

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Especialização em Ensino de Física na Educação Básica

Felipe Gustavo Silva de Abreu

**MÉTODO ALTERNATIVO NO ENSINO DE
ACÚSTICA COM ALUNOS TEA: UMA PROPOSTA DE
AULA COM TUBOS SONOROS RECICLÁVEIS**

Rio de Janeiro
2025



Felipe Gustavo Silva de Abreu

**MÉTODO ALTERNATIVO NO ENSINO DE ACÚSTICA COM ALUNOS TEA:
UMA PROPOSTA DE AULA COM TUBOS SONOROS RECICLÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Orientador Professor Dr. André Luís Tato
Luciano dos Santos

Rio de Janeiro

2025

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

A162 Abreu, Felipe Gustavo Silva de

Método alternativo no ensino de acústica com alunos TEA : uma proposta de aula com tubos sonoros recicláveis / Felipe Gustavo Silva de Abreu. – Rio de Janeiro, 2025.

44 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: André Luís Tato Luciano dos Santos.

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Acústica. 3. Inclusão escolar. 4. Transtorno do espectro autista. 5. Estimulação sensorial. I. Santos, André Luís Tato Luciano dos. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 530

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Felipe Gustavo Silva de Abreu

**MÉTODO ALTERNATIVO NO ENSINO DE ACÚSTICA COM ALUNOS TEA: UMA
PROPOSTA DE AULA COM TUBOS SONOROS RECICLÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Aprovado em: ____/____/____.

Professor Dr. André Luís Tato Luciano dos Santos (Orientador)
Colégio Pedro II

Professor Dr. Fabiano Fernandes de Oliveira
Colégio Pedro II (Membro Interno)

Professor Dr. Julio César Guimarães Tedesco
UERJ (Membro Externo)

Dedico esse trabalho de conclusão de curso aos meus três amados filhos: João Felype, José Pietro e Murilo.

AGRADECIMENTOS

Sou muito grato a todos aqueles que estiveram comigo ao longo desta trajetória até a conclusão deste trabalho. De forma especial agradeço ao meu orientador, o Dr. André Luís Tato Luciano dos Santos pelas contribuições e créditos depositados na minha pessoa, confiando na escrita de um tema de profunda relevância dentro do contexto atual na educação inclusiva. Da mesma forma, agradeço ao Colégio Pedro II, aos docentes associados ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica do Programa de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura (PROPGPEC) e à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em especial, o Campus Duque de Caxias por possibilitar o aperfeiçoamento contínuo do seu corpo técnico.

O mundo precisa de todos os tipos de mentes.

(Temple Grandin)

RESUMO

ABREU, Felipe Gustavo Silva de. **Título: Método Alternativo no Ensino de Acústica com Alunos TEA: uma proposta de aula com tubos sonoros recicláveis** 2025. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2025.

Este estudo delinea uma proposta de atividade experimental para a inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) em aulas de Física sobre ondas sonoras no contexto do ensino regular. O crescente número de diagnósticos de TEA nas escolas exige a formulação de estratégias de ensino que contemplem suas particularidades sensoriais e cognitivas. O trabalho tem como objetivo principal a elaboração de um programa de estimulação que enfatiza a autorregulação e o desenvolvimento de funções executivas, integrando esses elementos ao ensino do conteúdo de Acústica. A abordagem adota uma perspectiva multissensorial, projetada para acomodar tanto perfis hipossensíveis quanto hipersensíveis, assegurando a participação efetiva de alunos neurodivergentes e não neurodivergentes numa mesma dinâmica de aula. A metodologia operacionaliza esta proposta através da construção e utilização de tubos sonoros de policloreto de vinila (PVC) reciclável, cortados com medidas precisas para emitir notas musicais específicas. Estes instrumentos de baixo custo funcionam como o elemento central de uma prática investigativa, na qual todos os alunos manipulam os tubos para visualizar e compreender princípios físicos como a relação entre o comprimento do tubo e a frequência do som produzido. A sequência de atividades incorpora exercícios estruturados de estimulação cognitiva, que são realizados em um ambiente compartilhado para fomentar a cooperação entre os pares, cabendo ao professor o papel de mediador do processo. Como resultados antecipados, a atividade demonstra que a experimentação concreta com os tubos sonoros torna os conceitos abstratos da ondulatória mais acessíveis, ao mesmo tempo em que as tarefas de autorregulação oferecem suporte aos discentes com TEA para o gerenciamento de sua atenção e funções executivas durante a tarefa. A natureza multissensorial da intervenção mostra potencial para mitigar barreiras atencionais e sensoriais, captando o interesse dos estudantes através de múltiplos canais perceptivos. A conclusão do estudo aponta que a aplicação desta atividade fornece ao professor de Física um recurso pedagógico tangível e replicável para fomentar a inclusão, permitindo-lhe identificar tanto os desafios quanto às capacidades dos alunos com TEA no contexto da sala de aula regular. A experiência bem-sucedida com os tubos de PVC estabelece um paradigma metodológico que o educador pode adaptar e estender para o ensino de outros tópicos da Física na Educação Básica, contribuindo assim para a consolidação de um ensino de ciências mais equitativo e acessível.

Palavras-chave: Inclusão. Transtorno do Espectro Autista. Ensino de Física. Multissensorial. Tubos Sonoros.

ABSTRACT

ABREU, Felipe Gustavo Silva de. **Título: Método Alternativo no Ensino de Acústica com Alunos TEA: uma proposta de aula com tubos sonoros recicláveis** 2025. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2025.

This study outlines a proposal for an experimental activity to include students with Autism Spectrum Disorder (ASD) in Physics lessons about sound waves in regular education. The increasing number of ASD diagnoses in schools demands the development of teaching strategies that address their sensory and cognitive particularities. The main objective of this work is to elaborate a stimulation program that emphasizes self-regulation and the development of executive functions, integrating these elements into the teaching of Acoustics content. The approach adopts a multisensory perspective, designed to accommodate both hyposensitive and hypersensitive profiles, ensuring the effective participation of neurodivergent and non-neurodivergent students in the same classroom dynamic. The methodology operationalizes this proposal through the construction and use of recyclable polyvinyl chloride (PVC) pipes, cut with precise measurements to emit specific musical notes. These low-cost instruments serve as the central element of an investigative practice, in which all students handle the tubes to visualize and understand physical principles, such as the relationship between the length of the tube and the frequency of the sound produced. The activity sequence incorporates structured cognitive stimulation exercises, which are carried out in a shared environment to foster peer cooperation, with the teacher acting as a mediator. As anticipated results, the activity demonstrates that hands-on experimentation with the sonorous tubes makes abstract wave concepts more accessible, while self-regulation tasks support students with ASD in managing their attention and executive functions during the task. The multisensory nature of the intervention shows potential for mitigating attentional and sensory barriers, engaging student interest through multiple perceptual channels. The study concludes that the application of this activity provides Physics teachers with a tangible and replicable pedagogical resource to foster inclusion, allowing them to identify both the challenges and capabilities of students with ASD in the context of the regular classroom. The successful experience with the PVC tubes establishes a methodological paradigm that educators can adapt and extend to the teaching of other topics in Physics in Basic Education, thereby contributing to the consolidation of a more equitable and accessible science education.

Keywords: Inclusion. Autism Spectrum Disorder. Physics Teaching. Multisensory. Sonorous Tubes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de matrículas de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades em classes comuns ou especiais exclusivas, segunda etapa do ensino - Brasil - 2019-2023

Figura 2 - Censo da Educação Básica de 2020 - classes especiais e comuns

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tendências de Crescimento na Inclusão.....	21
Tabela 2 – Frequências para tubos sonoros (ISO 16,1975).....	34
Tabela 3 - L em função do comprimento L.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Associação Americana de Psiquiatria
DSM	Manual de Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
MEC	Ministério da Educação
NEE	Necessidades Educacionais Especiais
OMS	Organização Mundial da Saúde
PBE	Práticas Baseadas em Evidências
PVC	Policloreto de vinila
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SNEF	Simpósio Nacional em Ensino de Física
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TGDs	Transtornos Globais do Desenvolvimento
TIDs	Transtornos Invasivos do Desenvolvimento
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Sociedade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	162.1	1616
2.2	163	184
19	19	19
4.1	Parte Histórica sobre o Autismo	25
4.2	Questões Sensoriais e Funções Executivas	27
4.3	Musicalização no Ensino de Física	31
4.4	Ondas Sonoras	32
5		356
	39REFERÊNCIAS	
		39

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) tem se tornado um tema cada vez mais presente nos debates sobre saúde e educação, ganhando destaque nas últimas décadas e apresentando um crescimento vertiginoso no número de diagnósticos (FOMBONNE, 2009), o que repercute conseqüentemente no aumento nas matrículas realizadas de alunos diagnosticados no ensino regular (ARAÚJO, SILVA, ZANON, 2023).

