



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO
INCLUSIVA – PROFEI
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO INCLUSIVA EM REDE NACIONAL

WALLYSABEL ARAUJO VERAS

LABORATÓRIO VIRTUAL *PHET SIMULATION*: UMA PROPOSTA INCLUSIVA
NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA ALUNOS
COM TEA

SÃO LUÍS – MA
2025

WALLYSABEL ARAUJO VERAS

**LABORATÓRIO VIRTUAL *PHET SIMULATION*: UMA PROPOSTA INCLUSIVA
NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA ALUNOS
COM TEA**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado Profissional em Educação
Inclusiva em Rede Nacional – PROFEI,
como requisito para obtenção do título de
Mestra em Educação Inclusiva.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Roberto
Coelho Serra.

SÃO LUÍS – MA

2025

Veras, Wallysabel Araujo.

Laboratório virtual Phet Simulation: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA./ Wallysabel Araújo Veras . – São Luís (MA), 2025.

174p.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação Inclusiva - PROFEI) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Roberto Coelho Serra.

1. Autismo. 2. Tecnologias Assistivas. 3. Ciências. 4. Pet Simulations. 5. Inclusão.
I. Título.

CDU: 376-056.36

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

WALLYSABEL ARAUJO VERAS

**LABORATÓRIO VIRTUAL *PHET SIMULATION*: UMA PROPOSTA INCLUSIVA
NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA ALUNOS
COM TEA**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado Profissional em Educação
Inclusiva em Rede Nacional – PROFEI,
como requisito para obtenção do título de
Mestra em Educação Inclusiva.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Roberto
Coelho Serra.

APROVADA EM: 30 / 05 / 2025

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO ROBERTO COELHO SERRA**
Data: 01/07/2025 14:41:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Roberto Coelho Serra (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Documento assinado digitalmente
 **WELBERTH SANTOS FERREIRA**
Data: 24/06/2025 15:56:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Welberth Santos Ferreira (Examinador)
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Documento assinado digitalmente
 **ALMIR SOUZA E SILVA NETO**
Data: 24/06/2025 21:41:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Almir Souza e Silva Neto (Examinador)
Instituto Federal do Maranhão

Dedico esta dissertação às vozes que, por tanto tempo, ecoaram em silêncio; aos educadores, colegas, amigos, família e a mim. Que esta obra seja um marco: não de chegada, mas de resistência.

AGRADECIMENTOS

A trajetória que culmina neste trabalho foi feita de encontros, escutas, silêncios acolhedores e desafios transformadores. Por isso, este momento de conclusão é também um momento de profunda gratidão.

Agradeço primeiramente a **Deus**, fonte de sabedoria, força e luz nos momentos de cansaço, incerteza e silêncio. Sua presença me sustentou quando as palavras faltavam e o caminho parecia estreito.

Ao Professor Dr. Antônio Roberto Coelho Serra, meu orientador, pela escuta generosa, pelo olhar atento e pela condução firme e respeitosa; sua orientação ultrapassou os limites da academia – foi também um gesto pedagógico de acolhimento e confiança.

Aos professores e professoras do **PROFEI/UEMA**, por cada ensinamento que desafiou o óbvio e por provocarem em mim a inquietação necessária para sonhar com uma escola que verdadeiramente inclua.

Aos membros da **banca examinadora**, pela leitura atenta, críticas construtivas e contribuições essenciais ao amadurecimento desta pesquisa.

Aos colegas do mestrado, com quem compartilhei o peso dos prazos e a leveza da companhia; a partilha nos fortaleceu – entre leituras, trabalhos e afetos – e nos fez entender que a caminhada é menos árdua quando é feita em rede.

Às crianças e jovens que inspiraram esta pesquisa – vozes diversas, corações plurais, vidas que desafiam os padrões e pedem passagem. Vocês são razão e sentido para que lutemos por um mundo onde a escola abrace a todos.

Aos educadores e educadoras da **Escola Monsenhor Antonino**, cenário desta pesquisa e espaço pulsante de desafios e esperança; meu profundo respeito e

admiração por cada gesto de resistência, cada tentativa, cada reinvenção do cotidiano escolar em nome da inclusão.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), por sustentar este espaço de formação e investigação e por reafirmar, por meio do PROFEI, o compromisso com uma educação pública, democrática e inclusiva.

À minha **família**, por ser base e abrigo; de forma especial, à minha **mãe**, mulher de força serena e fé inabalável, a qual sempre foi meu norte e minha rocha. Seu amor me ensinou a seguir, mesmo quando o chão faltava.

Aos **amigos leais**, companheiros(as) de estrada, que me ofertaram palavras, silêncios e presenças nas horas em que eu mais precisei. Suas amizades me lembraram que eu não estava só.

Ao meu **“eu” de antes**, que por vezes duvidou, fraquejou e se perguntou se era capaz; que esta dissertação seja a resposta a todas as incertezas: você é capaz, sim! E foi além!

Por fim, agradeço à própria ideia de escola inclusiva – não como um ideal distante, mas como um compromisso ético, político e urgente. Que este trabalho seja mais uma pedra lançada na construção de um mundo onde ninguém precise lutar para simplesmente pertencer.

RESUMO

No âmbito da educação, a inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista exige abordagens pedagógicas diferenciadas e o uso de tecnologias assistivas que promovam o desenvolvimento, haja vista os desafios na comunicação, interação social e comportamentos repetitivos. Nesse contexto, esta pesquisa objetiva analisar a eficácia da utilização do laboratório virtual *PhET Simulations* no ensino de Ciências da Natureza para alunos com TEA, compreendendo a acessibilidade, usabilidade, percepções dos professores e os efeitos na participação e engajamento desses estudantes. A abordagem da pesquisa é qualitativa, envolvendo a elaboração de uma revisão sistemática de literatura sobre inclusão de alunos com TEA no ensino de ciências, a análise do perfil dos participantes, a investigação das percepções dos professores sobre o uso do *PhET Simulations* e o reconhecimento dos efeitos da tecnologia na participação e engajamento do grupo de estudantes. Além disso, visou-se desenvolver um produto educacional, na forma de e-book informativo, destinado a professores interessados em utilizar o laboratório virtual no ensino de Ciências da Natureza com o fito de responder à problemática da pesquisa, a saber, de que forma o PhET Simulations pode incluir alunos com TEA nas aulas de Ciências da Natureza? Além disso, houve a realização de uma formação direcionada aos professores, destacando a relevância da temática está na necessidade de promover a inclusão efetiva de tecnologias assistivas no contexto do ensino, contribuindo para um ambiente educacional mais participativo, equitativo e inclusivo. A expectativa é de que os resultados obtidos subsidiem a formulação de políticas educacionais e estratégias de ensino que beneficiem a educação, transformando a maneira como ela é concebida e implementada.

PALAVRAS-CHAVE: Autismo. Tecnologias Assistivas. Ciências. *PhET Simulations*. Inclusão.

ABSTRACT

In the field of education, the inclusion of students with Autism Spectrum Disorder (ASD) requires differentiated pedagogical approaches and the use of assistive technologies that foster development, given the challenges related to communication, social interaction, and repetitive behaviors. In this context, this study aims to analyze the effectiveness of using the PhET Simulations virtual laboratory in teaching Natural Sciences to students with ASD, focusing on accessibility, usability, teachers' perceptions, and the effects on student participation and engagement. The research adopts a qualitative approach, including a systematic literature review on the inclusion of students with ASD in science education, an analysis of participant profiles, an investigation of teachers' perceptions regarding the use of PhET Simulations, and an assessment of the technology's impact on student participation and engagement. Additionally, this study aims to develop an educational product in the form of an informative e-book designed for teachers interested in integrating the virtual laboratory into Natural Sciences instruction. The study seeks to address the central research question: How can PhET Simulations facilitate the inclusion of students with ASD in Natural Sciences classes? The relevance of this topic lies in the need to effectively integrate assistive technologies into the educational context, fostering a more participatory, equitable, and inclusive learning environment. The expected outcomes of this research are to support the development of educational policies and teaching strategies that enhance education, ultimately transforming how it is conceived and implemented.

KEYWORDS: Autism. Assistive Technologies. Science. PhET Simulations. Inclusion.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conteúdos mais abordados nas CN.

Quadro 2 – Competências específicas da área de CN e suas tecnologias.

Quadro 3 – Habilidades relacionadas à competência 1.

Quadro 4 – Habilidades relacionadas à competência 2.

Quadro 5 – Habilidades mobilizadas pela competência 3.

Quadro 6 – Fundamentos e benefícios de uma abordagem inclusiva.

Quadro 7 – Caracterização dos laboratórios virtuais.

Quadro 8 – Levantamento de laboratórios virtuais.

Quadro 9 – Critério A – Apresentação de déficits.

Quadro 10 – Critério B – construção de padrões.

Quadro 11 – Critérios C, D, E – Demais caracteres.

Quadro 12 – Recursos inclusivos disponíveis ao usuário.

Quadro 13 – Simulação e esclarecimentos.

Quadro 14 – Opções de simulações.

Quadro 15 – Organização do e-book produzido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matrícula 2024.

Tabela 2 – Matrícula nas extensões.

Tabela 3 – Recursos desenvolvidos numa proposta inclusiva do ensino de CN.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Síntese do processo de pesquisa sobre Inclusão de autistas nas aulas de Ciências da Natureza.

Figura 2 – Tópicos característicos da pesquisa.

Figura 3 – Percurso da pesquisa.

Figura 4 – Compreensão da Tecnologia Assistiva.

Figura 5 – Página inicial do site PhET.

Figura 6 – Opções de simulações.

Figura 7 – Simulações disponíveis por área.

Figura 8 – Recursos de flexibilização das simulações.

Figura 9 – Design inclusivo do PhET Simulations.

Figura 10 – Estudante com TEA acessando ao *PhET*.

Figura 11 – Grupo de estudantes manipulando a plataforma.

Figura 12 – Estudante explorando a plataforma.

Figura 13 – Interação com o *PhET Simulations*.

Figura 14 – Capa do E-book construído.

Figura 15 – Realização do Encontro formativo.

Figura 16 – Folder distribuído aos docentes presentes.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tempo de atuação dos docentes em sala de aula.

Gráfico 2 – Distribuição por sexo/ gênero dos docentes.

Gráfico 3 – Tempo de atuação dos docentes por gênero.

Gráfico 4 – Uso e tecnologias educacionais pelos docentes.

Gráfico 5 – O potencial do simulador na ótica dos docentes entrevistados.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAF – Autismo de Alto Funcionamento

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APA – Associação Americana de Psiquiatria

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAA – Comunicação Aumentativa e Alternativa

CID – Classificação Internacional de Doenças

DI – Deficiência Intelectual

DSM – Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais

EJAI – Educação de Jovens, Adultos e Idosos

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

NEE – Necessidades Educacionais Especiais

OMS – Organização Mundial da Saúde

QI – Quociente de Inteligência

TA – Tecnologias Assistivas

TEA – Transtorno do Espectro Autista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	METODOLOGIA	21
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	22
2.1.1	<i>Contextualização do ambiente e sujeitos participantes</i>	24
2.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
2.2.1	<i>Critérios de inclusão de professores</i>	27
2.2.2	<i>Critérios de exclusão</i>	28
2.2.3	<i>Procedimentos de coleta de dados</i>	29
2.2.4	<i>Instrumentos de coleta</i>	30
2.2.5	<i>Procedimentos para análise dos dados</i>	30
2.3	ANÁLISE CRÍTICA DOS RISCOS E BENEFÍCIOS	31
2.4	ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS	33
3	ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO CONTEXTO INCLUSIVO	34
3.1	RELEVÂNCIA DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA NO ENSINO MÉDIO	39
3.2	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA ESTUDANTES COM TEA	50
3.3	O USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	54
4	TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA – TEA	58
4.1	TEA: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS	61
4.2	DIREITOS E GARANTIAS: BREVE HISTÓRICO E AVANÇOS NORMATIVOS	66
4.3	VANTAGENS DO USO DO PHET NA APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES COM TEA	72
5	AS SIMULAÇÕES PHET COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA NO ENSINO INCLUSIVO	74
5.1	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	74
5.2	FUNCIONALIDADE E CARACTERÍSTICAS DO PHET	78
5.3	A ESCOLHA DO <i>PHET SIMULATIONS</i>	85
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
6.1	EXPERIÊNCIA DOCENTE NA EEMTI MONSENHOR ANTONINO	88
6.2	DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO USO DO PHET	109

6.3	O PHET NA EEMTI MONSENHOR ANTONINO	112
6.3.1	<i>Momento 1: Aula Tradicional-Expositiva</i>	112
6.3.2	<i>Momento 2: Aula com Simulação no PhET</i>	115
6.3.3	<i>Comparativo</i>	119
6.4	PRODUTO EDUCACIONAL E-BOOK	121
6.5	ENCONTRO FORMATIVO	127
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICES	145
	APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO	146
	APÊNDICE B – DECLARAÇÃO DO PESQUISADOR	147
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	149
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS LEGAIS	154
	APÊNDICE E – TERMO/REGISTRO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO – TALE	158
	APÊNDICE F – TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO DE DADOS – TCUD	162
	APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	164
	APÊNDICE H – DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE	166
	APÊNDICE I – TESTE “ESTRUTURA DA MATÉRIA”	168
	APÊNDICE J – FOLDER DISTRIBUÍDO NO ENCONTRO FORMATIVO	170
	APÊNDICE K – OUTROS REGISTROS DA EXPERIÊNCIA	171

1 INTRODUÇÃO

A integração de tecnologias assistivas no ambiente educacional tem se mostrado uma poderosa ferramenta para promover a inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a presente pesquisa objetiva investigar a eficácia da utilização do Laboratório Virtual *PhET Simulations* no ensino de Ciências da Natureza para alunos com TEA, considerando aspectos de acessibilidade, usabilidade, percepções dos professores e efeitos na participação e engajamento dos estudantes.

Dada a realidade dos alunos com TEA, a temática mostra-se urgente no âmbito da educação, considerando a necessidade de abordagens que promovam a aprendizagem e o engajamento nas aulas experimentais de Ciências da natureza. A docência pode e deve ser mais inclusiva à medida que, em sala, percebemos as limitações e os potenciais que compõem o ambiente de aprendizagem. Dessa forma, visando a aulas efetivamente inclusivas, propomos essa reflexão-ação que responde à problemática: De que forma o *Phet Simulations* pode incluir alunos com TEA nas aulas de Ciências da Natureza?

Há muito se fala em incluir, no entanto, percebemos que a realidade, não raro, está aquém da teoria; essa distância entre o que se diz e o que se faz motivou esta pesquisa, haja vista que o professor deve atingir a todos os estudantes dentro de suas possibilidades, não apenas dirigindo seus esforços para uma parcela deles. Essa inquietação intrínseca à prática docente compõe o cerne desta pesquisa cujo tema fora escolhido por ser parte de minha experiência na rede de ensino.

