, alcançando, dessa forma, o interesse pelo conteúdo de estudo. Depois, caso o estudante julgue o conteúdo como relevante, o desafio passa a ser a manutenção da atenção até o alcance dos objetivos de aprendizagem (Fonseca; Silva; Silva, 2021, p. 12).

Outrossim, a partir de sistemas atencionais (Figura 3), o estudante com TDAH se interessa pelo estímulo, ou seja, liga sua rede de alerta, analisando se o estímulo é relevante ou irrelevante. Se o estudante com TDAH enxerga o estímulo como relevante, o próximo passo é concentrar a atenção no foco.

Figura 3 - Representação dos sistemas atencionais no contexto de sala de aula.



Fonte: Fonseca; Silva; Silva (2021).

Segundo Fonseca, Silva e Silva (2021), vencer os obstáculos da atenção dividida é fundamental para os processos de elaboração mental. As metodologias de ensino são essenciais neste processo e, ao escolhê-las, o professor deve se perguntar:

1. Quais estímulos/recursos são imprescindíveis para atrair a atenção do estudante?
2. Qual o melhor instante para o estímulo ser utilizado?
3. De que forma o estímulo precisa ser implementado?
4. Em que lugar o estímulo deve ser executado para que sua eficiência seja constatada? (Fonseca; Silva; Silva, 2021).

Estar em estado de vigilância ou alerta, nesse cenário, é importante para que o cérebro receba diferentes estímulos, que apontam o que está à nossa volta e nos protegem de perigos desde os mais primitivos tempos. Nossas elaborações mentais são acionadas por processos atencionais que garantem a nossa sobrevivência e também nosso aprendizado (Fonseca; Silva; Silva, 2021).

Ressalta-se que a plasticidade cortical é induzida pelo sistema de alerta, envolvendo neuromoduladores como serotonina e acetilcolina. Estes circuitos cerebrais de motivação, recompensa e alerta estão presentes em todos os animais adultos. A orientação é determinante na escolha do foco dos objetivos

dos estados da atenção, ou seja, do foco do que nos interessa no mundo exterior (Dehaene, 2022).

O pai-fundador da psicologia americana William James (1842-1910), em seu *The Principles of Psychology* (1890), foi quem melhor definiu essa função da atenção: "Milhões de itens da ordem exterior se apresentam aos meus sentidos sem jamais entrar, propriamente, em minha experiência. Por quê? Porque eles não têm interesse para mim. Minha experiência é aquilo que concordo considerar. Somente os itens que eu noto dão forma à minha mente." A atenção seletiva opera em todos os domínios sensoriais, inclusive nos mais abstratos (James, 1890, apud Dehaene, 2022, p. 213).

A visão é um bom exemplo de orientação, posto que, quando enxergamos algo, a atenção amplifica todo o objeto do seu foco. A informação é decodificada por um conjunto de neurônios que fazem disparos ao mesmo tempo em que as informações dos outros neurônios são ignoradas. Dessa forma, a atenção se apresenta como filtro e como amplificador, sendo importante para reorientar várias áreas do córtex e codificar as informações (Dehaene, 2022).

Quando focamos em algo, o controle executivo, que é um conjunto de circuitos neurológicos localizados no córtex pré-frontal, define como a informação será processada. Este controle recebe o nome de "central executiva". Ele propicia a escolha de uma ação e mecanismos que o fazem nela permanecer. O controle executivo nos dá o direcionamento das ações, orienta as tomadas de decisões, nos dando ciência dos erros. A central executiva gera a atenção executiva, também chamada de concentração ou autocontrole, tendo uma ligação muito importante com a memória de trabalho (Dehaene, 2022).

Por fim, a central executiva tende a tomar uma decisão sobre aquele estímulo, julgando-o como relevante ou irrelevante, ou, ainda, retomando sua análise para decisões futuras mais acertadas (Fonseca; Silva; Silva, 2021, p. 246).

3.2 Envolvimento Ativo

Envolver-se ativamente não é estar em movimento físico o tempo todo. O envolvimento ativo deve ser oriundo do nosso cérebro e não do nosso corpo como um todo, porque os modelos mentais são processados pelo cérebro em atividade, principalmente para estudantes com TDAH.