Dados mais recentes do Censo Demográfico realizado em 2022 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelaram que 1,2% da população brasileira, aproximadamente 2,4 milhões de pessoas, foi diagnosticada com autismo por um profissional de saúde (IBGE, 2025). Em termos mundiais, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a estimativa é de que 01 (uma) a cada 100 (cem) crianças tenha o transtorno (OMS, 2025). Conseqüentemente, a literatura especializada sobre o TEA tem crescido substancialmente. Na área da saúde, novos estudos corroboram para uma melhor acurácia dos diagnósticos realizados pelos profissionais médicos (PINTO et al, 2019). No campo do ensino, tal crescimento também vem acontecendo, porém ainda há lacunas importantes a serem preenchidas que favoreçam o aprendizado dos alunos laudados com o transtorno. Em especial, no que tange a compreensão e uso das chamadas *funções executivas* e demais atividades que envolvam, por exemplo, a *hiposensibilidade*, a *hipersensibilidade* e a musicalização no ensino de Física, ainda há muito que ainda pode ser feito. Na pesquisa realizada neste trabalho, utilizando as palavras-chave *funções executivas*, *TEA*, *ensino*, *Física*, *hiposensibilidade*, *hipersensibilidade* e *musicalização* foram encontradas poucas referências na plataforma *SciELO (Scientific Electronic Library Online)*, por exemplo. As funções executivas são definidas, de acordo com o dicionário da *International Neuropsychological Society*, como a capacidade necessária para fazer do uso de estratégias visando a solução de problemas quando mediados com o uso do córtex frontal. (LURIA, 1981).

Caracterizado por déficits na comunicação e interação social, além de padrões de comportamento restritos e repetitivos, o TEA apresenta uma diversidade de manifestações clínicas, o que torna o seu diagnóstico e tratamento um desafio complexo (SILVA, 2009), (FERNANDES; TOMAZELLI; GIRIANELLI; 2020).

Dessa maneira, isso justifica o escopo deste trabalho de conclusão de curso que é aprofundar a compreensão na promoção da inclusão educacional dos alunos TEA, possibilitando que cada um possa desenvolver o seu potencial dentro de um tema no ensino de Física, em especial, da Acústica. Para isso será apresentada uma metodologia alternativa que contemple alunos diagnosticados com TEA, através de uma proposta de aula com tubos sonoros recicláveis utilizando um programa de estimulação e auto regulação cognitiva que inclui as funções executivas. Futuramente, em outras pesquisas, este trabalho poderá contribuir para a produção de conhecimento científico e para uma possível melhora nas políticas públicas que promovam uma educação de qualidade para alunos diagnosticados.

Ao inserirmos a musicalização no ensino, possibilitamos um ensino mais humanizado destacando a importância da interligação entre a cultura, o processo criativo do discente e da potencial formação de sensibilidades inéditas pelos alunos (SOARES, CERVEIRA, MELLO, 2019). Da mesma forma, quando buscamos um ensino inclusivo no espaço regular, musicalizar o mesmo pode trazer benefícios dentro de uma comunicação não-verbal, da interação e do desenvolvimento cognitivo (SAMPAIO, LOUREIRO, GOMES, 2015).

2 OBJETIVOS

Nesta seção são especificados os objetivos geral e específicos do trabalho, considerando o potencial de aplicabilidade em um contexto específico do Ensino Básico.

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo maior a proposta de apresentação de uma atividade prática que contemple alunos diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA) em sala de aula do ensino regular, através de um programa de estimulação e de auto regulação cognitiva que inclui funções executivas dentro da temática de ondas sonoras.

A ideia é apresentar uma proposta multissensorial alternativa que estimule o processo de inclusão de alunos com TEA dentro de uma aula temática de Ondulatória, levando em consideração possíveis características hipossensíveis e hipersensíveis dos discentes, possibilitando assim ao docente, compreender os desafios e as potencialidades desse processo e na dinâmica da sala de aula. A partir dessa atividade, o professor de Física terá base para expandir para outros temas a partir de suas necessidades de sala de aula na Educação Básica.

2.2 Objetivos Específicos

Dentro do propósito específico deste trabalho, apresentamos uma proposta de aula que contemple alunos TEA a partir da construção e utilização de tubos sonoros recicláveis construídos de policloreto de vinilo (PVC), que apresentem dimensões específicas e que possam emitir notas musicais. O aplicativo *Physical Phone Experiments (Phyphox)* pode ser utilizado como base para a verificação do espectro de áudio e da nota musical de cada tubo. O uso de tais tubos sonoros pode facilitar uma interação entre a área da musicalização infantil e do ensino de Física estimulando os alunos, caso apresentem uma hipossensibilidade ou hipersensibilidade sensorial. Além disso, a possibilidade de que, após a confecção dos tubos, os alunos poderiam manuseá-los, faz com que as funções executivas sejam apresentadas como maneira de organizar as tarefas apresentadas para

eles, o que possibilita inserir o conteúdo de Acústica e a relação desta com a Música, o que pode ter papel motivador para discussões sobre o tema e a aplicação de estratégias inclusivas em sala de aula.

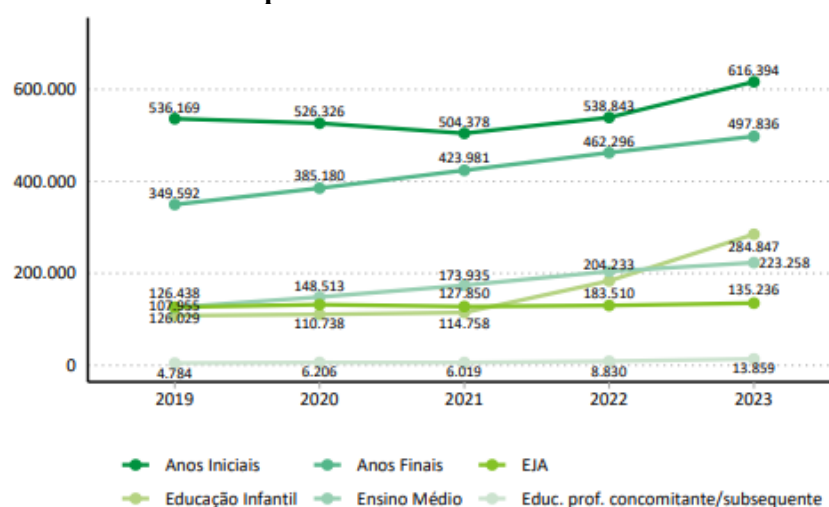
3 JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema se justifica pela importância de promover a inclusão educacional dos alunos, garantindo que cada um possa desenvolver seu potencial ao máximo. Além disso, a pesquisa sobre a inclusão de alunos com TEA contribui para a produção de conhecimento científico e para a elaboração de políticas públicas que promovam a educação de qualidade para todos.

4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

O fortalecimento na inclusão escolar de crianças com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) vem ocorrendo, internacional e nacionalmente, desde a década de 1980 (MANTOAN, 2003). No Brasil, o art. 208 da Constituição Federal assegura que o Estado tem o dever de assegurar a educação básica e gratuita para todos, ampliando o acesso ao Ensino Médio e fornecendo os subsídios para os estudantes com deficiência priorizando que estes frequentem o ensino regular (BRASIL, 1988). No campo externo, conforme destacado por várias declarações e convenções internacionais que enfatizam a igualdade de acesso às oportunidades educacionais para todos os indivíduos, a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) recomendou o direito de todos os estudantes, incluindo aqueles com necessidades educacionais especiais, à educação regular. Conseqüentemente, tem-se observado um aumento significativo da presença desses estudantes nas salas de aula, especialmente no ensino básico. Os últimos dados do Censo Escolar da Educação Básica realizados pelo Ministério da Educação através do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), em 2023, as matrículas na educação especial atingiram 1,8 milhão, representando um crescimento de 41,6% comparado a 2019. A maior concentração dessas matrículas está no ensino fundamental, responsável por 62,9% do total. Ao analisar o período entre 2019 e 2023, observa-se que a educação infantil registrou um aumento expressivo: 193% nas creches e 151% na pré-escola (Figura 1).