O Transtorno do Espectro Autista é caracterizado por desafios na comunicação, interação social e padrões repetitivos de comportamento. A inclusão desses alunos no ambiente educacional demanda abordagens pedagógicas diferenciadas e o uso de tecnologias que possam auxiliar no desenvolvimento de suas habilidades e potenciais. Nesse sentido, as Tecnologias Assistivas (TA) têm ganhado destaque, oferecendo recursos que visam superar barreiras e proporcionar experiências de aprendizado mais significativas e inclusivas.

No âmbito das Ciências da Natureza, em disciplinas que frequentemente envolvem experimentos e atividades práticas, a utilização de tecnologias assistivas pode ser especialmente relevante. O laboratório virtual *PhET Simulations* apresenta-se como uma ferramenta capaz de simular fenômenos naturais, permitindo aos alunos

experimentarem conceitos científicos de maneira interativa e visual. No entanto, é importante investigar como essa tecnologia assistiva pode ser efetivamente integrada ao ensino de Ciências da Natureza para alunos com TEA, considerando suas particularidades e necessidades.

A relevância deste estudo reside na proposição de uma investigação que busca estabelecer um sólido referencial para a formulação de políticas educacionais abrangentes e estratégias de ensino voltadas para a inclusão efetiva de tecnologias assistivas, com um foco especial no uso do software *PhET Simulations* no contexto do ensino da prática experimental nas disciplinas de ciências, como Química, Física e Biologia. Essa abordagem visa à expansão significativa do acesso à experiência laboratorial no ensino médio, promovendo um ambiente educacional mais participativo, equitativo e inclusivo.

Através da aplicação inovadora de práticas pedagógicas enriquecidas com tecnologia educacional, esta pesquisa pretende trazer uma nova dimensão ao processo de aprendizado, beneficiando tanto alunos com TEA quanto seus colegas. A exploração do potencial do software *PhET* como uma tecnologia assistiva central nesse estudo se justifica pela sua capacidade de proporcionar uma plataforma interativa e envolvente, que pode ser adaptada para atender às necessidades específicas de alunos com TEA. Ao investigar a eficácia desse software como uma ferramenta inclusiva no contexto da prática experimental, abre-se a possibilidade de redefinir as abordagens tradicionais de ensino, incorporando métodos mais acessíveis, adaptáveis e motivadores.

Este estudo não apenas busca abordar a inclusão e a acessibilidade no contexto educacional, mas também aspira a transformar a maneira como a educação é concebida e implementada. Ao estabelecer uma conexão entre tecnologia assistiva e práticas pedagógicas inovadoras, almeja-se não apenas criar um ambiente de aprendizado mais acessível para alunos com TEA, mas também inspirar um ambiente educacional mais amplo que valoriza a diversidade, o engajamento e a participação ativa de todos os alunos.

A utilização do *PhET* contribui para a otimização da aprendizagem e do engajamento dos alunos com TEA nas aulas de Ciências da Natureza, considerando que os estímulos visuais e interativos podem tornar a aula mais dinâmica e atrativa. A possibilidade de manipular e experimentar conceitos científicos de forma virtual pode favorecer a compreensão e a construção de conhecimento por parte dos alunos com

TEA, em comparação com métodos tradicionais de ensino.

Nessa perspectiva, o objetivo geral desta dissertação compreende analisar e avaliar a efetividade da incorporação do Laboratório Virtual *PhET Simulations* no contexto de aulas experimentais de Ciências da Natureza, visando auxiliar o processo de aprendizagem de alunos com TEA. Quanto aos objetivos específicos, tem-se:

- Identificar como as Simulações *PhET* podem ser adaptadas para atender às necessidades específicas de alunos com TEA durante as aulas experimentais de Ciências da Natureza, mapeando as simulações;
- Compreender o impacto do uso das simulações *PhET* no engajamento e na motivação dos alunos com TEA durante as aulas experimentais, considerando aspectos comportamentais e emocionais;
- Analisar a compreensão conceitual dos alunos com TEA após a participação em aulas experimentais que incorporam o laboratório virtual, comparando com métodos tradicionais de aprendizagem;
- Explorar as potencialidades dos estudantes, utilizando as simulações *PhET* como uma ferramenta de ensino inclusiva e acessível, que promove a aprendizagem interativa e colaborativa;
- Desenvolver um produto educacional em forma de e-book informativo, que incorpore o laboratório virtual *PhET Simulations* de maneira inclusiva, visando atender às necessidades específicas de alunos com TEA durante as aulas experimentais de Ciências da Natureza, seguido de uma formação direcionada ao corpo docente a fim de socializar a respeito da temática.

Tendo em vista os objetivos almejados, é possível levantar como hipótese, quanto à capacidade de adaptar e personalizar o ensino de Ciências para alunos com TEA, a de que o Laboratório Virtual *PhET* melhora a compreensão durante as aulas experimentais de Ciências da Natureza, haja vista que fomenta o desenvolvimento sensorial e cognitivo, os quais são estimulados a partir da experiência.

Essa hipótese encontra apoio nos argumentos relacionados à fundamentação teórica da pesquisa, com o repertório científico explorado ao longo do texto, como também nos aspectos práticos oriundos da experiência e as consequentes considerações formuladas a partir dela e descritas no cerne da dissertação. Visa-se comprovar o potencial inclusivo do *PhET* no contexto informado direcionado ao público-alvo. A essa conjuntura, somam-se as pesquisas de Trundle e Bell (2010) que, por meio de simulações virtuais, comprovam a eficácia de recursos que, na prática,

representam abordagens pedagógicas acessíveis a alunos com TEA.

No tocante à Metodologia da pesquisa, caracteriza-se como de tipo predominantemente experimental e descritiva, com alguns traços exploratórios, considerando que analisa o fenômeno sobre a inclusão de alunos com TEA e o Ensino de Ciências, realizando uma análise abrangente e criteriosa dos estudos científicos disponíveis na literatura que abordam a temática citada. É uma abordagem descritiva, já que intenciona descrever detalhadamente o fenômeno estudado e suas características específicas. Ainda, pode-se classificar este estudo como Experimental, haja vista que busca explicar como o simulador virtual *PhET Simulations* pode oportunizar uma melhor compreensão dos estudantes com TEA durante as atividades práticas de aprendizagem em ciências da natureza.

Para tanto, fez-se necessário coletar dados detalhados e precisos sobre as reações e comportamentos durante as atividades de aprendizagem em Ciências. Além disso, sob uma perspectiva epistemológica, este estudo se fundamenta no paradigma fenomenológico (CAVALCANTI, 2014), com abordagem qualitativa para discutir a temática proposta, porquanto retrata a realidade complexa a partir da perspectiva dos participantes envolvidos os quais compõem a Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Monsenhor Antonino, instituição localizada na cidade de Guaraciaba do Norte – Ceará, sendo parte da rede pública estadual de educação.

Em relação à organização da pesquisa, tem-se o capítulo 2 o qual explora a metodologia escolhida e efetivada ao longo do estudo. Sabe-se que a metodologia é a base para uma pesquisa que preze pela cientificidade, objetividade, destarte, é de suma importância esclarecer o passo a passo desenvolvido em cada etapa. No capítulo, as escolhas metodológicas, do público, das abordagens e a análise pretendida são descritas e justificadas.

O capítulo 3 reflete sobre o ensino de Ciências da Natureza numa perspectiva de educação inclusiva, discutindo a estrutura do Novo Ensino médio a partir do que preconiza a LDBEN e, mais recentemente, a BNCC, sendo a área que agrupa os componentes curriculares de Biologia, Química e Física. Os próprios documentos, como a BNCC, deixam evidente a finalidade das Ciências da Natureza na educação básica e o papel de elo entre os jovens, a natureza, o mundo. Em seguida, discute-se a educação científica para estudantes com TEA e o uso de laboratórios virtuais no ensino de Ciências.

O capítulo 4 disserta sobre conceitos atuais direcionados ao Autismo, quanto

às características, dispondo de um breve histórico sobre marcos legais no Brasil que expandiram os direitos e as garantias de pessoas com TEA, texto que dialoga com a própria literatura científica e os conceitos de diagnóstico e as características necessárias para fazê-lo corretamente de acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM).

Em continuidade, no capítulo 5 apresenta-se a ideia que se tem até o presente sobre Tecnologia Assistiva, voltada para o projeto de uma educação equânime. Ainda, apresenta-se o *PhET Simulations* como parte da abordagem pretendida nesta pesquisa, esclarecendo origem, objetivo, aplicabilidade. Já no capítulo 6, há a análise que finda a pesquisa a partir dos momentos de observação, aplicação das aulas experimentais, bem como a contribuição dos participantes através dos instrumentos de coleta de informações pertinentes ao tema estudado. Discute-se teoria e prática, considerando os desafios e possibilidades a partir de uma vivência mais inclusiva dentro das aulas de Ciências da Natureza. Por fim, há as conclusões a que foi possível chegar a partir de toda a conjuntura, com vistas a subsidiar e fomentar essa discussão urgente na realidade da educação brasileira.

Portanto, essa investigação compõe um esforço direcionado para pavimentar o caminho para a adoção mais ampla e eficaz de tecnologias assistivas, como o *PhET Simulations*, no ensino de Ciências da Natureza, proporcionando um impacto positivo tanto no processo de aprendizado quanto na formação de cidadãos mais preparados e engajados em uma sociedade diversificada e inclusiva.

2 METODOLOGIA

A escolha do método de uma pesquisa é imprescindível para que cada etapa seja conduzida com clareza, objetividade, garantindo uma análise científica. Dessa forma, quando investigamos determinados fenômenos por meio das pesquisas científicas, organizamos nossa percepção e a compreensão dessa realidade pelo uso das variáveis (APPOLINÁRIO, 2015); logo, é extremamente importante que as variáveis estejam bem delineadas de antemão, para evitar confusões e imprecisões na fase de execução

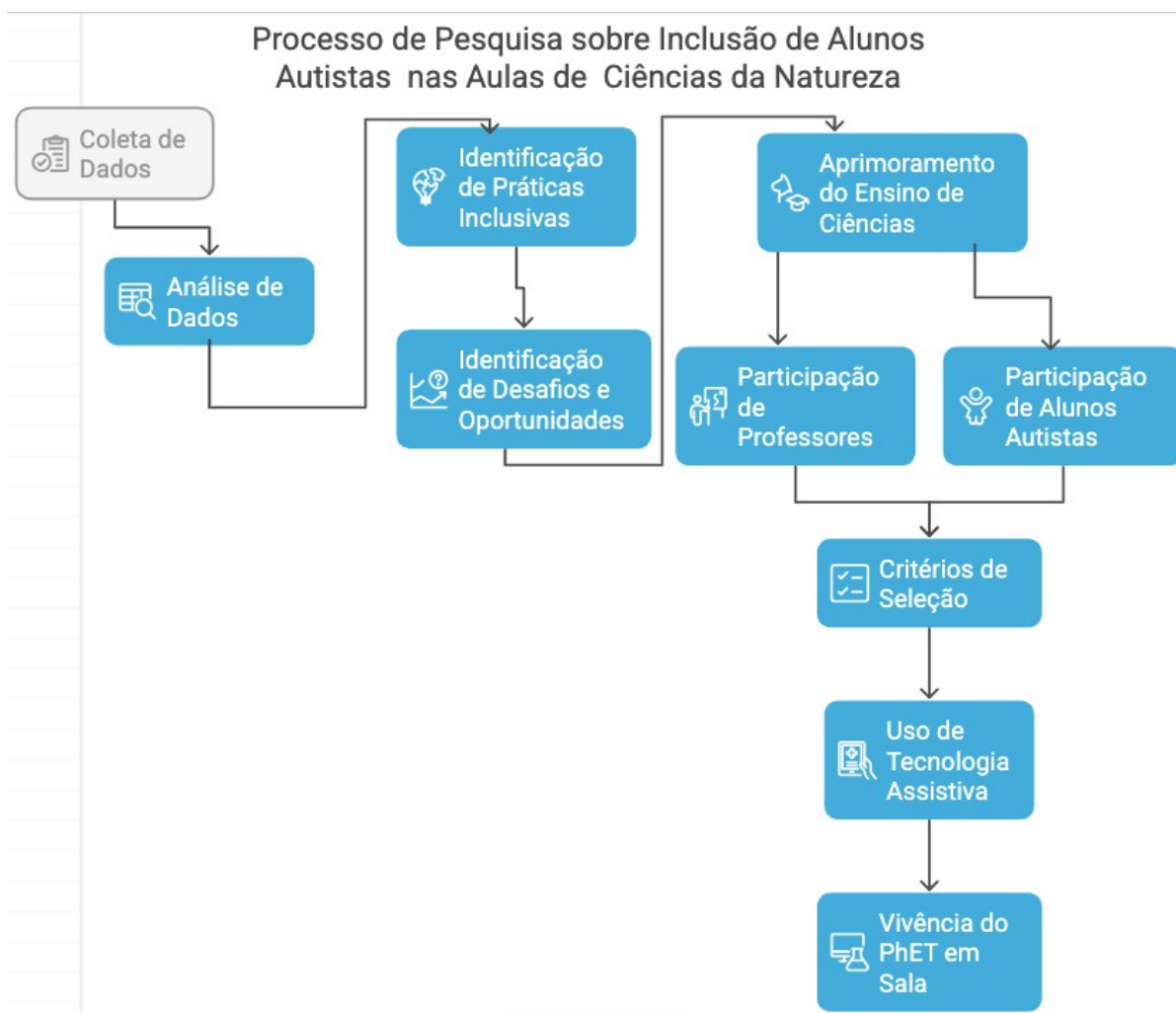
Assim, neste estudo, escolhemos uma maneira mais simples de abordar o assunto. Adotamos uma classificação com três tipos principais de variáveis. Essa classificação, feita de acordo com o papel que cada variável desempenha na pesquisa, compreende as variáveis agrupadas como genéricas, dependentes ou independentes nesse sistema.

O plano estratégico desta pesquisa busca ajudar os profissionais da educação que trabalham com alunos com Transtorno do Espectro Autista. É essencial estudar detalhadamente como o TEA se manifesta, isso nos ajuda a ter mais conhecimento e a dar um bom suporte aos educadores, para que possam criar um ambiente de aprendizagem que inclua de fato.

Ao desenvolver um e-book gratuito, o foco recai em estratégias inclusivas que integrem simuladores virtuais, como o PhET, potencializando o processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio, com foco na inclusão de estudantes com TEA. Espera-se que o e-book informativo ofereça uma formação teórico-prática sobre o ensino inclusivo para estudantes com TEA, aliado a um momento formativo coletivo voltado para os docentes participantes, além de explorar as potencialidades pedagógicas do uso das simulações interativas.

Além disso, almejou-se também a propositura de um encontro formativo direcionado aos docentes da área a fim de informá-los acerca da temática, compartilhando as possibilidades de trabalho ao utilizar o laboratório virtual como uma estratégia pedagógica inclusiva, além de outras informações pertinentes e inerentes à urgência desse olhar para o grupo de estudantes com TEA.