Estudantes passivos e desatentos não conseguem assimilar novos conceitos e

o cérebro precisa do envolvimento ativo para reformular constantemente nossos pensamentos. Desse modo, o aprendizado reflexivo acontece e avança na formulação de hipóteses (Dehaene, 2022).

Para aprender, nosso cérebro precisa, inicialmente, formar um modelo mental hipotético do mundo exterior, que ele projetará em seguida sobre seu meio ambiente e submeterá a tese comparando suas previsões com aquilo que recebe dos sentidos. Esse algoritmo depende de uma atitude ativa, engajada e atenta. A motivação é essencial: só aprendemos bem se tivermos um objetivo claro e se estivermos completamente comprometidos em alcançá-lo (Dehaene, 2022, p. 244).

Para Dehaene (2022), curiosidade é o ponto de partida para o envolvimento ativo. Ela nos instiga a explorar, experimentar, investigar, sendo motivada pela busca de informações. Em nosso cérebro, ela coloca em atividade o circuito da dopamina, responsável pela sensação de recompensa, relacionado a alimentação, vícios e prazer sexual.

3.3 Feedback de Erros

O feedback de erros ocorre de formas diversificadas e nos permite medir os conhecimentos aprendidos pelo estudante com TDAH ao longo de um determinado período. O uso de testes em tempos diversos enriquece o processo ensino-aprendizagem, que deve ser acompanhado pelos professores e corrigido para prever a consolidação.

Nossos cérebros nunca param de aprender. Mesmo depois que uma habilidade foi dominada, continuamos a aprendê-la. Mecanismos de automatização “copiam” as operações de que nos servimos regularmente de modo a formar rotinas mais eficientes. Eles as transferiram para outros circuitos do cérebro, sem nossa atenção consciente, onde os processos podem desenrolar-se independentemente uns dos outros, sem interromper outras operações em andamento (Dehaene, 2022, p. 298).

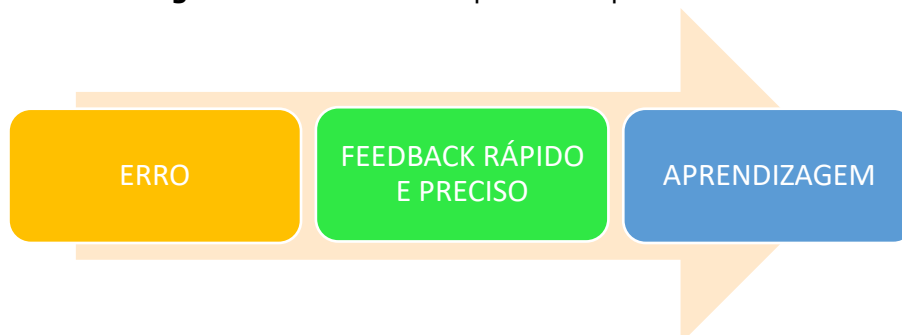
Todos nós, seres humanos, cometemos erros e, desde a mais tenra idade, sabemos que por meio deles temos uma chance maior de aprender. Estudantes com TDAH possuem dificuldades no planejamento de ações e controle inibitório, ocasionando maior probabilidade de erros.

Os erros sempre regridem à medida que recebemos feedbacks

que nos dizem como melhorar. É por isso que o feedback acerca do erro é o terceiro pilar do aprendizado, e um dos parâmetros educacionais mais influentes: a qualidade e a pertinência do *feedback* que recebemos determina a rapidez com que aprendemos (Dehaene, 2022, p. 271).

Esse mecanismo de aprendizado preditivo (Figura 4) é capaz de perceber o erro e se autocorriger, gerando um aprendizado eficiente. Logo, o erro não pode e não deve ser mostrado ao estudante com TDAH como punição.

Figura 4 - Mecanismo de aprendizado preditivo



Fonte: Dehaene (2022).

Conforme Dehaene (2022), a surpresa é um ponto chave para a aprendizagem. Quando nosso cérebro percebe que algo contrariou suas expectativas, ele envia uma mensagem de alerta e este sinal o circunda.

Enquanto há incerteza, os sinais de erro continuam a se alastrar por nosso cérebro. A diferença entre a resposta inicial insegura e a informação posterior 100% segura atua como um sinal de feedback útil: sinaliza um erro que poderíamos ter cometido e que, portanto, tem alguma coisa para nos ensinar (Dehaene, 2022, p. 295).