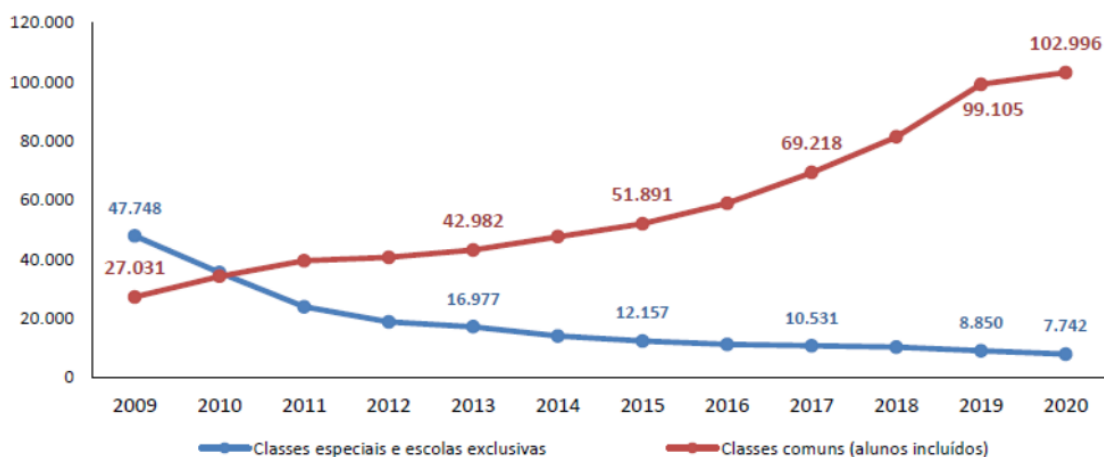
Figura 1: Número de matrículas de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades em classes comuns ou especiais exclusivas, segunda etapa do ensino - Brasil - 2019-2023



Fonte: Elaborado pela Deed/Inep com base nos dados do Censo Escolar da Educação Básica

No tocante à evolução do número de matrículas nas escolas regulares em relação às escolas especiais, a figura 2 ilustra os dados oriundos do Censo da Educação Básica de 2020 onde, a partir de 2010, houve um crescimento considerável no número de alunos incluídos nas classes comuns e uma redução no número de classes especiais e escolas exclusivas (MEC, 2020).

Figura 2: Censo da Educação Básica de 2020 - classes especiais e comuns



Fonte: Research, Society and Development, v. 11, n. 1, e23811124794, 2022
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24794>.

Dentro do contexto do ensino de Física, essa tendência de crescimento da inclusão é confirmada por diversas pesquisas (PARANHOS e GARCIA, 2009; CAMARGO, 2012), além de outros estudos apresentados em eventos como o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Simpósio Nacional em Ensino de Física (SNEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Tabela 1 – Tendências de crescimento na inclusão

Evento	Período Analisado/Edição	Contexto Geral sobre inclusão	Trabalhos Específicos em TEA	Observações e Tendências
EPEF	A partir dos anos 2000, com maior frequência pós-2010.	Discussões sobre educação inclusiva ganham visibilidade. Linha temática específica criada (ex.: "equidade, inclusão, diversidade" em 2024).	2024: 2 trabalhos em comunicação oral. Um sobre inclusão do aluno autista na pandemia; outro um levantamento bibliográfico (2010-2023).	Pouca produção consolidada, mas o tema começa a ganhar espaço específico recentemente.
SNEF	2005 (XVI Edição) em diante.	Inclusão definida como tema de palestra, comunicação oral ou oficina a partir de 2005. Área temática "Equidade, Inclusão..." consolidada no XXII SNEF (2017).	2005-2015: Nenhum trabalho com foco em TEA identificado. 2017 (XXII SNEF): 1º trabalho específico sobre TEA (inclusão por meio do Laboratório Nacional de Astrofísica). 2019 (XXIII SNEF): Aumento para 5 trabalhos na categoria Painéis. 2023/2025 (XXV SNEF): 1 palestra sobre TEA (Hidroestática) e 1 comunicação oral sobre neurodivergência.	Trajatória de crescimento lento, porém consistente, do número de trabalhos focados em TEA. Predomínio inicial de trabalhos sobre deficiência visual e auditiva.
ENPEC	2011 a 2023 (edições bianuais).	Apresentou artigos sobre educação inclusiva publicados no período.	2011-2019: Apenas 3 artigos sobre autismo em Ciências. 2023 (XIV ENPEC): Aumento para 4 artigos específicos sobre autismo.	Produção específica sobre TEA ainda é incipiente no contexto geral de educação em ciências, mas com crescimento perceptível na última edição.

Fonte: Elaborado pelo autor

A tomar pelas edições do EPEF, os primeiros estudos focados em inclusão no encontro começaram a surgir com mais visibilidade a partir dos anos 2000, acompanhando o crescimento das discussões sobre educação inclusiva no país. Contudo, foi principalmente após 2010 que esses temas se tornaram mais frequentes, evidenciando uma maior atenção à inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais no ensino de Física.

Na última edição realizada em 2024, foi dedicada a linha temática referente a *equidade, inclusão, diversidade e estudos culturais e o ensino de Física*. Nesta edição foram apresentados 02 (dois) trabalhos, na forma de comunicação oral: Um deles que trata da inclusão do aluno autista no ambiente escolar em um estudo realizado no contexto de um grupo de formação e ação de professores durante a pandemia da Covid-19 (PEREZ, ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2024). Já o segundo trabalho, trata do ensino de Física e o autismo em um levantamento bibliográfico realizado entre 2010 e 2023 (SAVIOLLI, MOURA, 2024). Este último trabalho é importante pois faz um apanhado geral identificando, dentro da educação especial, os trabalhos específicos voltados para o ensino de Física e o autismo.

No XVI SNEF realizado em 2005 é que os trabalhos voltados para a área da inclusão passaram a ser definidos como tema de palestra, comunicação oral ou oficina. A

partir desta edição, os trabalhos associados estavam presentes na área denominada *Ensino de Física e as estratégias para portadores de necessidades especiais*. Dos 06 (seis) trabalhos apresentados, nenhum deles tratava da inclusão em TEA.

Na XVII edição do SNEF foi apresentada uma palestra sobre a percepção de jovens e adultos surdos acerca de suas vivências escolares. Na edição posterior do evento, no XVIII SNEF, ainda sobre a mesma temática, foram apresentados 11 (onze) trabalhos, 10 (dez) deles voltados para a deficiência visual e um único tratando da análise da prática educativa em ambientes hospitalares. O XIX SNEF que ocorreu em Manaus, 02 (dois) cursos somente foram apresentados e ambos voltados para duas especificidades: a educação de inclusão em Libras e o ensino de Ciências e Matemática na perspectiva inclusiva para a pessoa surda e outra voltada para experimento de Astronomia com as mãos e atividades práticas para o trabalho com deficientes visuais. Em contrapartida, no XX SNEF realizado em São Paulo, houve um aumento nos números de trabalhos apresentados na área de inclusão. Um pôster voltado para a inclusão e o ensino de Física com uma proposta de criar sinais ao se ensinar Astronomia, outra tratando de uma proposta de material didático em Física Ondulatória para alunos com deficiência visual. Outro trabalho que relata uma experiência em aulas de Eletrostática com alunos deficientes visuais e uma apresentação no formato pôster tratando sobre o relato de um experimento com deficiente visual e o ensino de Física dentro da educação inclusiva. Na parte de Comunicações Orais foram apresentados 03 (três) trabalhos: elaboração e implementação de um material didático para surdos, vídeos didáticos como instrumento de ensino na perspectiva da inclusão de alunos surdos em aulas de Física do Ensino Médio e práticas de ensino de Física para alunos surdos em escola com proposta bilíngue. Na especificidade visual foi apresentada uma comunicação oral referente aos experimentos de Ótica com laser para alunos com deficiência visual.