Figura 1: Síntese do processo de pesquisa sobre Inclusão de autistas nas aulas de Ciências da Natureza.



Fonte: Própria autora (2025).

A proposta buscou garantir que a perspectiva inclusiva oriente a prática pedagógica e promova uma vivência escolar acolhedora e acessível para todos os alunos e professores envolvidos.

2.1 Caracterização da pesquisa

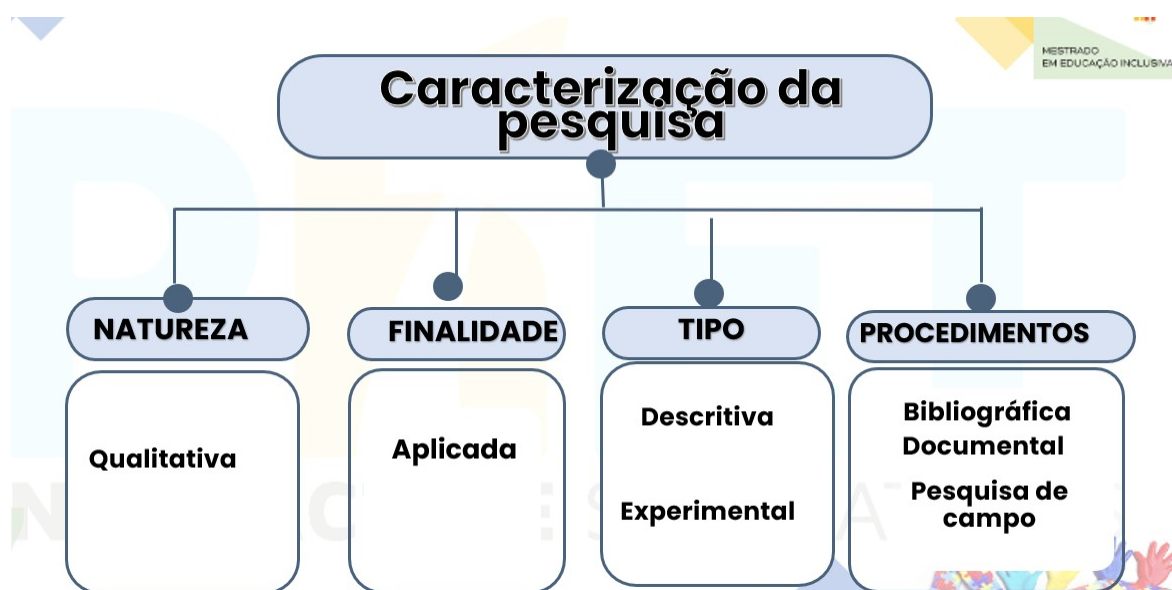
A pesquisa fundamenta-se numa abordagem qualitativa, visando compreender as práticas pedagógicas inclusivas adotadas, identificar desafios e oportunidades e contribuir para o aprimoramento do ensino de Ciências da Natureza para alunos com TEA na instituição. Ainda, este estudo tem caráter aplicado e configura-se como uma pesquisa predominantemente descritiva e experimental, com traços exploratórios no que diz respeito aos seus objetivos, pois enseja proporcionar uma maior compreensão da problemática abordada.

Segundo os conceitos de Gil (2008), essa pesquisa quanto ao tipo é classificada como experimental e descritiva, com traços de natureza exploratória, porque analisa o fenômeno sobre a inclusão de alunos com TEA e o Ensino de Ciências, realizando uma análise abrangente e criteriosa dos estudos científicos disponíveis na literatura que abordam a temática citada. Além disso, também possui uma abordagem descritiva, pois descreve detalhadamente o fenômeno estudado e suas características específicas.

De acordo com Appolinário (2015), ainda em relação ao tipo, esta pesquisa é também classificada como Experimental, haja vista que explica como o simulador virtual *PhET Simulations* oportuniza uma melhor compreensão dos estudantes com TEA durante as atividades práticas de aprendizagem em Ciências da Natureza. Isso acontece ao coletar dados detalhados e precisos sobre as reações e comportamentos durante as atividades.

De acordo com a figura 2 a seguir, há um resumo das principais características da metodologia desta pesquisa:

Figura 2: Tópicos característicos da pesquisa.



Fonte: Própria autora (2025).

Essa abordagem pode levar a uma compreensão mais profunda de como os estudantes estão aprendendo e interagindo com o ambiente virtual. Além disso, sob uma perspectiva epistemológica, esse estudo se fundamenta no paradigma fenomenológico (CAVALCANTI, 2014) e adota uma abordagem qualitativa para abordar a questão proposta. A pesquisa qualitativa tem como objetivo retratar a realidade complexa a partir da perspectiva dos participantes envolvidos (YIN, 2016).

2.1.1 Contextualização do ambiente e sujeitos participantes

O *locus* da pesquisa compreende a Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Monsenhor Antonino, situada no município de Guaraciaba do Norte no estado do Ceará. A Escola faz parte da rede estadual de ensino e está vinculada a 5ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 05). O ambiente educacional é caracterizado por desenvolver-se a partir de uma abordagem inclusiva, buscando proporcionar uma educação acessível e igualitária para todos os alunos.

A instituição é de dependência administrativa estadual e encontra-se situada na Rua Monsenhor Eurico, 892, Bairro Cruz e apresenta como característica ser Periférica Urbana, atendendo a centenas de adolescentes. A instituição dispõe de prédios anexos no distrito de Morrinhos e Várzea dos Espinhos; ao todo, oferta-se o ensino médio integral no prédio sede, além do ensino médio regular nos anexos. Também há a Educação de Jovens, Adultos e Idosos.

Abaixo encontram-se dados quantitativos referentes à disposição de estudantes nos prédios escolares em relação ao ano letivo de 2024.

Tabela 1: Matrícula 2024.

MATRÍCULA 2024	1º ANO	2º ANO	3º ANO	EJA E.M	TOTAL
Ensino em Tempo Integral (Sede)	168	118	90	****	376
Ensino Regular(Sede)	41	****	****	****	41
Ensino Regular(EJA EM)		****	****	78	78
Extensão de Matrícula	91	75	72	****	238
TOTAL DE ESTUDANTES					733

Fonte: PPP (2024).

Conforme demonstrado acima, na sede, contabilizam-se 376 alunos que frequentam o tempo integral, 41 no ensino regular (sede); na extensão de Morrinhos Novos, há 101 alunos matriculados, na Várzea dos Espinhos, 137 e na EJA sede, somam-se 78 matriculados.

Tabela 2: Matrícula nas extensões.

MATRÍCULA 2024	1º ANO	2º ANO	3º	EJA	TOTAL
-----------------------	---------------	---------------	-----------	------------	--------------

			ANO	E.M	
Morrinhos	35	32	34	****	101
Extensão de Matrícula no anexo da Várzea	56	43	38	****	137
Educação de Jovens e Adultos (Sede)	****	****	****	****	****
TOTAL	91	75	72	****	238

Fonte: PPP (2024).

Referente à organização dos estudantes, tem-se o quantitativo de 238 estudantes matriculados no distrito de Morrinhos, Várzea e na EJAI, a qual funciona à noite na sede da escola.

No que concerne aos participantes da pesquisa, foram selecionados entre os alunos autistas e professores de Ciências do Ensino Médio os quais compõem a EEMTI Monsenhor Antonino. A escolha dos participantes foi feita com base em padrões de conveniência de assegurar a representatividade e relevância adequadas ao problema da pesquisa. Dessa forma, foi possível coletar informações a partir de entrevista com professores atuantes na instituição, bem como estudantes com TEA.

Conforme os dados do Sistema Integrado de Gestão Escolar (SIGE), a EEMTI Monsenhor Antonino é uma instituição de médio porte, com um total de 733 alunos em 2024. Dentre eles, 53 são alunos da Educação Especial, dentre os quais 11 são autistas. Essa diversidade na composição do corpo discente é essencial para a pesquisa, oferecendo a oportunidade de estudar a eficácia de métodos pedagógicos diferenciados e o uso de tecnologias.

2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa é formada a partir de dois grandes fundamentos: teoria e prática. Estes, por sua vez, tornam-se indispensáveis a todo o restante do desenvolvimento necessário para que se chegue ao objetivo proposto. Assim, pode-se pensar em dois marcos dessa pesquisa. O primeiro momento compreendeu o planejamento e a construção de um suporte teórico atual e eficiente, através de um repertório útil e consistente, com conceitos caros à temática, como também outras percepções de autores que se debruçaram bastante em responder a indagações relevantes ao longo

do tempo em se tratando da educação de alunos com TEA e do uso de recursos assistivos nesse sentido.

Foram explorados conceitos como o de inclusão e sua evolução ao longo do tempo até os dias atuais e sua relação com políticas públicas estabelecidas a partir de normativas, da mudança de pensamento da sociedade e do próprio Estado, os quais devem ser atuantes na construção de uma realidade escolar que proporcione chances de se ter aprendizagem dentro das peculiaridades apresentadas nas instituições. Apresentou-se o laboratório virtual PhET, sua origem, precursores, aplicabilidade, possibilidades e outros aspectos a fim de elucidar toda a teoria na qual está fundamentada a dissertação. O foco voltou-se para relacionar a proposta, o PhET e aulas de Ciências inclusivas com foco no público.

Em outro momento, de igual relevância para o estudo, a pesquisa voltou-se para diversos momentos práticos. Diversos olhares se somaram à investigação ao passo que foram aplicadas entrevistas com foco em compreender como os profissionais percebem a aprendizagem, as possibilidades de desenvolvimento e engajamento dos alunos com TEA, como também outras análises que pudessem ser discutidas a partir das respostas coletadas.

Também a experiência com os alunos se mostrou como um momento ímpar de interferir diretamente em suas realidades no que concerne à possibilidade de acrescentar ao seu desenvolvimento em Ciências. Embora com caráter experimental, as ações puderam incidir em consequências benéficas aos participantes e ao campo da pesquisa em si, podendo-se desdobrar futuramente em outros momentos formativos voltados para a discussão e apresentação de abordagens e estratégias docentes inclusivas.

Abaixo, a figura 3 aponta para o passo a passo das etapas necessárias:

Figura 3: Percurso da pesquisa.

Análise Abrangente da Inclusão de TEA na Educação em Ciências



Fonte: Própria autora (2025).

A educação é sempre um campo fértil de plantio e de colheita de ações que podem ensejar políticas públicas, debates acadêmicos e mudanças de visão de mundo que, na escola, se materializam em intervenções que beneficiam os principais interessados: estudantes que precisam de mais visibilidade para que sejam atendidas suas necessidades de pleno desenvolvimento tanto quanto a escola possa estar atenta e sensível aos anseios apresentados.

2.2.1 Critérios de inclusão de professores

Como a instituição conta com dezenas de docentes que atendem aos estudantes da sede e dos anexos, além de centenas de estudantes distribuídos nos três turnos de funcionamento, foi necessário estabelecer critérios que justificam a escolha de um grupo amostral.

Os critérios para inclusão de professores foram:

- Pertencerem ao quadro efetivo de funcionários da EEMTI Monsenhor Antonino;
- Formação específica na área de Ciências da Natureza;

- Atuarem diretamente nas turmas em que estão matriculados os estudantes autistas com laudo;
- Ministrarem aulas do conteúdo curricular de Ciências da Natureza para o qual seja habilitado;
- De ambos os sexos;
- Disponibilidade para participação de atividades relacionadas à pesquisa.

Quanto aos estudantes, os critérios para inclusão compreenderam:

- Matriculados no ensino médio;
- Frequentar de forma regular a sala de aula na EEMTI Monsenhor Antonino;
- De ambos os sexos.

2.2.2 Critérios de exclusão

Semelhantemente, os critérios de exclusão para professores correspondem aos seguintes quesitos:

- Não pertencerem ao quadro de funcionários efetivos da EEMTI Monsenhor Antonino;
- Não atuarem diretamente nas turmas em que estão matriculados os estudantes autistas;
- Não ministrarem aulas do conteúdo curricular para o qual seja habilitado;
- Que não aceitem participar das etapas da pesquisa (entrevistas, observação etc.).

Já quanto aos estudantes autistas, eis os seguintes critérios de exclusão:

- Não estarem matriculados no ensino médio na EEMTI Monsenhor Antonino;
- Comprometimento cognitivo grave;
- Condutas ou comportamentos autorregulatórios que interfira nos processos da pesquisa;
- Condições médicas ou psicológicas que sejam agravadas pelo uso de dispositivos eletrônicos.

2.2.3 Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos para coleta de dados da pesquisa envolveram uma abordagem abrangente. Primeiramente, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, buscando artigos científicos conceituais e atualizados relacionadas à inclusão de alunos com TEA, ao ensino de ciências e ao uso de Tecnologias Assistivas, a fim de obter uma compreensão ampla do estado atual das respectivas áreas de estudo.

Em seguida, os participantes foram selecionados, priorizando alunos com TEA que frequentam aulas de Ciências da Natureza, nas quais o laboratório virtual *PhET Simulations* foi utilizado. Realizaram-se observações para registrar dados relevantes sobre a acessibilidade e usabilidade da plataforma, bem como entrevistas e questionários direcionados aos alunos para obter informações detalhadas sobre sua percepção. Outra etapa importante compreendeu a realização de entrevistas semiestruturadas com os professores de Ciências da Natureza, buscando explorar a percepção deles em relação ao uso da plataforma com estudantes com TEA, suas experiências, benefícios, desafios e sugestões.

Após a coleta de dados com os alunos e professores, concebeu-se o Produto Educacional em forma de e-book informativo, considerando as necessidades identificadas. Nesse processo, definiram-se os objetivos de aprendizagem, a estrutura, os tópicos a serem abordados, atividades práticas e recursos específicos para promover a utilização do laboratório virtual *PhET Simulations* no ensino de Ciências da Natureza para turmas com alunos com TEA.

Ainda, foi possível vivenciar na instituição um momento formativo entre docentes da área de Ciências da Natureza, ministrado pela mestranda, havendo por objetivo a partilha de informações preciosas à temática, lembrando conceitos relacionados ao TEA, as particularidades que os estudantes apresentam, as possibilidades que podem ser exploradas em sala com os estudantes através de tecnologia assistiva, mais precisamente destacando o PhET, demonstrando como se dá o acesso e a multiplicidade de uso que se pode fazer em sala de aula.

Esses procedimentos permitiram uma compreensão detalhada da inclusão de alunos com TEA no contexto do ensino de Ciências da Natureza com o auxílio da plataforma virtual *PhET Simulations*, buscando identificar boas práticas e possíveis melhorias para promover uma educação inclusiva e acessível.

2.2.4 Instrumentos de coleta

Consoante Lakatos e Marconi (2003, p. 165), a coleta de dados representa a fase em que se dá início à aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas para a obtenção dos dados. Neste estudo, os instrumentos de coleta de dados compreenderam o levantamento bibliográfico, as entrevistas semiestruturadas e a observação não participante.