Para Dehaene (2022), a melhor maneira de estudar para uma aprendizagem de longo prazo é tendo períodos de estudo alternados com testes. Ele sugere que o intervalo de repetição de lições do mesmo assunto seja de 24h, isso porque o sono consolida aquilo que aprendemos. Caso pretenda uma lembrança mais prolongada, estude aproximadamente 20% do tempo referente ao período que precisa se lembrar. Por exemplo: se você precisa se lembrar por 4 meses, estude por 24 dias. A retomada de conteúdo é essencial para o estudante.

3.4 Consolidação

A consolidação é precedida de um processo lento e difícil, partindo para uma resposta rápida e automática. A prática nos proporciona executar atividades, falando ou pensando em coisas diversas, e isto acontece muitas vezes quando,

por exemplo, tocamos instrumentos, andamos de bicicleta, digitamos. Nesse momento, o córtex motor e, em especial, os gânglios basais registram nossas ações rotineiras e automáticas.

A consolidação é imprescindível para que nossos recursos cerebrais fiquem livres face a novas aprendizagens. Sem consolidar os alicerces do que aprendemos, não podemos construir novos conhecimentos (Dehaene, 2022).

O principal consolidador da aprendizagem é o sono. Durante a noite a aprendizagem de todas as experiências vivenciadas no dia são consolidadas no cérebro.

O cérebro permanece em atividade enquanto dormimos, transferindo toda a aprendizagem para a memória. Para Ribeiro (2019), o aluno que dorme bem aprende melhor, pois o sono maximiza a atenção, a concentração, a regulação corporal, a vontade de aprender, a disciplina, a persistência e a memória. Nesse contexto, as condições de sono podem interferir na aprendizagem.

Durante o sono de ondas lentas, os níveis de dopamina sofrem pequena redução, enquanto os níveis de acetilcolina passam a oscilar fortemente. Ao mesmo tempo, ocorre uma redução dos níveis de três neurotransmissores muito importantes para o funcionamento cerebral: noradrenalina, serotonina e histamina. Isso acontece porque os centros produtores desses neurotransmissores são inibidos pela liberação intermitente de acetilcolina, à medida que o sono de ondas lentas se aprofunda. Finalmente, na passagem para o sono REM, os níveis de acetilcolina sobem fortemente, os de dopamina sofrem um leve aumento e os de noradrenalina e serotonina despencam a praticamente zero (Ribeiro, 2019, p. 178).

Isso significa que os estímulos sensoriais consolidam as memórias fortalecendo-as pela liberação de noradrenalina (uma das substâncias neurotransmissoras) e é durante o sono que o cérebro libera enormes quantidades dos neurotransmissores: noradrenalina, serotonina, dopamina e acetilcolina, que têm relação direta com a obtenção de atenção, emoção, motricidade e comportamentos motivacionais (Ribeiro, 2019).

O sono diminui os estímulos sensoriais e transforma o equilíbrio entre os diversos neurotransmissores. É de fundamental importância que o professor conscientize os estudantes com TDAH e as famílias sobre a importância do sono de qualidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo sugere que o conhecimento dos docentes sobre as características dos estudantes com TDAH, bem como a implementação de estratégias pedagógicas adequadas e a aplicação dos Quatro Pilares do Aprendizado em sala de aula podem promover uma aprendizagem significativa. Capacitar docentes e aplicar estratégias pedagógicas alinhadas com princípios neurocientíficos pode efetivamente reduzir barreiras à aprendizagem de estudantes com TDAH. Considerando que as Funções Executivas estão sendo estimuladas, é necessário que se invista em programas de capacitação do professor na área da inclusão, para que o direito à educação para todos seja realmente atendido. A partir da formação e capacitação de professores, melhora-se a aprendizagem dos estudantes com TDAH, reduzindo suas dificuldades de aprendizagem e na vida diária.

Contudo, para transformar essa proposta em política e prática confiáveis, é necessária uma etapa de consolidação metodológica como acompanhamento pedagógico constante, investimentos estruturados em formação contínua e suporte escolar. Só assim o direito à educação inclusiva será concretamente efetivado, com impacto mensurável na aprendizagem e na vida diária dos estudantes como um todo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. M. **Neuroeducação e flexibilidade curricular:** Definição de estratégias e modos de trabalho pedagógico. 2019. 94 fls. Dissertação (Mestrado em Educação Pré-escolar e Ensino do Primeiro Ciclo Básico). Porto: Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti. 2019.