Realizado em Uberlândia, o XXI SNEF contribuiu com vários trabalhos voltados para a inclusão, a saber: uma mesa redonda tratando da formação do professor de Física para tempos de inclusão, uma mostra sobre a inclusão no ensino de Física com uma atividade sobre associação de resistores para alunos com e sem deficiência visual, uma comunicação oral sobre a inclusão e o ensino de Física em um espaço não formal de aprendizagem. Um pôster sobre laboratórios didáticos de Física e Química: conhecimento científico e interdisciplinaridade na inclusão social. Outro trabalho de inclusão no ensino de Física e o ensino das qualidades fisiológicas do som para alunos com deficiência

auditiva. Uma comunicação oral sobre o ensino de Física e deficiência visual e o que pensam os licenciandos em Física em fase de conclusão de curso. Uma palestra sobre inclusão e necessidade educacional especial ao esclarecer o comum e o específico por meio do ensino de Física para alunos com e sem deficiência visual. Em relação a deficiência auditiva foi apresentada uma comunicação oral sobre a linguagem científica e a língua brasileira de sinais através de uma estratégia para a criação de sinais. Outro trabalho voltado para os deficientes visuais cuja temática da Astronomia apresentada possuiu o seguinte tema: Auxiliando o ensino de Astronomia para deficientes visuais através da aplicação de um experimento tátil. E, por último, um trabalho sobre as dificuldades enfrentadas por deficientes visuais durante o processo de ensino aprendizagem.

A partir do XXII SNEF realizado em 2017 no município de São Carlos, SP, que a linha temática sobre *equidade, inclusão social e estudos culturais e o ensino de Física* foi destacada. Dos 14 (quatorze) painéis apresentados, 08 (oito) foram voltados para a deficiência visual, onde destaca-se o primeiro trabalho voltado especificamente para o TEA, cujo título foi *A inclusão de crianças e adolescentes com transtorno de espectro autista (TEA) por meio das ações desenvolvidas no laboratório nacional de Astrofísica (LNA)*. Outro trabalho de destaque foi sobre a *Educação Inclusiva nas Escolas Públicas de Belém-PA: o caso das ciências exatas e naturais* onde foi analisada a situação da educação inclusiva nas escolas públicas da localidade, com foco no ensino das Ciências Exatas e Naturais e teve como objetivo avaliar se as instituições estariam aptas a acolher estudantes com necessidades educacionais especiais (NEE). No mesmo evento uma oficina foi voltada apresentando estratégias inclusivas para o ensino de Física visando facilitar o aprendizado do aluno deficiente visual. Além disso, foi apresentada uma palestra de título *Diferenciar para incluir ou para excluir? Por uma pedagogia da diferença* com uma discussão voltada para a promoção de uma escola que conceba a educação escolar como um projeto de formação que tem como lema o desenvolvimento pleno das capacidades de cada estudante.

Dois anos depois, o XXIII SNEF realizado na Bahia, apresentou uma roda de conversa de tema *Ensino de Física para pessoas com deficiência*, um curso de título *Ensinar Física através de histórias infantis para turmas inclusivas*, com o objetivo de tornar o ensino de Física mais atraente e acessível no Ensino Fundamental, especialmente em turmas que incluam alunos com e sem deficiência. Os autores propuseram a utilização

de histórias infantis que integrassem os conceitos de Física. Já na categoria de apresentação no formato Paineis, dos 28 (vinte e oito) trabalhos voltados para a inclusão, 05 (cinco) destes foram voltados para o TEA. São eles: *Atividade experimental de Ciências em uma perspectiva inclusiva: ensaio com estudante autista, uma análise da trajetória da Educação Inclusiva no Simpósio Nacional de Ensino de Física*, *o uso de sequência didática para um aluno com transtorno do espectro autista, a Física na perspectiva inclusiva, concepções de licenciandos de Física sobre Educação Especial e Educação Inclusiva e, por último, Inclusão nas aulas de Óptica Geométrica: experiência com o autismo no estágio supervisionado.*

O XXIV SNEF foi realizado de maneira totalmente remota devido à pandemia de Covid-19. Dentro da sessão de Comunicações Orais e subseção de Políticas Públicas e de Inclusão no Ensino de Ciências foram apresentados 17 (dezessete) trabalhos. Destes, nenhum trabalho apresentado tinha como foco a educação inclusiva no TEA.

O XXV SNEF ocorreu de forma presencial e simultânea em vários Estados, dentre as áreas temáticas destaca-se a área sobre *Equidade, Inclusão, Diversidade, Direitos Humanos e Estudos Culturais no Ensino de Física*. Dos 33 (trinta e três) trabalhos apresentados ocorreram mesas redondas e outros trabalhos voltados para a inclusão, mas nenhum voltado para o TEA.

Por último, o XXV SNEF realizado em 2025 apresentou uma área temática voltada para a inclusão denominada *Diversidade, Inclusão e Direitos Humanos no Ensino de Física*. Nesta edição foram 08 (oito) palestras com o foco em deficiência visual, uma (01) comunicação oral sobre a neurodivergência, 03 (três) pôsteres sobre Libras e 01 (um) pôster sobre deficiência visual, soma-se a isso a realização de um minicurso sobre Braille e Deficiência Visual. Destacam-se a palestra intitulada *Ensino de Física e Inclusão sob a perspectiva de necessidades educacionais específicas, Pessoas com deficiência na Física e o ensino, Relações interseccionais no Ensino de Ciências* e, a única palestra que tratou do TEA de título: *O ensino de Hidrostática com a metodologia POE: um recurso pedagógico para alunos com Transtorno do Espectro Autista.*

Nas edições realizadas do Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC), realizado no período bianual, podemos destacar que o tema sobre o autismo passou a ter maior relevância somente dentro das últimas edições.

Entre 2011 e 2019, centenas de artigos foram voltados para a educação inclusiva, porém, sobre o autismo, somente 03 (três) até o fim do período citado (MEDEIROS et. al., 2021). Já na última edição realizada do ENPEC, a XIV edição, foram publicados um total de 04 (quatro) artigos específicos sobre o autismo na área de Ciências (MELLO, PEREIRA, 2023), (BARBOSA, ALVES, 2023), (ROSA, MARTINEZ, 2023), (RIBEIRO, MARTINEZ, 2023). Dessa maneira, observa-se um aumento nas pesquisas vinculadas à inserção de alunos autistas no ensino regular, o que vem ocorrendo de uma forma geral e gradual, nos encontros anteriormente citados.

A política de educação inclusiva busca garantir o acesso, a participação e a aprendizagem de todos os estudantes, independentemente de suas características. Para tanto, são necessárias diversas ações, como a adaptação curricular, a utilização de recursos tecnológicos, a formação de professores e a criação de um ambiente escolar inclusivo. Em termos legais, a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), Lei nº 13.146/2015, assegura e incentiva, em condições de igualdade o exercício dos direitos e liberdades básicas por indivíduos com deficiência, buscando sua integração social e participação cidadã, o que visa garantir que pessoas com deficiência tenham acesso à educação regular e sejam atendidas nas suas necessidades específicas. As sanções punitivas decorrentes do não cumprimento da lei se faz presente no artigo 81, com celeridade garantida pelo artigo 83 da referida Lei.

Art. 81. Os direitos da pessoa com deficiência serão garantidos por ocasião da aplicação de sanções penais.

Art. 83. Os serviços notariais e de registro não podem negar ou criar óbices ou condições diferenciadas à prestação de seus serviços em razão de deficiência do solicitante, devendo reconhecer sua capacidade legal plena, garantida a acessibilidade.

*Parágrafo único. O descumprimento do disposto no **caput** deste artigo constitui discriminação em razão de deficiência.*

(BRASIL, 2015)

Buscando a equiparação dos direitos a uma inclusão mais isonômica, a Lei nº12.764/2012, conhecida como Lei Berenice Piana (BRASIL, 2012), visa garantir os direitos dos autistas de tal maneira que eles tenham o mesmo acesso às políticas públicas que qualquer pessoa com deficiência possui no Brasil. No ensino, embora a inclusão de crianças com TEA continue sendo um grande desafio para profissionais de Saúde e Educação é fundamental reconhecer a obsolescência da integração escolar, processo onde

o aluno era simplesmente inserido nos bancos escolares à própria sorte. Hoje, a exigência é pela inclusão, processo onde a sociedade se esforça no sentido de suprir as necessidades existentes visando a igualdade de oportunidades. Também é fundamental reconhecer que incluir não se limita à mera presença física do estudante na sala de aula, mas exige um processo contínuo de adaptação e acompanhamento que necessita de adaptações curriculares, recursos pedagógicos específicos e formação continuada dos professores. Tais atitudes promovem a diversidade, o desenvolvimento de habilidades sociais e a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva.