Também em conformidade com as diretrizes de Gil (2002, p. 44), a pesquisa bibliográfica é caracterizada pelo uso de material já elaborado, como livros e artigos científicos. Com o intuito de discutir os desafios enfrentados na inclusão de alunos autistas no sistema educacional brasileiro, foi realizada uma revisão bibliográfica que envolveu a consulta a uma variedade de fontes, incluindo livros, artigos científicos, documentos oficiais, teses e dissertações pertinentes ao tema em questão.

Além da pesquisa bibliográfica, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com professores de ciências e outros profissionais envolvidos na educação de alunos autistas. Essas entrevistas permitem uma compreensão mais aprofundada das percepções, experiências e desafios enfrentados por eles no processo de inclusão de alunos autistas.

Adicionalmente, realizou-se a observação não participante durante as aulas práticas de Ciências, com foco na interação dos alunos autistas com o simulador computacional *PhET*. Essa observação proporcionou insights valiosos sobre como os alunos autistas se envolvem com a tecnologia e como ela é eficaz no suporte às suas necessidades educacionais.

Assim, enfatiza-se que esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, combinando a análise de dados bibliográficos, entrevistas semiestruturadas e observação não participante para investigar a inclusão de alunos autistas nas aulas práticas de Ciências utilizando o simulador computacional *PhET*.

2.2.5 Procedimentos para análise dos dados

Quanto aos procedimentos para análise dos dados, esta pesquisa foi conduzida de forma rigorosa e detalhada, abordando diferentes técnicas para obter uma compreensão abrangente da inclusão de alunos com TEA no ensino de Ciências

da Natureza com o uso de Tecnologias Assistivas.

A primeira etapa refere-se à análise temática dos estudos selecionados na revisão sistemática da literatura. Foram identificados os principais temas, conceitos e descobertas relacionadas à inclusão de alunos com TEA, ao ensino de ciências e ao uso de Tecnologias Assistivas. Essa análise permitiu obter uma visão completa do estado da arte nessas áreas, destacando os pontos mais relevantes para a pesquisa.

Os dados observados e registrados durante as interações dos alunos com TEA no laboratório virtual *PhET Simulations* foram organizados em categorias relevantes. As entrevistas/ respostas foram transcritas e analisadas para identificar temas comuns e padrões emergentes, realizando uma análise qualitativa para avaliar o nível de acessibilidade e usabilidade da plataforma para alunos com TEA. Essas informações foram fundamentais para identificar as características que tornam a plataforma adequada para a inclusão nas aulas experimentais de Ciências da Natureza, possibilitando melhorias em sua acessibilidade e usabilidade no contexto educacional.

Outra análise qualitativa compreendeu os dados coletados sobre os efeitos do laboratório virtual *PhET Simulations* na motivação, engajamento e autoconfiança dos alunos com TEA. Os resultados obtidos permitem identificar os impactos positivos da tecnologia assistiva nessas áreas. Para embasar o desenvolvimento do produto educacional – um manual informativo sobre o uso do laboratório virtual *PhET* para turmas com estudantes com TEA, os dados coletados nas entrevistas/ questionários com os professores foram organizados e analisados nos Resultados.

Houve a análise temática dos dados, identificando as principais demandas e temas comuns dos educadores, enquanto a revisão da literatura identificou as melhores práticas e recomendações relevantes para a criação do e-book e a vivência de um momento de formação docente na Escola. Ao final do procedimento de análise dos dados, os resultados significativos e embasados servem para fomentar a promoção de uma educação mais inclusiva e acessível para alunos com TEA no ensino de Ciências da Natureza, com o auxílio da tecnologia assistiva fornecida pelo laboratório virtual *PhET Simulations*.

2.3 Análise crítica dos riscos e benefícios

Além da parte teórica, a pesquisa abrangeu contatos diversos com os participantes envolvidos no estudo: profissionais da instituição EEMTI Monsenhor

Antonino e os estudantes com TEA. Isso implicou acesso à rotina escolar, ao público e a documentos que ajudaram a entender e identificar pedagogicamente a instituição e suas características intrínsecas, bem como a possibilidade de pôr em prática experiências nas aulas de Ciências da Natureza usando o laboratório PhET.

Esta pesquisa foi conduzida em um ambiente onde os participantes possuem diversas bagagens socioculturais e emocionais. Portanto, é fundamental reconhecer reações variadas durante as entrevistas ou nos momentos práticos com alunos autistas. Em todo o processo, o caráter ético foi sempre enfatizado, garantindo o respeito à liberdade de participação e o direito de recusar qualquer exposição indesejada aos métodos empregados.

Alguns riscos potenciais foram considerados, como a possibilidade de dúvidas ou desconforto dos participantes durante as atividades, bem como o tempo exigido. No entanto, todas as atividades foram explicadas de forma clara, assegurando a confidencialidade e o sigilo absoluto das informações pessoais.

Os participantes tiveram plena liberdade para realizar as atividades apenas quando se sentiram seguros e confortáveis, com tempo suficiente para se organizarem emocionalmente e realizarem as tarefas no seu próprio ritmo. Tanto os participantes quanto seus responsáveis puderam interromper a participação a qualquer momento, sem qualquer consequência negativa. Essas medidas visaram garantir uma experiência positiva, respeitando as necessidades e o bem-estar de cada indivíduo.

Assim, restou evidente o cuidado, o zelo pela preservação da imagem dos participantes e da instituição que prontamente acolheu todo o processo em suas instalações. O diálogo, a empatia, e a escuta se fizeram presentes nas etapas que envolvem pessoas e seus comportamentos a fim de facilitar e propiciar a produção de conhecimentos preciosos, claros e objetivos.

Quanto aos benefícios, explorar as possibilidades de aprendizagem do laboratório virtual PhET pode gerar o estímulo à aprendizagem dos estudantes com TEA no tocante às aulas de Ciências da Natureza de forma que se buscou proporcionar um ambiente propício por meio do uso da tecnologia assistiva que garante a interação entre o que se propõe ensinar e o grupo de forma mais personalizada e acessível. As habilidades sensoriais, cognitivas, até mesmo sociais puderam ser fortalecidas, além de se minimizados os estigmas e a vivência de momentos significativos.

A pesquisa também proporcionou mais visibilidade à pauta perante o corpo

docente e à instituição à medida que confere dignidade, oportunidade e protagonismo aos estudantes participantes, bem como ênfase à sua representatividade em instituições que lidam com uma pluralidade de estudantes que carregam consigo histórias únicas, com limitações e potenciais que por vezes passam despercebido em meio à rotina escolar.

Já num contexto mais abrangente, a pesquisa lançou luz sobre a temática em contextos reais das instituições que ofertam o ensino médio e têm alunos com TEA, servindo como exemplo de uma abordagem a ser explorada na docência; ainda, é possível instigar outras pesquisas acadêmicas que fomentem abordagens similares com vistas a perceber a inclusão como um processo passível de acontecer a partir de recursos como o PhET e outros.

2.4 Aspectos éticos e legais

O presente estudo foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) devido à sua natureza envolvendo seres humanos. Os participantes da pesquisa foram solicitados a assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), destinado a adultos maiores de 18 anos e adultos responsáveis por menores de 18 anos. Adicionalmente, foi aplicado o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) aos participantes adolescentes ou legalmente incapazes. Essa abordagem visa garantir a compreensão adequada dos estudantes em relação à pesquisa, permitindo-lhes decidir voluntariamente sobre sua participação.

Os professores que aceitaram participar voluntariamente deste estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Os pais ou responsáveis dos alunos autistas, ao autorizarem a participação de seus filhos na pesquisa, foram convidados a assinar o TALE. Esses documentos forneceram informações claras sobre a pesquisa, permitindo aos participantes uma decisão esclarecida sobre sua participação. Essa prática alinha-se aos princípios éticos que regem a pesquisa envolvendo seres humanos e assegura que todos os envolvidos sejam tratados com respeito.

3 ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO CONTEXTO INCLUSIVO

Embora hoje se possa analisar alguns progressos no que tange à inclusão na sociedade, há ainda muitos pontos a serem explorados, direitos a serem efetivados, espaços a serem preenchidos e vencidos, deixando para trás estigmas sociais, preconceitos e uma visão excludente. Isso se constrói à base de muita luta, por meio de legislações que atentem às necessidades deste tempo e dos que delas necessitam, como também a partir de uma visão de educação que promova verdadeiramente a equidade, oferecendo chances reais de que todos aprendam.

A educação é sempre uma via de transformação, mas, para promovê-la, há que se ter disposição e atenção desde quem pensa as políticas públicas educacionais e as normativas até quem está vivenciando toda essa realidade em sala de aula. A comunidade escolar e os docentes têm poder de fomentar a inclusão sobremaneira à medida que implementam possibilidades e facilitam a aprendizagem de forma significativa, dentre outros aspectos.

Até no início do século XXI, abrigavam-se dois tipos de sistemas educacional: a escola regular e escola especial; o aluno estudava em uma delas especificamente, modelos que reforçavam a segregação. Segundo o Ministério da Educação (2004), a “Escola Inclusiva é aquela que garante a qualidade de ensino educacional a cada um de seus alunos, reconhecendo e respeitando a diversidade e respondendo a cada um de acordo com suas potencialidades e necessidades”.

Nesse momento, em termos de educação, a inclusão é discussão crescente, considerando o caráter universal que se visa desde o século passado no Brasil. Consoante a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o termo “inclusão” é definido como “um conjunto de medidas que visam à adaptação do ambiente educacional para garantir a participação e aprendizagem de todos os alunos, independentemente de suas características individuais” (ABNT, 2024, p. 27).

Aranha (2015) conceitua a inclusão não como um imperativo ético, mas como parte essencial do ensino que promove o desenvolvimento pleno de todos, visão que dialoga com a pluralidade, ideal de democracia e afins. A escola deve ler a inclusão como parte do planejamento de ações pedagógicas e recursos que atendam às demandas do público atendido, garantindo seu desenvolvimento integral, usando todas as ferramentas possíveis, inclusive as tecnologias que estão a serviço da educação.

Ao abordar a inclusão, deve-se pensar não apenas na matrícula escolar, mas na efetivação da permanência de forma significativa em termos de aprendizagem e interação social que se pode construir no espaço escolar. Sassaki (2010) aponta para a necessidade de ultrapassarmos o conceito de integração à proporção que se constrói um lugar que enfatiza o respeito, a diversidade, igualdade, dentre outros princípios que regem a educação nacional. Incluir é promover justiça, reconhecendo direitos.

Na esfera educacional, estudantes com deficiência deparam-se com uma série de obstáculos que restringem seu processo de aprendizado e desempenho nas variadas atividades realizadas no ambiente escolar (FERNÁNDEZ-BATANERO *et al.*, 2022). É de extrema importância que esses alunos tenham acesso às mesmas oportunidades de aprendizagem que seus colegas. Dentro desse cenário, as tecnologias digitais emergem como ferramentas assistivas, proporcionando oportunidades para esses estudantes.

Segundo Netto e Carvalho (2022), as políticas de educação inclusiva no Brasil desde 1990 levaram a mais crianças com deficiência em salas de aula regulares. Portanto, é fundamental que os programas de inclusão digital atendam às Necessidades Educacionais Especiais (NEE) dessa população, incluindo adaptações de tecnologia e capacitação de professores.

Quanto aos recursos a serviço da inclusão educacional, conforme mencionado por Damasceno e Galvão Filho (2002), os recursos de acessibilidade são classificados em três grupos distintos. O primeiro compreende as adaptações físicas ou órteses, enquanto o segundo engloba as modificações de hardware. Por fim, o terceiro grupo abrange os softwares especiais de acessibilidade.

No âmbito da literatura brasileira voltada para a inclusão, destacam-se as contribuições de Galvão Filho que direcionou grande parte de sua pesquisa às Tecnologias Assistivas. Em seus estudos, analisou como escolas públicas brasileiras utilizaram TA para incluir alunos em salas regulares. Nesse contexto, o autor destaca a falta de políticas públicas pontuais que implementem adequadamente essas tecnologias nas escolas (GALVÃO FILHO, 2009).

Para o autor, é importante compreender a relação entre o modelo educacional vivenciado e o uso de TA, como foco numa educação realmente inclusiva. Para tanto, mostra-se necessário identificar e discutir do que as escolas precisam para implementar estratégias inclusivas via tecnologias, além de notar os estudantes e suas

particularidades. Tal sensibilidade aponta para um avanço na apropriação e na experiência de realidades escolares inclusivas não só na teoria. Para que isso se torne um fato, a problemática esbarra ainda na necessidade de formação dos professores quanto ao uso de TA, sendo isso fundamental para a promoção de práticas pedagógicas que valorizem e respeitem todos os estudantes. Em suma, a figura 4 abaixo aponta o que é necessário para efetivar o processo:

Figura 4: Compreensão da Tecnologia Assistiva.



Fonte: Própria autora (2025).

Dentre os muitos obstáculos enfrentados no dia a dia, aprender na escola não precisa ser mais um, sobretudo em estudantes com TEA. É necessário reforçar, seja a sociedade civil, instituições privadas e públicas, a busca por uma educação realmente inclusiva, acessível, garantista, a fim de que todos tenham chances de lograr êxito em suas trajetórias.

Em se tratando de uma literatura voltada para o ensino inclusivo de Ciências da Natureza, há certa escassez, mas algumas contribuições podem ser úteis na

promoção de reflexões pertinentes ligadas a essa área do conhecimento. Leite e Dainez (2022) realizaram um levantamento sobre o ensino de CN e a produção de estratégias didático-pedagógicas inclusivas e apontam informações que apresentam um cenário em consonância com o que se tem discutido nesta dissertação. Segundo as pesquisadoras, há estudos que “[...] Consideram pelo potencial dos processos de ensino e aprendizagem mediados em situação de interação e enfatizam a importância dos recursos didático-pedagógicos” (LEITE; DAINEZ, 2022, p. 04).

Elas ainda “argumentam que os modos e as possibilidades de participação dos alunos com deficiência nas práticas educacionais estão atrelados à qualidade das mediações e às formas de apoio recebidas” (LEITE; DAINEZ, 2022, p. 04). Dessa forma, a ênfase recai na produção de materiais que condigam com a diversidade de estudantes com que o professor trabalha, sendo tais recursos importantes na promoção de uma aprendizagem significativa a partir de metodologias e estratégias que considerem os estudantes em sua integralidade.

Num universo de 111 pesquisas consideradas como repertório para um levantamento bibliográfico sobre o ensino de ciências e práticas pedagógicas, Leite e Dainez (2022) reúniram informações quantitativas e qualitativas que oferecem uma visão paronâmica recente de como a temática da educação inclusiva tem sido disseminada e vivenciada no ambiente escolar da educação básica, enfatizando recursos e outras possibilidades desenvolvidos com o intuito de ofecer um ensino de ciências inclusivo. Nessa análise, encontram-se as informações abaixo, sintetizadas na tabela.