<http://repositorio.esepf.pt/handle/20.500.11796/2772> Acesso em: 28 jul. 2024

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais:** DSM-5. Tradução de Maria Inês Correa Nascimento *et al.* 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf> Acesso em: 14 jun. 2024.

BARKLEY, R. A. **ADHD and the nature of self-control.** Guilford press, 1997. Disponível em:

https://books.google.com.br/books/about/ADHD_and_the_Nature_of_Self_control.html?id=iv-XFAL5CdAC&redir_esc=y Acesso em: 17 abr. 2024.

COSENZA, Ra.; GUERRA, L. **Neurociência e educação.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/538047120/Neurociencia-e-Educacao-Como-o-Cerebra-Aprende-Ramon-M-Cosenza-Leonor-B-Guerra-2011> Acesso em: 18 maio 2024.

CUNHA, L.; GÓES, J. E. C.; CANCELIER, A. C. L.; BUERGER A. S.; CRÓCOMO, T. **Intoxicação Digital.** SPC, 2022. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scp.org.br/wp-content/uploads/2022/03/dc-intoxicacao-digital.pdf> Acesso em: 25 ago. 2023.

DAWSON, P.; GUARE, R. **Inteligente mas disperso.** São Paulo: Versus Editora, 2022.

DEHAENE, S. **É assim que aprendemos:** por que o cérebro funciona melhor do que qualquer máquina (ainda...). São Paulo: Contexto, 2022.

FONSECA, L. S.; SILVA, K. ; SILVA, L. P. Compreendendo a atenção na sala de aula com base no modelo de Posner: contribuições para a educação em ciências e matemática. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC**, v. 11, n. 3, p. 237-250, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31512/encitec.v11i3.490> Disponível em: <https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/490> Acesso em: 28 jun. 2024.

HUDSON, D. **Dificuldades específicas de aprendizagem:** Ideias práticas para trabalhar com dislexia, discalculia, disgrafia, dispraxia, TDAH, TEA, Síndrome de Asperger e TOC. Petrópolis: Vozes, 2019.

LANGE KW, Reichl S, LANGE KM, TUCHA L, TUCHA O. The history of attention deficit hyperactivity disorder. **Atten Defic Hyperact Disord.** 2010;2(4):241-255. DOI:10.1007/s12402-010-0045-8

POSNER, M. I.; RAICHLE, M. E. **Images of mind.** Scientific American

Library/Scientific American Books, 1994.

PEREIRA, A. C.; NASCIMENTO, L. C. R. Medicalização da educação: o olhar da psicanálise. **Caminhos da Educação Diálogos Culturas e Diversidades**, v. 5, n. 3, p. 01-16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26694/caedu.v5i3.4752> Disponível em: <https://www.periodicos.ufpi.br/index.php/cedsd/article/view/4752> Acesso em: 24 maio 2024.

RANÑA, W. Medicalização de crianças e adolescentes. **Youtube**. 2019. 26:21. <https://www.youtube.com/watch?v=rvQMrgDLOWI> . Acesso em: 10 ago. 2024.

REZENDE, E. A História e origem do TDAH. **PsicoEdu**, 2016. Disponível em: <https://www.psicoedu.com.br/2016/11/historia-origem-do-tdah.html>. Acesso em: 30 nov. 2024.

RIBEIRO, S. **O oráculo da noite**: a história e a ciência do sono. São Paulo: Schwarcz S.A, 2019. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0486-641X2019000400021 Acesso em: 25 maio 2024.

SOBRE AS AUTORAS:

Gilmara Aparecida Santos Ribeiro

Professora, Pedagoga Escolar e atualmente Coordenadora Pedagógica da Secretaria de Educação de Itaúna/MG. Mestre em Gestão, Planejamento e Ensino pelo Centro Universitário Unincor, Três Corações, Minas Gerais.

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0680-5873> E-mail: gilmara_asr@hotmail.com

Terezinha Richartz

Professora do Mestrado Profissional em Gestão, Planejamento e Ensino do Centro Universitário Unincor (UninCor), Três Corações, Minas Gerais. Doutora em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-8872-1210>
E-mail: terezinha@unincor.edu.br

Artigo recebido em: 14 abr. 2025. | Artigo aprovado em: 20 abr. 2026.