4.1 PARTE HISTÓRICA SOBRE O AUTISMO

Do ponto de vista histórico, os primeiros contatos registrados com as características do autismo decorrem de 1911, quando o psiquiatra suíço *Eugen Bleuler* utilizou pela primeira vez a palavra “autismo” ao associar pessoas que apresentavam dificuldade de interação e tendência ao isolamento. Os seus estudos se tornaram fundamentais para formar a base para estudos posteriores sobre autismo, influenciando a forma como a condição é entendida hoje. Trinta e dois anos depois, o psiquiatra austríaco *Leo Kanner* definiu o autismo, chamando-o inicialmente de “*Distúrbio Autístico do Contato Afetivo*” e descreveu características comportamentais específicas, incluindo graves deficiências na interação social e na comunicação. O trabalho de *Kanner* foi enfático quando pontuou a influência potencial da dinâmica familiar no desenvolvimento do autismo, ao mesmo tempo em que reconheceu os fatores biológicos. Um ano depois, em 1944, o pediatra austríaco *Hans Asperger* publicou seu trabalho sobre o que mais tarde seria conhecido como *síndrome de Asperger*, com foco em crianças com dificuldades sociais e de comunicação. Esse período marcou o início de uma compreensão mais estruturada do autismo e transtornos relacionados, levando a novos estudos e classificações nas décadas seguintes.

Na Alemanha nazista, entre 1933 e 1945, crianças e adultos considerados deficientes, incluindo aqueles com autismo, eram alvos das chamadas políticas de “higiene racial” do regime. A esterilização forçada e, em muitos casos, a eutanásia, faziam parte do programa denominado “*eutanásia infantil*”, conhecido como *Aktion T4*. Crianças com deficiências graves, incluindo aquelas com autismo, eram frequentemente enviadas para instituições como o *Spielgelgrund* em Viena, onde eram mortas sob o

pretexto de “aliviar o sofrimento” ou por serem consideradas “vidas indignas de serem vividas” (CZECH, 2018). *Hans Asperger* trabalhava em um contexto onde crianças consideradas não educáveis ou com vida indigna eram enviadas para instituições como *Spielgelgrund*. Embora o médico não tenha praticado a eutanásia diretamente, colaborou com o regime nazista ao emitir diagnósticos que classificavam crianças como “incapazes” ou “indesejáveis”, o que as colocava em risco de serem enviadas para essas instituições e, conseqüentemente, serem mortas (DE PAOLI, MACHADO, 2022).

Ao tratarmos da história na evolução do diagnóstico do autismo, em 1952 foi criado pela Associação Americana de Psiquiatria (APA) o Manual de Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais (DSM), que tem como objetivo auxiliar os profissionais de saúde mental ao listar as diversas categorias de transtornos mentais aos critérios para o diagnóstico correspondente. O Manual DSM passou por alterações no seu diagnóstico e, de 1952 até os dias atuais apresentou 08 (oito) mudanças: DSM I, DSM II, DSM III, DSM-III – R, DSM IV, DSM IV-R, DSM 5 e a última edição denominada DSM 5-TR. Na penúltima edição, o DSM 5, inclui alterações nos critérios de diagnósticos apresentando o termo Transtorno do Espectro Autista (TEA) e retirou o critério de atraso ou ausência total de desenvolvimento da linguagem, já que a mesma não é uma característica universal, nem específica para indivíduos com TEA. Já a última edição, DSM 5-TR, apresenta uma atualização acerca dos critérios para diagnosticar transtornos mentais, oferecendo assim informações contextuais que contribuem para uma compreensão mais aprofundada das condições psiquiátricas e de seus impactos na vida dos indivíduos (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2022).

Como o TEA é considerado um transtorno do neurodesenvolvimento o que acarreta características por deficiências na interação social, comunicação e no comportamento, muitos indivíduos com autismo também podem ter deficiências intelectuais concomitantes (BRENTANNI et al., 2013). Dessa maneira, o ensino de Física enfrenta um desafio significativo para garantir a inclusão adequada de alunos diagnosticados com necessidades especiais no Ensino Básico Regular. Esse direito está assegurado pelo art. 208 da Constituição Federal, que, no Título VIII (Da Ordem Social), Capítulo III (Da Educação, da Cultura e do Desporto), Seção I (Da Educação), inciso III, estabelece o atendimento educacional especializado para pessoas com deficiência, preferencialmente dentro da rede regular de ensino (BRASIL, 1988). Neste sentido, a formação do professor especializado ou não especializado é fundamental, da mesma

forma seja durante a sua formação inicial e continuada. Com isso, a pesquisa realizada dentro do tema e o seu levantamento é de grande importância.

De uma forma geral, o autismo faz parte de um grupo de transtornos do neurodesenvolvimento denominados Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGDs), Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (TIDs) ou Transtornos do Espectro do Autismo (TEAs) (SILVA, MULICK, 2009). Analisando a partir do ponto de vista neuropsicológico do transtorno, o mesmo apresenta uma hipótese de uma disfunção executiva com comprometimentos cognitivos e no comportamento apresentando dificuldades na inibição de respostas, planejamento, atenção e flexibilidade cognitiva (CZERMAINSKI, BOSA, SALLES, 2013).

4.2 QUESTÕES SENSORIAIS E FUNÇÕES EXECUTIVAS

Quando tratamos das nuances da sensibilidade do espectro autista, há duas disfunções sensoriais atreladas a tal espectro: a *hipersensibilidade* e a *hiposensibilidade*, inerentes a quaisquer receptor sensorial. Condições de hipersensibilidade em crianças diagnosticadas com TEA é uma característica comum e variada na sua sensibilidade, tornando-as mais reativas a estímulos sensoriais, como sons, texturas, sabores e cheiros. Tal sensibilidade elevada pode afetar significativamente sua qualidade de vida e interações sociais podendo gerar ansiedade, provocando comportamentos agressivos ou autolesivos nessas crianças (UCHOA, BARROS, 2023).

Crianças diagnosticadas com TEA normalmente apresentam diferenças sensoriais que podem ser classificadas em padrões de *hipo-reatividade*, quando o infante não responde a estímulos apresentados, de *hiper-reatividade*, quando há padrões de respostas aumentadas onde podem ocorrer aversão a sons e de *busca sensorial* em que há uma procura por estímulos externos. Outros estudos também mencionam um quarto padrão, o da *percepção aprimorada*, onde certas habilidades sensoriais são mais aguçadas (POSAR e VISCONTI, 2017). Da mesma forma, podem ocorrer disfunções multissensoriais que podem comprometer o aprendizado do aluno TEA através das dificuldades em discriminar ou integrar as informações sensoriais, levando a comportamentos inadequados ou atrasos no desenvolvimento (MANTOVANI et al, 2023).

As chamadas *funções executivas* apresentam variadas definições na literatura. Podem ser entendidas como um conjunto de processos cognitivos que, de maneira integrada, permitem ao indivíduo direcionar comportamentos a metas, avaliando a eficiência destes comportamentos, de tal maneira que possa abandonar estratégias ineficazes em prol de outras mais eficientes e, deste modo, resolver problemas a curto, médio e longo prazo (DIAMOND et al, 2015). Um conjunto de habilidades cognitivas podem auxiliar a executar variadas atividades. Uma das suas características está associada a auxiliar no comportamento associado a metas específicas. Pode nos ajudar nas atividades diárias, mas, quando pensamos no processo de ensino-aprendizagem de uma criança, adolescente ou adulto que, no momento do aprendizado está aprendendo um conteúdo ou habilidade nova, podemos utilizar as funções executivas ao nosso favor.

As habilidades que fazem parte do conjunto chamado *funções executivas* são: *memória de trabalho*, *o controle inibitório* e a *flexibilidade cognitiva*. A memória de trabalho manipula informações que podem ser visuais e auditivas em um curto período de tempo. Exemplo: Toda a vez que aprendemos a cantar a letra de uma música, precisamos memorizar cada conjunto de informações para cantar toda a música. Ativa-se assim, a memória de curto prazo, presente no hipocampo. Em um jogo da memória, por exemplo, ativa e recruta a memória de trabalho.

O controle inibitório possui a característica de inibir comportamentos automáticos fora de sociedade, como urinar, porém, em uma perspectiva mais ampla ele pode ser atencional, cognitivo e comportamental. Sem a devida instrução, um aluno autista pode, por exemplo, urinar na parede da sala de aula baseado na informação isolada “*não pode segurar xixi por muito tempo que faz mal*”.

No atencional, concluí-se uma atividade, do seu início ao fim, com o foco sendo mais relevante do que os distratores ao redor do aluno. Na flexibilidade cognitiva que, em uma perspectiva mais abrangente, está associada a nossa capacidade de criação há uma busca em se adaptar a uma nova realidade ou situação. Já no comportamental, existe a possibilidade de cessar um comportamento inadequado avaliando a situação antes da mesma ação (DIAMOND, 2013).