Tabela 3: Recursos desenvolvidos numa proposta inclusiva do ensino de CN.

TIPO DE RECURSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO	DV	DA/ SURDEZ	DI	TEA	TOTAL
ATVD VISUAL LÚDICA/ IMPRESSA	0	2	1	1	4
JOGO LÚDICO	6	7	2	2	17
KIT EXPERIMENTAL	13	3	0	0	16
LIVRO OU APOSTILA ADAPTADO	6	2	0	0	8
MODELO TÁTIL-VISUAL	64	4	1	1	70
MODELO TÁTIL-VISUAL-	5	0	0	0	5

AUDITIVO					
RECURSOS DE MULTIMÍDIA	0	5	0	0	5
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	4	2	1	3	10
SOFTWARE	2	2	0	0	4
VÍDEO DIDÁTICO	0	4	0	0	4
OUTROS	0	0	0	1	1
TOTAL	100	31	5	8	144*

Fonte: Leite e Dainez (2022).

Conforme a tabela, os recursos pedagógicos mais recorrentes em se tratando de uma vivência do ensino de CN na educação básica encontra maior produção direcionada a modelo tátil-visual e a kit experimental direcionadas a pessoas com deficiência visual (DV) as quais de longe apresentam maior quantidade de recursos produzidos em comparação a recursos direcionados à deficiência auditiva e TEA, por exemplo. A Deficiência intelectual (DI) seguido de estudantes com TEA são as áreas que recebem menor atenção quando da produção de recursos nas aulas de CN, conforme denota o levantamento das autoras.

Isso reforça justamente a carência da temática direcionada ao grupo de estudantes com TEA, consoante já mencionado nesta pesquisa, embora seja nítido que a educação regular tenha recebido números crescentes desse público nas instituições escolares em todas as séries. Há, portanto, certo descuido ou despreocupação na inclusão de estudantes com TEA, se apreciarmos a expressividade de outros grupos.

Os recursos didáticos por si não representam que não acontece inclusão, mas refletem uma realidade em que parece haver desleixo na produção de material que sirva de ferramenta útil no ensino. Em meio à análise das autoras, citam-se os objetos de conhecimentos mais abordados na educação científica inclusiva na área de CN.

Quadro 1: Conteúdos mais abordados nas CN.

Ciências Biológicas	▪ Citologia ▪ Anato-fisiologia humana ▪ Ecologia
Ciências Químicas	▪ Átomos e moléculas ▪ Tabela Periódica

Ciências Físicas	▪ Óptica ▪ Termodinâmica ▪ Astronomia
------------------	---

Fonte: Leite e Dainez (2022).

Logo, é possível vislumbrar um pouco da realidade em se tratando de um ensino científico numa perspectiva inclusiva a partir do levantamento das autoras supracitadas. É evidente que há muito a ser feito nesse contexto, havendo carência de um trabalho que seja realizado na educação básica e ecoe no meio acadêmico.

3.1 Relevância das Ciências da Natureza no ensino médio

A Educação no Brasil rege-se a partir da Lei 9.394/1996, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Em seu primeiro artigo tem-se o entendimento de como se dá esse processo: Art. 1º A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais (BRASIL, 1996).

Seguindo o texto, fica claro sobre quais princípios fundamenta-se parte tão importante à nação:

Art. 3º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

- I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;
- II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
- III - pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas;
- IV - respeito à liberdade e apreço à tolerância;
- V - coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;
- VI - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;
- VII - valorização do profissional da educação escolar;
- VIII - gestão democrática do ensino público, na forma desta Lei e da legislação dos sistemas de ensino;
- VIII – gestão democrática do ensino público, na forma desta Lei e da legislação dos respectivos Estados e Municípios e do Distrito Federal; (Redação dada pela Lei nº 14.644, de 2023)
- IX - garantia de padrão de qualidade; (Vide Decreto nº 11.713, de 2023)
- X - valorização da experiência extra-escolar;
- XI - vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais.
- XII - consideração com a diversidade étnico-racial. (Incluído pela Lei nº 12.796, de 2013)
- XIII - garantia do direito à educação e à aprendizagem ao longo da vida. (Incluído pela Lei nº 13.632, de 2018)
- XIV - respeito à diversidade humana, linguística, cultural e identitária das pessoas surdas, surdo-cegas e com deficiência auditiva. (Incluído pela Lei nº 14.191, de 2021)

XV – garantia do direito de acesso a informações públicas sobre a gestão da educação. (Incluído pela Lei nº 15.001, de 2024) (BRASIL, 1996).

Os princípios, além de balizar, mantêm relação com o que os estudantes vivenciam fora das instituições de ensino, valorizando a experiência pessoal, os conhecimentos de mundo, o contexto, os espaços que ocupa, os conhecimentos de que dispõe e deixa acessível no ambiente escolar.

O art. 4º continua, apontando o Estado como garantidor, dentre outros, do ensino médio, que compõe a educação básica. Já no art. 10, VI, esclarece-se o ente competente por essa garantia, a saber, o Estado, o qual deve “VI - assegurar o ensino fundamental e oferecer, com prioridade, o ensino médio a todos que o demandarem, respeitado o disposto no art. 38 desta Lei;” (Redação dada pela Lei nº 12.061, de 2009) (BRASIL, 1996). No tocante ao currículo, a LDBEN dispõe que:

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013) (BRASIL, 1996).

Passou-se a se pensar o ensino médio dividido entre uma base comum e uma parte diversificada, ideia que culminou com o surgimento da BNCC. A seção IV da LDBEN discorre exclusivamente sobre o ensino médio, deixando claro sua estrutura, duração e afins:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

(BRASIL, 1996).

O artigo acima apresenta o ensino médio como momento de aprofundamento de conhecimentos adquiridos nas demais etapas, momento de preparação para o mundo do trabalho, aperfeiçoamento da cidadania e aprofundamento dos

fundamentos científicos-tecnológicos que amparam todas as ciências. Nesse contexto do ensino médio, as Ciências da Natureza aparecem no dispositivo como uma das áreas do conhecimento:

Art. 35-D. A Base Nacional Comum Curricular do ensino médio estabelecerá direitos e objetivos de aprendizagem, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: (Incluído pela Lei nº 14.945, de 2024)

I - linguagens e suas tecnologias, integrada pela língua portuguesa e suas literaturas, língua inglesa, artes e educação física; (Incluído pela Lei nº 14.945, de 2024)

II – matemática e suas tecnologias; (Incluído pela Lei nº 14.945, de 2024)

III – ciências da natureza e suas tecnologias, integrada por biologia, física e química; (Incluído pela Lei nº 14.945, de 2024)

IV – ciências humanas e sociais aplicadas, integrada por filosofia, geografia, história e sociologia. (Incluído pela Lei nº 14.945, de 2024). (BRASIL, 1996).

As áreas reúnem alguns componentes curriculares afins; nas Ciências da Natureza, agrupam-se a Química, Física e a Biologia, conforme o art. 35 – D da LDBEN. Em consonância, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC – surge para normatizar e balizar o currículo da educação básica. Construída pelo Ministério da Educação, o MEC, o texto esclarece as aprendizagens essenciais a serem construídas em todo o território.

A BNCC traz consigo a ideia de um ensino com mais equidade, garantindo que todos os brasileiros aprendam a mesma base, independente das desigualdades que ressoam no processo. Outra tônica é a formação integral do estudante, o qual deve ser considerado em todos os seus aspectos, não somente o cognitivo, haja vista que muitos fatores internos e externos interferem na aprendizagem dos estudantes, com ênfase nas habilidades socioemocionais.

A nível de ensino médio, a BNCC abre a seção explicitando a que se propõe a área de Ciências da Natureza:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2017).

É evidente que as Ciências da Natureza objetivam a mediação/ construção de conhecimentos com significado no contexto dos estudantes a fim de que estes se

apropriem e transformem suas realidades a partir do que aprendem. Os conhecimentos, por sua vez, estão passíveis de aproximação com muitas outras áreas, assim como fortalecem diversas perspectivas sociais.

No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BRASIL, 2017).

A proposta da área contempla I) focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza, II) criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas.

Em suma, é possível constatar que há o interesse expresso de que o estudante, na área de CN, consiga interpretar os fenômenos e processos naturais e explorar conceitos e teorias através de uma apropriação e no exercício da capacidade de aplicá-los na realidade circundante. Isso acontece por meio da apreensão da linguagem científica que estrutura os conhecimentos sistematizados em diferentes momentos da história e cultura humana.

Logo, é importante ter em mente que as Ciências representam uma construção histórica e social, de caráter coletivo, que, por isso, não basta simplesmente transmitir à geração atual, mas instiga-la a dar prosseguimento a essa produção por meio de análise, hipóteses, testes, resoluções, incentivando-os em direção ao pensamento científico crítico e sólido.

Esses pontos devem estar fundamentados em conceitos básicos que se encontram ligados aos temas sobre Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo: “Elas são consideradas essenciais para que competências cognitivas, comunicativas, pessoais e sociais possam continuar a ser desenvolvidas e mobilizadas na resolução de problemas e tomada de decisões’ (BRASIL, 2018). O texto discorre e apresenta cada temática, explanando seus conceitos e objetivos.

As competências elencadas para a área estão explícitas no quadro abaixo:

Quadro 2: Competências específicas da área de CN e suas tecnologias.

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO	
1	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2	Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3	Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: BNCC (2018, p. 553).

Cada competência se debruça sobre pontos diversos ligados às Ciências da Natureza. Embora sucintas, cada uma é apresentada ao lado de habilidades específicas a fim de que se alcance o sucesso. A BNCC acompanha as políticas públicas vigentes e apresenta a nomenclatura das competências e habilidades relacionadas à construção da aprendizagem. A grosso modo, Competências são os conhecimentos necessários para que o sujeito mobilize e resolva problemas de toda sorte. As habilidades, por sua vez, são capacidades que os estudantes precisam desenvolver a fim de efetivarem plenamente as competências.

A competência 1, direciona-se aos fenômenos naturais e os processos tecnológicos os quais “[...] são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades e de limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos” (BRASIL, 2017, p. 540).

As competências da área de CN primam pela desconstrução de um ensino engessado, dando nova roupagem à proposta, incentivando uma aprendizagem ativa que gere, de fato, compreensão dos fenômenos analisados ao longo do ensino médio. Enseja-se que os estudantes entendam a interação de fenômenos naturais e sua relação com a tecnologia atual, além de incentivar que esse entendimento culmine em ações que melhorem esses processos a fim de mitigar os problemas que se apresentam no meio ambiente, contribuindo para uma melhoria de vida.

Ademais, na área de CN é possível desenvolver o pensamento científico dos estudantes, fazendo com que o conhecimento apreendido sirva para que tomem decisões éticas e responsáveis, comprometidas com o bem coletivo. Ainda, almeja-se que seja possível o fortalecimento do senso crítico, estimulando à pesquisa, a investigações, analisando como a Ciência pode resolver situações-problema que impactam a sociedade contemporânea, usando os meios necessários para isso. Logo, dá-se às CN grande responsabilidade de interagir com o mundo, subsidiando os estudantes a proporem soluções que contribuam com a sociedade a partir do que aprendem nos componentes da área.

As habilidades almejadas para alcançar essa competência estão postas na própria BNCC.

Quadro 3: Habilidades relacionadas à competência 1.

HABILIDADES	
(EM13CNT101)	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT102)	Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias

	digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
(EM13CNT103)	Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica
(EM13CNT104)	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
(EM13CNT105)	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT106)	(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
(EM13CNT107)	Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Fonte: BNCC (2018, p. 555).

É possível entender, a partir das habilidades elencadas no quadro anterior, que a BNCC almeja que o estudante relacione conceitos científicos a situações reais, promovendo soluções amparadas em sustentabilidade, tomada de decisão de forma

crítica, racional, científica. Os fenômenos analisados nos componentes da área podem ser úteis na construção de previsões e soluções que respondam às demandas atuais, primando pelo desenvolvimento sustentável, alinhando tecnologia e preservação no mesmo eixo.

Deve-se ponderar sobre os riscos e benefícios das aplicações/ soluções propostas num processo de avaliação pautada em investigação. A consciência dos estudantes deve analisar os impactos à saúde que as medidas criadas têm; também devem ser críticos sobre a ação humana no meio natural e o poder de alteração que o homem tem sobre a natureza e seus fenômenos, gerando impactos positivos e negativos.

A competência 2 foca nos processos de evolução e transformações inerentes à natureza:

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção (BRASIL, 2017, p. 542).

Nessa competência, espera-se que os estudantes compreendam melhor a natureza e os fenômenos naturais, os recursos naturais e muitas discussões que podem ser tecidas a partir deles na contemporaneidade, dentre outros aspectos ligado ao próprio corpo humano, sistemas. Para atingir plenamente essa competência, o aluno necessitará de desenvolver as seguintes habilidades:

Quadro 4: Habilidades relacionadas à competência 2.

Habilidades	
(EM13CNT201)	Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
(EM13CNT202)	Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra como em outros planetas.
(EM13CNT203)	Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de

	manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia
(EM13CNT204)	Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.
(EM13CNT205)	Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT206)	Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
(EM13CNT207)	Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

Fonte: BNCC (2018, p. 557).

Por fim, a competência 3 relaciona-se ao contexto tecnológico no qual os jovens da atualidade encontram-se inseridos, mediante o qual se pode pensar soluções que fazem uso de ferramentas tecnológicas em prol do desenvolvimento humano:

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que os permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade.

Discussões sobre as tecnologias relacionadas à geração de energia elétrica (tanto as tradicionais quanto as mais inovadoras) e ao uso de combustíveis, por exemplo, possibilitam aos estudantes analisar os atuais modos de vida das populações humanas e a dependência a esses fatores. Na mesma direção, explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade. (BRASIL, 2017, p. 544).

As habilidades pretendidas relacionadas a essa competência compreendem um caminho de investigação em moldes científicos, respeitando metodologia e demais princípios. Também, os resultados devem ser socializados em diversos meios a fim de que haja compreensão e debates acerca da temática. entende-se que investigação – análise – avaliação são os pilares dessa competência, conforme expõe o quadro abaixo.

Quadro 5: Habilidades mobilizadas pela competência 3.

Habilidades	
(EM13CNT301)	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302)	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
(EM13CNT303)	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
(EM13CNT304)	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

(EM13CNT305)	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.
(EM13CNT306)	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.
(EM13CNT307)	Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis.
(EM13CNT308)	Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.
(EM13CNT309)	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
(EM13CNT310)	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: BNCC (2018, p. 559).

É notória a quantidade de habilidades necessárias para se alcançar com êxito a competência 3, dando caráter mais complexo; elas compreendem a compreensão do processo científico/ método de pesquisa científica, análises de vários tipos,

interpretação de textos de divulgação científica e a comunicação do que se estudo nos mais diversos espaços, plataformas.