Dentre os estudos associados ao TEA no processo de inclusão de alunos nas classes regulares, observa-se que as famílias possuem um papel singular no processo da própria inclusão desses alunos, mesmo que, conforme foi citado anteriormente, o Estado

tenha o seu papel legal de garantir os direitos destes (SERRA, 2010). A interação entre a família e escola, demandando esforço bilateral, é crucial para promover comportamentos sociais, particularmente na educação inclusiva. Ambas as instituições devem colaborar de forma eficaz para identificar e respeitar as diferenças individuais e, ao mesmo tempo, promover a coesão do grupo. A família e a escola compartilham a responsabilidade pela educação, necessitando de uma parceria que aprimore o processo educacional. A colaboração bem-sucedida pode levar a melhores resultados para todos os estudantes.

Quanto às intervenções, estratégias ou programas para ajudar as pessoas com autismo, devemos considerar as chamadas Práticas Baseadas em Evidências (PBE) que funcionam comprovadamente por meio de pesquisas científicas seguindo um conjunto específico de etapas ou protocolos. Isso ajuda os pesquisadores a comparar diferentes práticas e analisar quais são as mais eficazes. Embora os modelos abrangentes e as práticas focadas sejam diferentes, geralmente funcionam juntos (SCHMIDT, 2011). Isso significa que, embora um programa possa se concentrar no desenvolvimento geral, ele ainda pode incluir estratégias específicas para ensinar habilidades individuais, ou seja, podemos ajudá-los a atingir todo o seu potencial em aprendizado e interações sociais.

Os desafios de entender e ensinar alunos com autismo é avaliar um universo altamente plural, pois o autismo não é o mesmo para todos. Pessoas com autismo podem ter sintomas muito diferentes, especialmente quando se trata de comunicação e habilidades sociais. Por exemplo, uma criança pode ter dificuldade em falar com outras pessoas, enquanto outra pode achar difícil entender sinais sociais, como quando sorrir ou fazer contato visual. Essa ampla gama de sintomas torna difícil decidir que tipo de ajuda cada pessoa precisa. As comorbidades são outras condições que podem ocorrer junto com o autismo. Por exemplo, uma criança com autismo também pode ter problemas de ansiedade ou atenção. Esses desafios adicionais podem tornar ainda mais complicado encontrar o suporte certo além das chamadas variáveis ambientais, o que pode afetar a forma como ela aprende e responde às intervenções (SCHMIDT, 2011). Em contrapartida, os professores desempenham um papel crucial na decisão de como ajudar seus alunos com autismo. Não cabe dizer exatamente aos professores o que se deve fazer, mas que os docentes possam usar suas próprias experiências e conhecimentos para descobrir o que funciona melhor para seus alunos. Por exemplo, um professor pode

perceber que um método de ensino específico ajuda um aluno, mas não outro, então ele precisa ser flexível e adaptar sua abordagem.

Há uma falta significativa de treinamento para professores sobre como trabalhar com alunos com autismo. Muitos se sentem despreparados para apoiar esses alunos de forma eficaz. Esse é um grande problema porque os docentes costumam ser a primeira linha de apoio para crianças com autismo nas escolas. Tal condição mostra a necessidade de treinamento contínuo aos docentes para ajudá-los a reconhecer os sinais do autismo e aprender estratégias de ensino eficazes.

As descobertas sugerem a necessidade de uma reforma nos programas de aperfeiçoamento de professores para incluir treinamento especializado em educação inclusiva, possibilitando que os professores estivessem mais bem preparados para atender às diversas necessidades dos alunos com deficiência, abordando as inadequações atuais no treinamento inicial e contínuo (CABRAL e SILVA, 2017). Muitos educadores não têm as habilidades necessárias para implementar adaptações curriculares eficazes, o que pode dificultar a experiência educacional desses alunos. Isso indica uma necessidade premente de programas de desenvolvimento profissional relacionados com foco na conscientização sobre o autismo e estratégias de ensino inclusivas.

Neste trabalho, ao idealizarmos uma inserção de alunos TEA em uma aula de Física sobre a temática da Acústica e dentro da proposta que será apresentada, o docente de Física deve levar em consideração, na sua aplicabilidade, as possibilidades associadas a presença das variações sensoriais dos alunos juntamente com o uso das funções executivas através de estímulos e auto regulação cognitiva visando o entendimento sobre os fenômenos acústicos.

4.3 MUSICALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

A musicalização aplicada no ensino pode ter um papel motivador e mais humanizado, pois possibilita uma relação mais estreita com outras áreas como a cultura, a criatividade do aluno e na constituição de novas sensibilidades dos discentes (SOARES, CERVEIRA, MELLO, 2019). A não-verbalidade musical é reconhecido como o principal canal facilitador no processo interativo entre uma pessoa diagnosticada com TEA e seu interlocutor, através de composições instrumentais ou que contenham letras cantadas ou narrativas (SAMPAIO, LOUREIRO, GOMES, 2015). Dessa forma, a música, especialmente em sua forma não-verbal, pode ser uma ferramenta eficaz para promover engajamento e comunicação em indivíduos com autismo. Estudos indicam inclusive que, terapias musicais improvisadas, baseadas na abordagem de *Nordoff e Robbins*, demonstraram aumentar significativamente as respostas comunicativas das crianças, tanto em aspectos musicais (como ritmo, tom e estrutura) quanto não musicais (EDGERTON, 1994). Cabe destacar que a abordagem *Nordoff e Robbins* é uma filosofia e prática terapêutica que valoriza a música como força transformadora, a criatividade como caminho de acesso à saúde e a relação dinâmica entre música (BRANDALISE, 2004). Outras pesquisas realizadas corroboram com tal aplicabilidade quando apresentadas à pessoas com TEA, destacando sua eficácia e diversidade de abordagens, principalmente através de comportamentos disruptivos (BRANDALISE, 2013).

Conseqüentemente, a ideia de aliar a música com o ensino de Acústica reforça uma intervenção promissora para discentes com TEA incluídos no ensino regular, no intuito de melhorar não só à compreensão dos conteúdos do tema, como também, ter ganhos substanciais nas etapas que envolvam a comunicação, a socialização e a regulação emocional.

4.4 ONDAS SONORAS

O conceito de onda pode ser entendido como uma perturbação em um meio, onde há transporte de energia sem o transporte de matéria. Da mesma forma, quanto à natureza, as ondas podem ser definidas como *eletromagnéticas* (que não precisam necessariamente de um meio material para se propagar) e *mecânicas* (que necessitam de um meio material para a sua propagação). Já quanto à direção de propagação, as ondas podem ser *longitudinais*, *transversais* ou *mistas*. Quanto ao tipo, há ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais. Dessa forma, ondas sonoras, são consideradas como mecânicas, longitudinais e tridimensionais, o que corresponde a compressões e rarefações em regiões de maior e menor pressão, respectivamente em um tubo sonoro com formato cilíndrico. Tais tubos cilíndricos possuem frequências naturais de vibração que, quando estimuladas em uma ou mais de uma frequência natural podem sofrer a ressonância, o que faz com que o som amplie a sua intensidade.

Tais tubos podem ser classificados em abertos e fechados e as vibrações que podem ocorrer nos mesmos podem ser entendidas como uma onda estacionária que decorre da interferência do som entre o pulso emitido e o refletido. Na extremidade aberta, há uma reflexão em concordância de fase. Já nos tubos sonoros de extremidade fechada, temos reflexão com inversão de fase.

Um trabalho interessante foi feito buscando medir indiretamente a velocidade do som através da constatação de um fenômeno acústico em um tubo com comprimento definido, medindo, a partir daí as frequências de ressonância através de um software de captação e análise do áudio (SILVA, 2011). As principais frequências correspondem às ressonâncias da coluna de ar e podem ser descritas por:

$$f_n = (2n + 1) \frac{v_{som}}{4L}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

L é o comprimento do tubo e v_{som} é a velocidade do som.

Utilizando o aplicativo *Phyphox* com tubos sonoros abertos, foi apresentado outro procedimento experimental caseiro que utiliza um tubo de papelão aberto para analisar os modos ressonantes de uma coluna de ar. Diferente de métodos tradicionais que empregam fontes sonoras puras, esta abordagem utilizou ruído de banda larga - como estático de rádio ou sons ambientais - para excitar múltiplos harmônicos simultaneamente. O arranjo experimental posiciona a fonte sonora em uma extremidade do tubo e um smartphone com o aplicativo na extremidade oposta, capturando e processando o espectro acústico resultante através de análise de Fourier. A determinação da velocidade do som segue um protocolo sistemático: após medir as frequências de ressonância, estabelece-se a correlação entre os picos espectrais observados e os modos de vibração teóricos usando as dimensões geométricas do tubo. O cálculo final empresta técnicas de análise gráfica, traçando as frequências ressonantes contra os inversos dos comprimentos de onda correspondentes, onde o coeficiente angular da regressão linear fornece o valor da velocidade sônica. Esta metodologia demonstra vantagens metodológicas significativas sobre técnicas dependentes de discriminação auditiva, particularmente em precisão e reprodutibilidade. Para otimizar os resultados, o protocolo recomenda estratégias de aquisição de dados que incluem: emprego de múltiplas fontes de ruído (geradores digitais, sons ambientais variados), técnicas de excitação alternativa (sopro na borda do tubo) e ajustes de posicionamento acústico, garantindo assim a captura de um espectro ressonante suficientemente rico para análise mesmo com equipamentos de qualidade variável (HERNÁNDEZ, 2021).

5 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será apresentada a sequência de métodos alternativos relacionados para que as propostas de aulas do Ensino Regular, abordando o ensino de Acústica com tubos sonoros recicláveis, sejam apresentados aos alunos TEA e não-neurodivergentes contribuindo para um ensino inclusivo. Utilizando tarefas estimuladoras e de auto regulação com funções executivas, no mesmo espaço, todos os alunos poderão interagir entre si e, cabe ao docente de Física, a mediação das atividades.

Levando em consideração os referenciais teóricos apresentados anteriormente, será apresentada a viabilidade de realizar atividades experimentais multissensoriais com tubos sonoros recicláveis, de policloreto de vinila (PVC), que apresentem dimensões específicas de tal forma que cada um apresente uma nota musical particular e determinada dentro das suas dimensões. Por outro lado, dependendo do número de aulas disponíveis, e da quantidade de alunos TEA e não neurodivergentes, como sugestão, os alunos poderiam construir os tubos sonoros de PVC desde que fossem supervisionados pelo docente no espaço escolar ou pelos responsáveis antecipadamente.

Para determinar experimentalmente a efetividade dos tubos sonoros, foram calculadas as dimensões para tubos de PVC com 40mm de diâmetro. O intuito é criar uma escala diatônica (com sete notas musicais) que apresentam as notas Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si, Dó, ou seja, o intervalo Tom-Tom-Semitom-Tom-Tom-Tom-Semitom (DANTAS, CRUZ, 2019). De acordo com a literatura musical, as notas musicais da escala diatônica possuem frequências conforme a tabela 1 (ISO 16, 1975).

Tabela 1 - Frequências para tubos sonoros (ISO 16, 1975)

Nota Musical	Frequência
Dó Maior (C4)	261,63 Hz
Ré Maior (D4)	293,66 Hz
Mi Maior (E4)	329,63 Hz
Fá Maior (F4)	349,23 Hz
Sol Maior (G4)	392,00 Hz
Lá Maior (A4)	440,00 Hz

Si Maior (B4)	493,88 Hz
Dó Maior (C5)	523,25 Hz

De posse dos valores de frequência podemos determinar o valor do comprimento de cada tubo sonoro aberto. Para um tubo sonoro aberto, o comprimento L em função da velocidade v e da frequência f é dada basicamente por:

$$L = \frac{v}{2f}, \text{ onde}$$

f é a frequência, v é a velocidade do som no ar (343m/s, a 20°C)

A tabela 2 indica os resultados do comprimento L associados a cada nota musical de frequência f aos tubos de PVC com 40mm de diâmetro cada.

Tabela 2 - L em função da comprimento L

Nota Musical	Comprimento L (cm)
Dó Maior (C4)	65,5
Ré Maior (D4)	58,4
Mi Maior (E4)	52,0
Fá Maior (F4)	49,1
Sol Maior (G4)	43,8
Lá Maior (A4)	39,0
Si Maior (B4)	34,8
Dó Maior (C5)	32,8

Fonte: elaboração própria

Como a proposta aqui apresentada é de cunho didático experimental básico, não foi levada em consideração os devidos fatores de correção nas medições para a proposta de confecção dos tubos abertos de PVC.

Após a construção, para ajudar os alunos no reconhecimento dos tubos e suas respectivas notas musicais, os mesmos podem ser pintados com cores diferentes. Recomenda-se utilizar tinta acrílica spray caso seja possível.

Com isso, a proposta aqui apresentada é de tornar possível a compreensão básica das propriedades do som (frequência, altura, amplitude e intensidade), a relação entre o comprimento de um tubo sonoro aberto e a frequência emitida através da comparação dos sons, observando e registrando as reações dos discentes aos estímulos. Dessa forma, como verificação atitudinal, promove-se a colaboração, a autorregulação sensorial e o respeito à diversidade, através da estimulação das funções executivas como memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e controle inibitório. Atenta-se que, entre os materiais disponibilizados, caso seja necessário, os alunos que possuem hipersensibilidade auditiva deverão utilizar os protetores auriculares.

Em sala de aula, durante a apresentação aos alunos nas atividades práticas, pode ser feita uma explicação teórica utilizando alguns tubos de diferentes tamanhos. Um exemplo de questão aberta que pode ser apresentada aos alunos é por que um tubo de menor comprimento emite um som mais agudo e, o de maior comprimento emite um som mais grave.

Posteriormente, os alunos podem ser divididos em grupos, o que visa incentivar a interação social com seus pares e, aos alunos TEA pode ser dada a possibilidade de explorar os materiais (tubos sonoros) de forma livre, dando-lhes liberdade para bater os tubos no chão, pernas ou mãos para sentirem as vibrações emitidas. Como dito anteriormente, aos alunos que apresentem hipersensibilidade pode se optar pelo uso dos protetores auriculares e tocar o tubo de maneira mais suave. Aos alunos com hipossensibilidade pode ser encorajado a usar um amplificador para sentir a vibração sonora com maior intensidade. Tais etapas citadas aqui trabalham com a autorregulação emocional e sensorial.

Como uma aplicação monitorada apresentamos a seguinte proposta: Cada grupo recebe três tubos de comprimentos diferentes e são propostos três desafios aos mesmos. *Desafio 1 (Altura/Frequência): “Batam em cada tubo e, usando o aplicativo no tablet ou celular Phyxox, descubram qual emite a frequência mais alta e qual emite a mais baixa. Anotem na tabela”*. Já o *Desafio 2 (Intensidade/Amplitude): “Agora, batam no tubo com força normal e depois de maneira mais suave. O que acontece com a curva de intensidade no aplicativo? Ela fica maior ou menor?”* A utilização do aplicativo possibilita a

verificação de um conceito abstrato (frequência) em uma informação visual e concreta, o que auxilia a memória de trabalho e o monitoramento das funções executivas.

Ao final, com o objetivo de socializar as descobertas de cada grupo, os mesmos podem compartilhar o que foi observado, cabendo ao professor o papel de mediação do debate analisando as concepções espontâneas dos alunos introduzindo, quando necessário, os termos científicos corretos a partir das observações dos alunos. Como etapa de conectar tais assuntos com a etapa da musicalização e contextualizando o tema da Acústica, o professor pode perguntar se, os tubos sonoros manuseados/construídos se parecem com algum instrumento musical conhecido pelos mesmos. Outra possibilidade é de ser criada uma sequência rítmica simples com os tubos, ordenados do menor (mais agudo) para o maior (mais grave), isso reforça o conceito de forma lúdica e criativa, criando uma conexão com a Física. Conforme os alunos forem ganhando agilidade e reconhecimento sobre as notas musicais de cada tubo, pode-se tentar reproduzir músicas simples e populares. Uma melodia tradicional e infantil que pode ser utilizada é conhecida como “*Dó-Ré-Mi-Fá-Fá-Fá*” ou *O Pastorzinho*, por exemplo.

Tais procedimentos apresentados são favoráveis à estimulação das funções executivas pois estimulam o controle inibitório, quando o discente deve esperar a vez de tocar o tubo, controlando a força da batida. Da mesma forma, favorece a memória de trabalho, pois torna possível a retenção da instrução, lembrando a frequência medida em um determinado tubo para comparar-se com a de outro tubo de diferente comprimento. A flexibilidade cognitiva que está vinculada a mudança de tarefas ao longo da atividade (explorar livremente, medir frequência e medir intensidade), adapta a forma de interagir com o experimento conforme sua necessidade sensorial.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi elaborada uma proposta pedagógica utilizando tubos sonoros de PVC para promover a inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista no ensino de ondulatória. As pesquisas apresentadas neste trabalho indicam que a abordagem multissensorial, integrada com estratégias de estimulação das funções executivas pode facilitar a compreensão de conceitos físicos abstratos possibilitando atender às necessidades específicas de regulação sensorial e cognitiva dos educandos com TEA. A atividade apresentada como proposta corrobora para a formação de um ambiente de aprendizagem cooperativo, que visa permitir a participação conjunta de estudantes neurodivergentes e neurotípicos na mesma tarefa educacional em uma sala de aula.