Destarte, as Ciências da Natureza ligam-se ao presente, passado e futuro, estimulando os jovens a se apropriarem dos conhecimentos já construídos e construir novas soluções que atendam às demandas desta sociedade, através dos métodos científicos, das teorias existentes, instigando a curiosidade e o protagonismo do corpo estudantil.

A partir do exposto, conforme os próprios textos normativos descrevem, as Ciências da Natureza estão ligadas ao contexto do estudante e oferece-lhe possibilidades de transformar o mundo através da investigação, análise, criação, enfatizando a relevância dessa área no ensino médio, o qual abrange jovens que podem se engajar no que a área apresenta e desbravar o universo ao redor.

3.2 Educação científica para estudantes com TEA

Refletir sobre educação para estudantes com TEA passa necessariamente pelo viés da promoção de uma educação inclusiva que deve acontecer em espaços inclusivos e acessíveis a partir de metodologias flexíveis que atinjam a todos os que estão na escola a aprender. Na atual conjuntura, “é preciso ter clareza que, mesmo com as dificuldades existentes, a inclusão de pessoas com deficiência em escolas regulares e o acesso pleno à educação é direito garantido pela Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015” (PACHECO; HARDOIM, 2024). Os autores se referem à Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Assim, não é uma opção que as instituições escolares podem ou não aderir, ignorar; deve-se cumprir o que está posto em lei.

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurado sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem (BRASIL, 2015).

Ainda, além dos dispositivos legais, há os normativos que balizam a educação a fim de que toda ela aconteça respeitando a diversidade, a pluralidade, a exemplo da BNCC, instrumento recente que organiza o currículo nacional:

Tratando-se de questões legais, o Brasil conta, desde 2017, com uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que se propõe a ser um conjunto de saberes a ser ensinado para todos os alunos. Em teoria, a BNCC vem aliada a uma ideia de igualdade de oportunidades, isto é, a política curricular tem

como premissa a garantia que todos poderão ingressar e aprender, minimamente, as mesmas habilidades. Tal ensejo garantiria a diminuição das desigualdades, o aumento das oportunidades e o avanço das aprendizagens (Freitas; Silva; Leite, 2018). A BNCC estabelece competências que devem articular e direcionar a compreensão sobre o desenvolvimento integral dos estudantes, “definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (PACHECO; HARDOIM, 2024).

Os autores supracitados apresentam indicadores qualitativos baseados em uma análise de literatura para o que seria um cenário ideal inclusivo, tais como “[...] Estratégias Pedagógicas e de Aprendizagem; Gestão Escolar; Famílias; Ambiente; Parcerias Intersetoriais Articuladas e Estruturas de Organização Inclusiva e Políticas Públicas” (PACHECO; HARDOIM, 2024, p. 7).

Ainda sobre a BNCC numa perspectiva inclusiva, Cruz *et al* (2024, p. 02) refletem que:

No contexto do Novo Ensino Médio, a diversidade assume um papel ainda mais crucial, pois este modelo possibilita que os estudantes escolham itinerários formativos alinhados aos seus interesses e habilidades. No entanto, para que essas escolhas sejam genuinamente inclusivas e acessíveis a todos, é fundamental que o ambiente escolar assegure igualdade de oportunidades, respeitando as diferenças culturais, socioeconômicas, físicas e cognitivas de cada estudante.

Na visão de Cruz *et al* (2024) surge o termo “gestão da diversidade” a qual corresponde à construção/ promoção de um ambiente acolhedor e fundamentalmente inclusivo. Para os autores o objetivo dessa gestão seria “[...] criar um ambiente onde todas as diferenças sejam não apenas toleradas, mas valorizadas, promovendo a inclusão e o respeito mútuo entre todos os membros da comunidade escolar” (CRUZ *et al*, 2024, p. 03). Com esse ambiente, o bem-estar e o potencial dos estudantes ganham espaço, fomentando a inclusão.

Ademais, para Souza e Tavares (2024), a inclusão de crianças e adolescentes neurodiversas é de responsabilidade de todo educador e da instituição de ensino, de acordo com a Lei nº 12.764/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. Martins e Pereira (2021, p. 20) discutem que, no cenário brasileiro, a inclusão de crianças com TEA é deficitária, “[...] sobretudo pela falta de profissionais preparados e ausência de recursos pedagógicos, espaço adequado e propostas ativas para serem trabalhadas junto ao público em questão”. Pode-se então perceber que há muitas frentes que se fazem

barreira para a educação dos estudantes com TEA, embora haja leis garantindo tal fato.

Os autores destacam, quanto ao ensino de Ciências, que este “[...] tende a trazer importantes contribuições para o seu desenvolvimento, uma vez que a educação científica tem grande potencial para a promoção das habilidades de uma criança, tais como o desenvolvimento do pensamento abstrato, da linguagem e da comunicação” (MARTINS; PEREIRA, 2021, p. 20). Como já exposto, o TEA não é degenerativo e, no seu ritmo, dentro das suas possibilidades, os estudantes aprendem principalmente quando estimulados de forma coerente com sua realidade.

Silva (2024) discute particularmente o ensino do componente de Física numa perspectiva inclusiva:

Ensinar física sob uma perspectiva inclusiva requer uma abordagem que reconheça e valorize a diversidade de habilidades, estilos de aprendizagem e experiências dos alunos. Isso implica em adaptar o currículo, as estratégias de ensino e o ambiente da sala de aula para garantir que todos os alunos tenham acesso a oportunidades educacionais significativas. Para isso acontecer, a diversificação no preparo das aulas de Física é fundamental para atender às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Isso implica em oferecer o mesmo conteúdo de formas variadas, como experimentação, roda de conversa, aula em campo, uso de tecnologias entre outros aspectos. Essa abordagem permite que os alunos participem ativamente do seu próprio aprendizado (SILVA, 2024, p. 18).

A autora aponta que a inclusão é acompanhada de uma postura disposta a valorizar e a mudar todo o planejamento (método, ambiente, recursos) a fim de oportunizar uma aprendizagem significativa dentro de um dos componentes das Ciências da Natureza, tendo como finalidade a ativa participação e apropriação por parte dos estudantes.

Como qualquer outro estudante, alunos com TEA podem ter desempenhos excelentes, regulares ou não; certo é que eles despontam na área em que têm forte interesse, até mesmo o superfoco. “Todavia, para que ocorra o desenvolvimento dessas potencialidades, tais crianças precisam ser expostas às diferentes áreas do saber, não ficando restritas a alfabetização e a matemática” (MARTINS; PEREIRA, 2021). Dessa forma, deve-se considerar os benefícios que o ensino de Ciências promove, bem como do que necessita para ser promovido, como demonstrado abaixo:

Quadro 6: Fundamentos e benefícios de uma abordagem inclusiva.

A inclusão educacional requer a adaptação do ambiente escolar para garantir a participação de todos os alunos (ABNT, 2024).

No contexto da Educação Básica, o ensino de Ciências da Natureza deve promover uma base de conhecimentos que capacite os estudantes a tomar decisões e utilizar tecnologias de forma crítica (BRASIL, 2017).

A educação científica desempenha um papel essencial no desenvolvimento de habilidades cognitivas, como pensamento abstrato, linguagem e comunicação (MARTINS; PEREIRA, 2021).

Além disso, as práticas laboratoriais são fundamentais para a aprendizagem, permitindo a aplicação prática do conhecimento teórico e o desenvolvimento do pensamento científico (SANTOS et al., 2017).



Fonte: Autora (2025).

Dessa forma, a educação inclusiva, como um direito à aprendizagem, movimenta a todos para que seja pensado um espaço que assegure o gozo dessas prerrogativas por parte dos maiores interessados – os estudantes que ocupam o espaço escolar, sendo necessária uma estrutura que viabilize a acessibilidade e metodologias que corroborem a aprendizagem.

Em se tratando da Educação Básica, o ensino de Ciências da Natureza é estratégico e contribui para a vida em sociedade, os avanços, capacitando os estudantes a analisarem, suporem, experimentarem, buscarem respostas aos problemas postos, utilizarem tecnologias em favor da coletividade, despertando e exercitando o senso crítico. Logo, também é necessário um repertório de estratégias que forneçam tudo isso a todos os estudantes que se encontram em sala.

Nesse sentido, a inclusão passa pelo ensino de Ciências da Natureza e ambos não podem estar dissociados se o projeto é, através da educação, transformar realidades, vivenciar experiências significativas e equitativas. Através das

competências mobilizadas e de outras habilidades intrínsecas na educação científica, os estudantes são levados à compreensão e interação com o mundo. Se uma simulação em laboratório virtual fortalece essa mediação, é importante então dar possibilidades reais.

Assim, uma possibilidade que pode ser bem-sucedida quanto ao ensino-aprendizagem de estudantes com TEA está ligada ao uso de Tecnologias Assistivas, assunto que será tema de discussão posteriormente.

3.3 O uso de laboratórios virtuais no ensino de Ciências

Com o avanço e a popularização das ferramentas tecnológicas, é natural que a educação esteja em contato com o que puder agregar ao ensino, independente da área. Nesse contexto, surgem os laboratórios virtuais como estratégia bastante promissora para o ensino dos conteúdos ligados às Ciências da Natureza. Com o propósito de auxiliar no aprimoramento das competências sociais e acadêmicas das pessoas com TEA, múltiplas investigações foram conduzidas para avaliar a eficácia de tecnologias recentes, tais como computadores, laptops, tablets e uma diversidade de dispositivos móveis, além de vídeos, brinquedos e diversos aplicativos de software, em diferentes abordagens de intervenção (Cai *et al.*, 2017; Cheng *et al.*, 2018; Fage *et al.*, 2019;).

Santos *et al* (2017, p. 144) afirmam que “É evidente que práticas laboratoriais são de fundamental importância para o fazer científico, para a elaboração de soluções de problemas, bem como para o preparo de alunos que precisam aplicar o conhecimento teórico na prática”. Os obstáculos aparecem quando a realidade confronta o plano ideal: os laboratórios de ciências nas escolas estão muito aquém do esperado.

Todavia, com a crescente aproximação e disponibilização de condições e estrutura tecnológica às instituições escolares, é possível pensar em laboratórios virtuais como uma solução gratuita, prática, acessível. “Laboratórios virtuais são simuladores que exibem o funcionamento dos equipamentos e mecanismos que se encontram em um laboratório, possibilitando que o aluno aprenda sobre os mesmos” (SANTOS *et al*, 2017, p. 146). As características e potencialidades desses laboratórios são expostas no quadro abaixo:

Quadro 7: Caracterização dos laboratórios virtuais.

Características	
I	Baseado em simulações;
II	Permitem o acesso de vários alunos ao mesmo tempo;
III	Todos os processos, por mais próximos que estejam da realidade, são simulados, fictícios;
IV	Podem simular qualquer tipo de experimento;
V	Reprodução fictícia do mundo real, criando ambientes imersivos e com alta interatividade;
VI	O experimento realizado a partir de simulação gera sempre o mesmo resultado.

Fonte: SANTOS *et al* (2017, p. 147).

As características dos laboratórios virtuais podem favorecer a aprendizagem de estudantes com necessidades pontuais, por usarem animação, simulação, estimulando visualmente a aprendizagem. É evidente que cada estudante apega-se ao que melhor responde as suas necessidades, mas os laboratórios virtuais, por sua flexibilidade, podem otimizar até mesmo a interação entre os pares em sala de aula, além de serem de fácil acesso.

Além disso, as atividades experimentais contribuem para que os estudantes assimilem e consolidem os conhecimentos aprendidos na teoria por meio da prática, despertando o interesse do estudante pela ciência (NIEZER, 2012; FIRMINO *et al.*, 2020). No ensino de química, por exemplo, o uso de laboratórios virtuais facilita a compreensão, visto que conta com conteúdos de difícil compreensão dos estudantes, uma vez que requer maior grau de abstração (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015).

Nesse contexto, discute-se que o processo de aprendizagem no ensino de química pode ser mais significativo quando inseridas as TICs, por meio de recursos como: *softwares*, jogos, recursos audiovisuais, laboratórios virtuais, entre outros (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). Desse modo, compreende-se que o uso das TICs pode ser um canal para uma melhor compreensão do conteúdo estudado na disciplina de química (TAVARES; SOUZA; CORREIA, 2013). Dentre os recursos mencionados, destaca-se o uso de laboratórios virtuais, objeto estudado nesta pesquisa e pouco explorado na literatura brasileira.

Oliveira (2022) apresenta uma consolidação de diversos laboratórios virtuais e suas características, enfatizando-os ao ensino de química.

Quadro 8: Levantamento de laboratórios virtuais.

LV identificados	Fonte de acesso:
Phet Colorado	phet.colorado.edu
Chemistry Lab	www.chemcollective.org
Website Merk	www.merckmillipore.com
ChemLab	www.modelscience.com
Virtual Lab	virtuallab.pearson.com.br
Lab virt	www.labvirtq.fe.usp.br

Fonte: Oliveira (2022, p. 11).

Fonseca (2022) destaca a relevância de atividades experimentais nas aulas de ciências:

Analogamente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de ciências tem sido apontado por alguns professores como uma das maneiras mais interessantes de minimizar as dificuldades de aprender e de ensinar ciências de modo significativo. Nesse sentido, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente – que entre estas destacamos Dias (2021); Weirich (2021); Machado (2019), entre outras – a importância das atividades experimentais e de que maneira desenvolver com alunos autistas, proporcionando relações dos conteúdos de sala de aula com o cotidiano do aluno e, em especial, ao seu local de vivência. (FONSECA, 2022, p. 31).

O autor ainda enfatiza o uso de tecnologias como recurso a ser explorado nas aulas de Ciências da natureza a partir de uma visão-ação inclusiva. Esse recurso facilita o acesso a uma outra forma de ter contato com os conteúdos mediante ferramentas digitais que podem ser jogos, laboratórios virtuais ou outros:

Nesta nova visão, em que tecnologia e educação relacionam-se, os laboratórios em salas de tecnologias robóticas e outras ciências funcionam como estímulo a aprendizagem, podendo, assim, ter melhor compreensão dos elementos reais através de simulações feitas num ambiente virtual, considerando-se todos os objetos necessários para a compreensão deste componente curricular (FONSECA, 2022, p. 34).

Segundo Fonseca (2022) as modalidades de Tecnologias Assistivas podem subsidiar o processo de inclusão. São elas:

- a) uso da comunicação aumentativa e alternativa, para atender as necessidades dos educandos com dificuldades de fala e de escrita;
- b) adequação dos materiais didático-pedagógicos às necessidades dos educandos, tais como engrossadores de lápis, quadro magnético com letras com ímã fixado, tesouras adaptadas, entre outros;
- c) desenvolvimento de projetos em parceria com profissionais da arquitetura, engenharia, técnicos em edificações para promover a acessibilidade arquitetônica;

- d) adequação de recursos de informática: teclado, mouse, ponteira de cabeça, programas especiais, acionadores, entre outros;
- e) uso de mobiliário adequado conforme especificações de especialistas na área: mesas, cadeiras, quadro, entre outros, bem como os recursos de auxílio à mobilidade: cadeiras de roda, andadores, entre outros (FONSECA, 2022, p. 39).