O emprego de materiais acessíveis, como os tubos de PVC, mostra-se uma alternativa vantajosa pela viabilidade econômica e adaptabilidade em diversos cenários escolares. Desta forma, o papel do professor como mediador pode ser fundamental para potencializar os resultados cognitivos, desenvolvendo assim as competências de autorregulação. Acreditamos que essa proposta, devido a sua viabilidade quando for devidamente aplicada, poderá estabelecer um modelo metodológico favorável à aquisição dos conteúdos de Acústica. Da mesma maneira, adaptando-se a mesma ideia de metodologia de adaptação para outros conteúdos de Física, vislumbra-se um panorama favorável à inclusão dos alunos TEA no ensino regular.

Por fim, este trabalho evidencia a possibilidade e a relevância de desenvolver abordagens didáticas que acolham a neurodiversidade nas salas de aula regulares. Não se trata da solução final dos desafios ao qual o docente se depara diariamente no ensino, porém objetiva-se que, a proposta aqui apresentada, não apenas oferece um instrumento concreto para a prática docente, mas também colabora para a consolidação de um ensino de Ciências mais inclusivo e equitativo, onde as diferenças cognitivas se transformam em potenciais educacionais. Recomenda-se, para estudos posteriores, a implementação controlada desta sequência didática, na forma de proposta de aula em contextos educacionais reais, permitindo a avaliação sistemática de seus efeitos na aprendizagem conceitual e no processo de inclusão escolar.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5-TR**. 5. ed. text revision. Washington, DC: American Psychiatric Publishing, 2022.

ARAÚJO, A. L. S.; SILVA, G. F. da; ZANON, D. A. A inclusão escolar de estudantes com autismo: revisão de literatura. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 36, p. 1-23, 2023.

BARBOSA, L. P.; ALVES, F. R. V. Análise das produções científicas sobre TEA e ensino de ciências no ENPEC. In: **Anais do XIV ENPEC**, 2023.

BRANDALISE, M. T. **Nordoff-Robbins: A Music Therapy Life**. São Paulo: Editora Som, 2004.

BRANDALISE, M. T. Musicoterapia e autismo: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Musicoterapia**, v. 15, n. 18, p. 45-60, 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015.

BRENTANNI, H. et al. Transtorno do Espectro Autista (TEA): aspectos etiológicos, diagnósticos e terapêuticos. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 62, n. 3, p. 225-233, 2013.

CABRAL, L. S.; SILVA, A. P. da. Formação de professores para a inclusão de alunos com autismo: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 23, n. 4, p. 497-512, 2017.

CAMARGO, E. P. **Inclusão no Ensino de Física: Reflexões e Propostas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

CZERMAINSKI, S. C.; BOSA, C. A.; SALLES, J. F. Funções executivas em crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista: uma revisão. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 29, n. 3, p. 289-299, 2013.

CZECH, H. Hans Asperger, National Socialism, and “race hygiene” in Nazi-era Vienna. **Molecular Autism**, v. 9, n. 29, 2018.

DANTAS, A. R.; CRUZ, F. M. da. **Acústica Musical e Organologia**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

DE PAOLI, M. M.; MACHADO, C. L. B. Hans Asperger e o regime nazista: uma análise histórica. **Revista de História da Educação**, v. 26, n. 1, p. 45-62, 2022.

DIAMOND, A. Executive Functions. **Annual Review of Psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.

DIAMOND, A. et al. Conjunto de funções executivas e suas implicações para a aprendizagem. **Journal of Educational Psychology**, v. 107, n. 3, p. 735-745, 2015.

EDGERTON, C. L. The effect of improvisational music therapy on the communicative behaviors of autistic children. **Journal of Music Therapy**, v. 31, n. 1, p. 31-62, 1994.

FERNANDES, F. D. M.; TOMAZELLI, L. S.; GIRIANELLI, E. R. Transtorno do Espectro Autista: atualizações em diagnóstico e intervenção. **Revista CEFAC**, v. 22, n. 1, e1219, 2020.

FOMBONNE, E. Epidemiology of Pervasive Developmental Disorders. **Pediatric Research**, v. 65, n. 6, p. 591–598, 2009.

HERNÁNDEZ, G. et al. Medindo a velocidade do som com tubos abertos e o aplicativo Phyphox. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20210189, 2021.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: Características da População com Deficiência**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16:1975**. Acoustics — Standard tuning frequency (Musical pitch). Geneva: ISO, 1975.

LURIA, A. R. **Higher Cortical Functions in Man**. 2nd ed. New York: Basic Books, 1981.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. A Integração das Pessoas com Deficiência: Da Segregação à Inclusão. In: MENDES, Enicéia Gonçalves; ALMEIDA, Maria Amélia (Orgs.). **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003. p. 27-38.

MANTOVANI, J. C. et al. Processamento sensorial no Transtorno do Espectro Autista: implicações para a aprendizagem. **Revista de Terapia Ocupacional**, v. 34, n. 1, p. 45-55, 2023.

MEDEIROS, S. L. et al. Análise da produção científica sobre autismo no ENPEC: um levantamento de 2011 a 2019. **Revista Ensaio**, v. 23, e2021, 2021.

MELLO, R. R.; PEREIRA, A. C. C. O uso de recursos musicais no ensino de ciências para alunos com TEA. In: **Anais do XIV ENPEC**, 2023.

OMS. **Organização Mundial da Saúde**. Transtorno do Espectro Autista. Genebra: OMS, 2025. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>. Acesso em: 10 out. 2025.

PARANHOS, M. E.; GARCIA, P. S. **Ensino de Física e Inclusão: Discussões e Práticas**. Curitiba: CRV, 2009.

PEREZ, J. F.; ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. Inclusão do aluno autista no ambiente escolar: um estudo de formação de professores durante a pandemia. In: **Anais do EPEF**, 2024.

PINTO, R. N. M. et al. Novas perspectivas no diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista. **Jornal de Pediatria**, v. 95, n. 1, p. 1-8, 2019.

POSAR, A.; VISCONTI, P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. **Jornal de Pediatria**, v. 94, n. 4, p. 342-350, 2017.

RIBEIRO, C. A.; MARTINEZ, F. L. Estratégias didáticas para o ensino de química a alunos com TEA. In: **Anais do XIV ENPEC**, 2023.

ROSA, M. I. P.; MARTINEZ, F. L. O ensino de biologia para estudantes com autismo: uma proposta de sequência didática. In: **Anais do XIV ENPEC**, 2023.

SAMPAIO, A. R.; LOUREIRO, C. B.; GOMES, M. P. A música como facilitadora da comunicação não-verbal em indivíduos com TEA. **Revista Brasileira de Educação Musical**, v. 25, n. 40, p. 123-135, 2015.

SAVIOLLI, I. P.; MOURA, C. B. R. Ensino de Física e autismo: um levantamento bibliográfico (2010-2023). In: **Anais do EPEF**, 2024.

SCHMIDT, C. **Evidência-based Practices for Students with Autism Spectrum Disorders**. Arlington, VA: Council for Exceptional Children, 2011.

SERRA, D. C. G. A família e a escola na inclusão de pessoas com autismo. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 16, n. 1, p. 31-46, 2010.

SILVA, A. B. B. **Autismo & Educação: Reflexões e Propostas de Intervenção**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

SILVA, C. M. **Mentes Únicas: O Espectro do Autismo e sua Neurodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Hogrefe CETEPP, 2009.

SILVA, J. P. da. Determinação da velocidade do som usando tubos sonoros e análise de áudio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 345-362, 2011.

SOARES, M. H. F. B.; CERVEIRA, M. L.; MELLO, P. C. A musicalização no ensino de ciências: humanizando e criando novas sensibilidades. **Revista Ensaio**, v. 21, e2019, 2019.

UCHOA, F. N.; BARROS, R. S. Hipersensibilidade sensorial no Transtorno do Espectro Autista: impactos e estratégias de manejo. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, v. 25, n. 2, p. 1-15, 2023.

UNESCO. **Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais**. Brasília: UNESCO, 1994.