Essas modalidades implicam uma adequação a nível geral, englobando mobília, estrutura do espaço, materiais didático-pedagógicos, informática, sendo necessário, para tanto, uma rede de órgãos, profissionais engajados com a efetivação da proposta. Todavia, neste trabalho, a ênfase recai sobre as possibilidades que os docentes têm de trabalhar as Ciências da natureza de forma a incluir os estudantes com TEA no ensino médio, embora se reconheça a complexidade da temática e sua relação com outras áreas e profissionais.

No capítulo 5, apresentamos o Laboratório virtual PHET como alternativa à proposta de aulas de Ciências da Natureza de forma mais inclusiva.

4 TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA – TEA

Numa perspectiva histórica, outrora o Autismo era incompreendido. Williams (2005) afirma que, até o século XX, o diagnóstico dado era o de esquizofrenia ou retardo mental, já que não havia critérios definidos para a identificação de autistas. Isso acarretava abordagens que destoavam da real necessidade tanto em termos de diagnóstico como de abordagens terapêuticas e afins. Barnard (2012) informa que até o século passado apontava-se para fatores que “originavam” autismo como sendo as emoções da mãe e seu estado de saúde os quais influenciariam o comportamento das crianças.

Os tratamentos dispensados a partir desses diagnósticos errôneos exploravam a coerção e ações violentas que, hoje, apontam para um atentado à vida e à dignidade da pessoa. Havia a privação e outras medidas aversivas aplicadas com o objetivo de “corrigir” comportamentos com distúrbios (BETTELHEIM, 1976). Conforme a ciência avançou, foi possível definir o TEA, diferenciando-o de outras condições (ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA, 2013).

Nesse contexto, as primeiras descrições Do TEA foram feitas por Leo Kanner (1943) e Hans Asperger (1944). Kanner constatou uma falta de habilidade dessas crianças para estabelecer relações interpessoais e dificuldades com a fala (MATTOS; NUERNBERG, 2011).

Etimologicamente falando, a palavra autismo deriva do grego autós, que significa “de si mesmo”. Leo Kanner (1894-1981), na década de 1940, sistematizou este termo aos seus estudos, denominado “distúrbio autístico do contato afetivo” a uma nova síndrome comportamental na psiquiatria infantil. Kanner relacionou clinicamente às crianças que apresentavam inabilidade de relações interpessoal com os membros da família e da sociedade (FONSECA, 2022, p. 23).

Segundo Proença (2019, p. 02), o termo originou-se a partir dos estudos de Kaner: “em 1943, vinda do médico austríaco Leo Kanner, que partiu de um estudo realizado com 11 casos diferentes, chegando ao autismo como um Distúrbio Autístico do contato afetivo, título de sua primeira publicação científica”.

Os primeiros estudos sobre o autismo foram descritos em 1943 por Leo Kanner. Ele observou 11 casos de crianças (oito meninos e três meninas entre dois e quatro anos), cujas condições comportamentais eram distintas das demais crianças na mesma faixa etária, tais como inabilidade de se

relacionar com pessoas e situações, solidão extrema desde o início da vida em relação aos estímulos externos, comportamentos repetitivos e estereotipados, dificuldade em adquirir fala comunicativa e uma excelente memória em bloco (MARTINS; PEREIRA, 2021).

Hans Asperger contribuiu também com estudos na área, mas direcionou sua atenção para aspectos educacionais das crianças:

Hanns Asperger em 1944, por sua vez, descreveu em crianças com inteligência normal casos com características bastante semelhantes ao autismo, principalmente as suas dificuldades de comunicação social. Embora exista semelhança nas observações feitas pelos dois, Asperger se interessou pelos aspectos educacionais dessas crianças, enquanto Kanner optou pela parte clínica. Existiam também diferenças notórias, principalmente no desenvolvimento da comunicação e da linguagem entre as crianças observadas. Assim, essas diferenças originaram quadros distintos, tais como o autismo e a síndrome de Asperger (FONSECA, 2022, p. 23).

A terminologia “Espectro” aponta para a singularidade de sintomas apresentados:

A palavra espectro abrange as variantes de intensidade de sintomas e situações que a pessoa autista pode apresentar, numa nuance que vai da mais severa, definindo o autismo de baixo funcionamento, até a mais leve, determinando o autismo de alto funcionamento (PROENÇA, 2019, p. 10).

Conforme Martins e Pererira (2021, p. 20), “Por ser o autismo um espectro, não existem dois autistas iguais, por isso o cuidado e o processo educativo precisam ser individualizados, tendo em vista que cada sujeito é único e possui suas próprias particularidades”. Basicamente, um diagnóstico de autismo significa que um indivíduo tem capacidade prejudicada de se comunicar e adquirir habilidades sociais, geralmente associa-se a crianças nos primeiros estágios de desenvolvimento social (KISTORO *et al.*, 2021).

O Ministério da Saúde aponta que os sinais do neurodesenvolvimento da criança podem ser percebidos nos primeiros meses de vida, com o diagnóstico estabelecido por volta dos 2 a 3 anos de idade. O diagnóstico de TEA é eminentemente clínico e deve ser feito por uma equipe multiprofissional. Até então, não existem marcadores biológicos e exames que confirmem todo o espectro do TEA. Então, cabe aos profissionais envolvidos um olhar sensível para observar o desenvolvimento e perceber características clínicas associadas ao TEA naquela pessoa que chega para uma confirmação diagnóstica (BRASIL, 2023).

Nesse contexto, nos últimos tempos, viu-se uma evolução significativa em

relação ao entendimento clínico do TEA, houve uma expansão da literatura científica, contribuições teóricas importantes que esclarecem muitas lacunas construídas ao longo da história pela ausência de conhecimento. Aos poucos, a barreira da ingorância é desconstruída em detrimento da disseminação de informações que impactam sobretudo famílias e sociedade em geral.

Hoje, há critérios que subsidiam o diagnóstico de TEA. O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM), publicado pela Associação Americana de Psiquiatria (APA), corroborou com este avanço desde a década de 80 até os dias atuais, num processo de classificação e revisão. Em termos de contribuição, destaca-se também quando o TEA foi incluso na Classificação Internacional de Doenças (CID) pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Em 1992, foram especificados códigos que identificam os diferentes subtipos de autismo, fomentando o reconhecimento a nível internacional.

A “Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde” é conhecida como “Classificação Internacional de Doenças – CID 10”. Criada pela OMS, este código padroniza tipos de doenças e demais problemas relacionados à saúde. A CID 10 é um código relacionado à classificação de uma grande variedade de doenças, e também a aspectos anormais e queixas, e causas externas como ferimentos. Existe ainda um documento de classificação do Autismo como um “Transtorno Global do Desenvolvimento” (TGD), com código de identificação F84 que caracteriza uma anormalidade na interação social, nos padrões de comunicação, estereotípias e comportamentos repetitivos. Nesta categoria TGD (F84), compreende-se as nomenclaturas que constam no quadro 1 (FONSECA, 2022, p. 29).

Em paralelo a tais reconhecimentos no âmbito político, internacional, o campo da pesquisa ajuda no progresso em diversos aspectos nessa temática à medida que estudos identificam como o cérebro de indivíduos funciona, contribuindo com estudos de base biológica na compreensão desse transtorno (HAPPE *et al.*, 2006). Concomitante, na área da educação e da psicologia, houve muitas descobertas que auxiliaram no desenvolvimento de melhoras que oportunizam consideráveis avanços, tais como a Intervenção Precoce Intensiva (IPI), a Análise Comportamental Aplicada, dentre outras, as quais promovem o desenvolvimento e a inclusão social, otimizam a comunicação e alargam as possibilidades de subsidiar o desenvolvimento de quem tem o transtorno (SMITH, 1999).

4.1 TEA: conceitos e características

Segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (2014), o transtorno do espectro autista inclui-se no rol dos transtornos de neurodesenvolvimento, apresentando déficits e excessos em alguns pontos ligados ao desenvolvimento:

Os transtornos do neurodesenvolvimento são um grupo de condições com início no período do desenvolvimento. Os transtornos tipicamente se manifestam cedo no desenvolvimento, em geral antes de a criança ingressar na escola, sendo caracterizados por déficits no desenvolvimento que acarretam prejuízos no funcionamento pessoal, social, acadêmico ou profissional. Os déficits de desenvolvimento variam desde limitações muito específicas na aprendizagem ou no controle de funções executivas até prejuízos globais em habilidades sociais ou inteligência. É frequente a ocorrência de mais de um transtorno do neurodesenvolvimento; por exemplo, indivíduos com transtorno do espectro autista frequentemente apresentam deficiência intelectual (transtorno do desenvolvimento intelectual), e muitas crianças com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) apresentam também um transtorno específico da aprendizagem. No caso de alguns transtornos, a apresentação clínica inclui sintomas tanto de excesso quanto de déficits e atrasos em atingir os marcos esperados. Por exemplo, o transtorno do espectro autista somente é diagnosticado quando os déficits característicos de comunicação social são acompanhados por comportamentos excessivamente repetitivos, interesses restritos e insistência nas mesmas coisas (MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS, 2014, p. 31).

Conforme a citação, é comum que haja a presença de mais de um transtorno do neurodesenvolvimento, havendo uma ampliação nos déficits e demais características. Ainda de acordo com os critérios construídos para o diagnóstico de TEA, destaca-se o déficit na comunicação e interação, além de padrões repetitivos, seja em interesses, atividades e rotinas inflexíveis (APA, 2013). No tocante à comunicação, há interferência na comunicação verbal e no contexto de interação social, por exemplo.

O transtorno do espectro autista caracteriza-se por déficits persistentes na comunicação social e na interação social em múltiplos contextos, incluindo déficits na reciprocidade social, em comportamentos não verbais de comunicação usados para interação social e em habilidades para desenvolver, manter e compreender relacionamentos (MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS, 2014, p. 31).

A fala com dificuldade ou sua ausência total é uma das características que se notam desde muito cedo e compromete a vida social da pessoa com autismo,

dificultando o processo educacional dela e sua inserção no mercado de trabalho (NASCIMENTO; CHAGAS; CHAGAS, 2021). As limitações na fala e na comunicação em geral variam de leve a grave; algumas pessoas podem ter atrasos na aquisição da linguagem, outras podem construir um repertório típico, dificuldade de interpretar ironia, humor e outras construções que exploram o sentido figurado (TAGER-FLUSBERG, 2006).

Quanto ao traço das repetições, “[...] além dos déficits na comunicação social, o diagnóstico do transtorno do espectro autista requer a presença de padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades” MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS, 2014, p. 31), havendo variações quanto ao foco das repetições de sujeito a sujeito. Quanto aos padrões comportamentais repetitivos, demonstra-se interesses em assuntos específicos que viram uma fixação; a repetição está presente também na Vivência de rotinas e movimentos (APA, 2013). Tais traços ligam-se às estruturas cerebrais associadas à linguagem e emoção, mais precisamente no córtex pré-frontal (GESCHWIND; LEVITT, 2007). Isso aponta para o aspecto neurológico que explica as dificuldades na comunicação e interação social.

Embora definido por esses principais sintomas, o fenótipo dos pacientes com TEA pode variar muito, abrangendo desde indivíduos com deficiência intelectual (DI) grave e baixo desempenho em habilidades comportamentais adaptativas, até indivíduos com quociente de inteligência (QI) normal, que levam uma vida independente. Estes indivíduos também podem apresentar uma série de outras morbidades, como hiperatividade, distúrbios de sono e gastrintestinais, e epilepsia (CUNHA E, 2020).

Desde a infância, já se podem observar traços comportamentais e construir com precisão ações com impacto nesse sentido. Com a detecção precoce, é possível evitar atrasos e estimular o desenvolvimento da linguagem, interação social, sensibilidade, embora dependa da variação de severidade. Nesse sentido, vale destacar a individualidade nas abordagens.

Conforme Cox e Root (2020), à medida que o número de diagnósticos de transtorno do espectro do autismo (TEA) continua a aumentar, o número de alunos com TEA incluídos nas salas de aula de educação geral também aumenta. Apesar dos avanços significativos no conhecimento sobre a educação de crianças com TEA, é importante ressaltar que crianças e jovens com TEA ainda enfrentam um maior risco

de apresentarem resultados acadêmicos desfavoráveis (BOLOURIAN; STAVROPOULOS; BLACHER, 2019).

Algumas crianças e jovens com autismo podem ter inteligência média ou acima da média e precisam de pouco apoio para funcionar de forma independente, enquanto outras crianças ou jovens podem ter deficiência intelectual grave, comunicação verbal limitada ou inexistente e comportamento adaptativo muito limitado (STEINBRENNER *et al.*, 2020).

De acordo com a abordagem de Mpella *et al* (2019), a falta de interações sociais impede que as crianças com TEA desenvolvam e melhorem suas habilidades sociais com o ambiente humano (por exemplo, com seus pares) e alcancem uma comunicação mais bem sucedida na comunidade escolar. Alonso (2013) afirma que a tentativa para a inclusão social e escolar de pessoas com necessidades especiais no Brasil era uma resposta a uma situação que gerava o isolamento dessas pessoas em seu pleno desenvolvimento.

Parte importante nesse âmbito é o diagnóstico e o acompanhamento desde cedo, a fim de otimizar as potencialidades que se apresentam dentro das limitações que cada indivíduo com o espectro vivencia. O diagnóstico é clínico e criterioso, muitas vezes realizado por um grupo interdisciplinar de profissionais.

No diagnóstico do transtorno do espectro autista, as características clínicas individuais são registradas por meio do uso de especificadores (com ou sem comprometimento intelectual concomitante; com ou sem comprometimento da linguagem concomitante; associado a alguma condição médica ou genética conhecida ou a fator ambiental), bem como especificadores que descrevem os sintomas autistas (idade da primeira preocupação; com ou sem perda de habilidades estabelecidas; gravidade). Tais especificadores oportunizam aos clínicos a individualização do diagnóstico e a comunicação de uma descrição clínica mais rica dos indivíduos afetados. Por exemplo, muitos indivíduos anteriormente diagnosticados com transtorno de Asperger atualmente receberiam um diagnóstico de transtorno do espectro autista sem comprometimento linguístico ou intelectual (MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS, 2014, p. 32).

Os critérios a partir dos quais se constrói o diagnóstico estão elencados no próprio Manual e elenca cinco grupos os quais reúnem descrições objetivas e até exemplos, conforme os quadros abaixo.

Quadro 9: Critério A – Apresentação de déficits.

Transtorno do Espectro Autista	
Transtorno do Espectro Autista	
Critérios Diagnósticos	299.00 (F84.0)
A. Déficits persistentes na comunicação social e na interação social em múltiplos contextos, conforme manifestado pelo que segue, atualmente ou por história prévia (os exemplos são apenas ilustrativos, e não exaustivos; ver o texto): 1. Déficits na reciprocidade socioemocional, variando, por exemplo, de abordagem social anormal e dificuldade para estabelecer uma conversa normal a compartilhamento reduzido de interesses, emoções ou afeto, a dificuldade para iniciar ou responder a interações sociais. 2. Déficits nos comportamentos comunicativos não verbais usados para interação social, variando, por exemplo, de comunicação verbal e não verbal pouco integrada a anormalidade no contato visual e linguagem corporal ou déficits na compreensão e uso gestos, a ausência total de expressões faciais e comunicação não verbal. 3. Déficits para desenvolver, manter e compreender relacionamentos, variando, por exemplo, de dificuldade em ajustar o comportamento para se adequar a contextos sociais diversos a dificuldade em compartilhar brincadeiras imaginativas ou em fazer amigos, a ausência de interesse por pares. <i>Especificar a gravidade atual:</i> A gravidade baseia-se em prejuízos na comunicação social e em padrões de comportamento restritos e repetitivos (ver Tabela 2).	

Fonte: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (2014, p. 50).

Conforme o quadro acima, os déficits na comunicação afetam diretamente a vivência em sociedade de muitos autistas, impactando as interações sociais intrínsecas ao desenvolvimento humano. Esse grupo tem por consequência direta a forma como o comportamento afeta os outros que estão ao redor, inclusive a compreensão do contexto experienciado.

O círculo social é alargado a partir da construção e manutenção de relacionamentos que se pautam em diálogo; dessa forma, o círculo de amizade que necessita de reciprocidade, interação pode estar sujeito às variantes acima expostas. Do outro lado, é possível conviver com o isolamento social em virtude da falta de comunicação, tanto no trabalho, escola e outros espaços sociais, o que força um esforço para que se estimule habilidades sociais.

Quadro 10: Critério B – construção de padrões.

B. Padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades, conforme manifestado por pelo menos dois dos seguintes, atualmente ou por história prévia (os exemplos são apenas ilustrativos, e não exaustivos; ver o texto):

1. Movimentos motores, uso de objetos ou fala estereotipados ou repetitivos (p. ex., estereotipias motoras simples, alinhar brinquedos ou girar objetos, ecolalia, frases idiossincráticas).
2. Insistência nas mesmas coisas, adesão inflexível a rotinas ou padrões ritualizados de comportamento verbal ou não verbal (p. ex., sofrimento extremo em relação a pequenas mudanças, dificuldades com transições, padrões rígidos de pensamento, rituais de saudação, necessidade de fazer o mesmo caminho ou ingerir os mesmos alimentos diariamente).
3. Interesses fixos e altamente restritos que são anormais em intensidade ou foco (p. ex., forte apego a ou preocupação com objetos incomuns, interesses excessivamente circunscritos ou perseverativos).
4. Hiper ou hiporreatividade a estímulos sensoriais ou interesse incomum por aspectos sensoriais do ambiente (p. ex., indiferença aparente a dor/temperatura, reação contrária a sons ou texturas específicas, cheirar ou tocar objetos de forma excessiva, fascinação visual por luzes ou movimento).

Especificar a gravidade atual:

A gravidade baseia-se em prejuízos na comunicação social e em padrões restritos ou repetitivos de comportamento (ver Tabela 2).

Fonte: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (2014, p. 50).

Conforme os critérios acima, há uma seletividade que desemborça em comportamentos repetitivos no dia a dia. Isso pode ocorrer por razões neurobiológicas ou como forma de autorregulação em relação ao sensorial que o mundo oferece, sendo uma espécie de proteção. Rotinas e padrões minimizam incertezas, mudanças.

Quadro 11: Critérios C, D, E – Demais caracteres.

- C. Os sintomas devem estar presentes precocemente no período do desenvolvimento (mas podem não se tornar plenamente manifestos até que as demandas sociais excedam as capacidades limitadas ou podem ser mascarados por estratégias aprendidas mais tarde na vida).
- D. Os sintomas causam prejuízo clinicamente significativo no funcionamento social, profissional ou em outras áreas importantes da vida do indivíduo no presente.
- E. Essas perturbações não são mais bem explicadas por deficiência intelectual (transtorno do desenvolvimento intelectual) ou por atraso global do desenvolvimento. Deficiência intelectual ou transtorno do espectro autista costumam ser comórbidos; para fazer o diagnóstico da comorbi-

Fonte: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (2014, p. 51).

Os demais critérios abordam o período em que se manifestam os critérios anteriormente mencionados – geralmente nos primeiros anos de vida, além das consequências geradas na vida em geral:

Esses sintomas estão presentes desde o início da infância e limitam ou prejudicam o funcionamento diário (Critérios C e D). O estágio em que o prejuízo funcional fica evidente irá variar de acordo com características do indivíduo e seu ambiente. Características diagnósticas nucleares estão evidentes no período do desenvolvimento, mas intervenções, compensações e apoio atual podem mascarar as dificuldades, pelo menos em alguns contextos. Manifestações do transtorno também variam muito dependendo da gravidade da condição autista, do nível de desenvolvimento e da idade cronológica; daí o uso do termo espectro. O transtorno do espectro autista engloba transtornos antes chamados de autismo infantil precoce, autismo infantil, autismo de Kanner, autismo de alto funcionamento, autismo atípico,

transtorno global do desenvolvimento sem outra especificação, transtorno desintegrativo da infância e transtorno de Asperger (MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS, 2014, p. 53).

O autismo infantil/ autismo de Kanner, nome dado em virtude do psiquiatra austríaco Leo Kanner, apresentava de forma vanguardista a descrição deste distúrbio ligado a crianças; o autismo de alto funcionamento (AAF) distingue-se pela autonomia e funcionalidade nos indivíduos; autismo atípico apresenta-se de forma mais tardia que os demais; o transtorno de Asperger, considerado mais brando, liga-se às habilidades de sociabilização dos indivíduos.

Como não é degenerativo, há aprendizagem ao longo da vida. “Os sintomas são frequentemente mais acentuados na primeira infância e nos primeiros anos da vida escolar, com ganhos no desenvolvimento sendo frequentes no fim da infância pelo menos em certas áreas (p. ex., aumento no interesse por interações sociais)” (MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS, 2014, p. 56). É necessário que a sociedade efetivamente desenvolva mecanismos mais inclusivos em todas as áreas, considerando as características geralmente apresentadas, repensando espaços e papéis sociais que acolham a diversidade que se apresenta na coletividade.

Tomando por base amplo referencial já conhecido no que concerne ao TEA, é necessário “Propor debates sobre o autismo, um dever da sociedade e do Poder Público para compreender melhor o transtorno e desenvolver medidas e práticas capazes de beneficiar as pessoas com autismo” (SILVA; ARTUSO, 2020, p. 03). Sobre a trajetória da luta por direitos e garantias, apresenta-se abaixo os avanços construídos tanto em termos da posituação dos direitos através de leis e outros dispositivos normativos, como as decorrentes conquistas paulatinamente construídas ao longo, sobretudo, das últimas décadas.

4.2 Direitos e garantias: breve histórico e avanços normativos

A dedicação a essa área de estudos se deu desde o final da década de 1950, conforme explicita Lima (2008, p. 18): “no final da década de 50, início da década de 60 surgiu a necessidade de aprimorar a eficiência do atendimento a pacientes que, apesar de frequentarem terapia fonoaudiológica, não desenvolviam suas habilidades

comunicativas". Contudo, a partir da década de 70 começam a serem realizados estudos mais sistemáticos sobre o autismo.

A psiquiatra inglesa Lorna Wing propôs a noção de “espectro autista” para designar déficits qualitativos na denominada tríade de deficiências em todos os indivíduos, qual sejam, comunicação verbal e não-verbal, interação social e imaginação (BOSA, 2002; SACKS, 1995).

No Brasil, Souza *et al* (2024) destacam a temática a partir das Leis de Diretrizes e Bases formuladas antes da Constituição vigente:

Em 1961, a Lei nº 4.024/61 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional passa a nortear o atendimento educacional das pessoas com deficiência, apontando o direito dos “excepcionais” à educação, preferencialmente dentro do sistema geral de ensino. Posteriormente a Lei nº 5.692/71, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1961, acaba por reforçar o atendimento segregado aos alunos com deficiência fora do ambiente escolar quando propõe o tratamento especial para os alunos com “deficiências físicas, deficiências mentais, os que se encontrem em atraso considerável quanto à idade regular de matrícula e os superdotados”, e, dessa forma, reforça o encaminhamento desses alunos para as classes ou escolas especiais (SOUZA *et al*, 2024, p. 220).

Primava-se por uma separação dos alunos com deficiência em salas específicas, a ideia de inclusão chocava com a prática da segregação vivenciada nas instituições. Com as mudanças e a abertura política do país em meio às efervescentes ideias democráticas, a educação também se transforma.

Souza e Tavares (2024) apresentam em seus estudos uma análise temporal sobre as garantias legais que foram implementadas no ordenamento brasileiro. Enfatiza-se a quebra de paradigma trazida pela promulgação da Constituição Federal de 88, conhecida como Constituição cidadã, alcunha relacionada aos direitos inclusos como parte fundamental da nação constituída e fundamentada a partir de então em ideais democráticos.

No texto constitucional vigente, há a presença patente de direitos fundamentais com o fito de construir uma sociedade mais justa, garantindo dignidade, equidade a todos, haja vista que são iguais perante a lei. O próprio conceito de igualdade passa a considerar as desigualdades apresentadas na realidade brasileira; o art. 5º, por exemplo, apresenta vastos incisos com garantias constitucionais, além de outros, como 3º, o qual se coloca como barreira ao preconceito e discriminação de qualquer natureza, direito à educação (art. 205 e outros), acessibilidade (arts. 224, 244), direito

ao trabalho (arts. 7º e 37), à saúde (art. 196), assistência social (art. 203), à proteção e dignidade (arts. 227, 230) e ainda diversos outros que irradiam da CF 88.

Em âmbito Federal, a Lei no 7.853/89 passa a regular e assegurar os direitos das pessoas portadoras de deficiência a fim de levar a cabo a ideia de integração social trazida pelo próprio texto. A lei aponta melhorias que assegurem a qualidade de vida dos deficientes e criminaliza a discriminação. Dissemina-se a ideia de acessibilidade principalmente em espaços públicos.

Souza e Tavares (2024) apontam ainda como evolução no cenário pós CF 88 o Estatuto da Criança e do Adolescente (1990), a Declaração Mundial de Educação para Todos (1990) e a Declaração de Salamanca (1994) como essenciais quanto ao estímulo de políticas públicas voltadas para uma sociedade mais inclusiva. No cenário educacional, volta-se para a discussão e fortalecimento da Educação Especial.

Outro marco foi a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD), em 2009, aprovada pela ONU, reverberando por toda a primeira década do presente século:

[...] são instituídas as diretrizes operacionais para o atendimento educacional especializado na Educação Básica, que deve ser oferecido no turno inverso da escolarização, prioritariamente nas salas de recursos multifuncionais da própria escola ou em outra escola de ensino regular (SOUZA; TAVARES, 2024, p. 220).

Em 2012, a Lei nº 12.764 cria a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista, a qual estabelece diretrizes e descreve critérios de quem são considerados autistas. O dispositivo é considerado um marco na busca e garantia de direitos das pessoas com TEA no país. No texto, houve a conceituação do autismo como deficiência, garantindo certa proteção e os efeitos legais previstos/ estendidos aos que estão nesse rol.

Daí, passa-se a ter como assegurados o acesso à educação, saúde e tratamento adequado via SUS, trabalho e inclusão social, proteção contra abusos e violência, fornecendo um aparato estatal que responda às necessidades dessas pessoas a fim de que tenham qualidade de vida. Para tanto, o Estado passa a ter a obrigação de diagnosticar, fornecer atendimento e criar políticas que promovam a inclusão social. Abaixo, encontra-se disposto o art. 1º da referida Lei:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista e estabelece diretrizes para sua consecução.

§ 1º Para os efeitos desta Lei, é considerada pessoa com transtorno do espectro autista aquela portadora de síndrome clínica caracterizada na forma dos seguintes incisos I ou II:

I - deficiência persistente e clinicamente significativa da comunicação e da interação sociais, manifestada por deficiência marcada de comunicação verbal e não verbal usada para interação social; ausência de reciprocidade social; falência em desenvolver e manter relações apropriadas ao seu nível de desenvolvimento;

II - padrões restritivos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades, manifestados por comportamentos motores ou verbais estereotipados ou por comportamentos sensoriais incomuns; excessiva aderência a rotinas e padrões de comportamento ritualizados; interesses restritos e fixos.

§ 2º A pessoa com transtorno do espectro autista é considerada pessoa com deficiência, para todos os efeitos legais (BRASIL, 2012).

O art. 1º e seus incisos descrevem conceitos semelhantes ao que a literatura científica descreve quanto aos critérios necessários ao diagnóstico de TEA, incluindo os déficits, excessos e padrões repetitivos no comportamento. Para estudiosos da temática, a lei representou um avanço significativo na proteção e inclusão:

O diagnóstico cada vez mais aprimorado do TEA, assim como o cumprimento dos objetivos trazidos pela Lei federal nº 12.764/2012 e dos direitos e garantias previstos na Constituição Federal de 1988, são avanços significativos para a proteção e inclusão das pessoas com TEA na sociedade. No entanto, é essencial reconhecer que cada indivíduo com TEA possui características, necessidades e capacidades únicas, não podendo ser tratado de forma homogênea no âmbito da capacidade civil (OLIVEIRA, 2023, p. 15).

O art. 2º da mesma lei descreve a pessoa com TEA como pessoa com deficiência: “§ 2º A pessoa com transtorno do espectro autista é considerada pessoa com deficiência, para todos os efeitos legais” (BRASIL, 2012), fato que levantou ampla discussão sobre a capacidade civil dos autistas e das pessoas com deficiência em geral. Ainda no dispositivo, destacam-se os direitos da pessoa com TEA:

Art. 3º São direitos da pessoa com transtorno do espectro autista:

I - a vida digna, a integridade física e moral, o livre desenvolvimento da personalidade, a segurança e o lazer;

II - a proteção contra qualquer forma de abuso e exploração;

III - o acesso a ações e serviços de saúde, com vistas à atenção integral às suas necessidades de saúde, incluindo:

a) o diagnóstico precoce, ainda que não definitivo;

b) o atendimento multiprofissional;

c) a nutrição adequada e a terapia nutricional;

d) os medicamentos;

e) informações que auxiliem no diagnóstico e no tratamento;

IV - o acesso:

- a) à educação e ao ensino profissionalizante;
- b) à moradia, inclusive à residência protegida;
- c) ao mercado de trabalho;
- d) à previdência social e à assistência social.

O rol acima reforça a ideia que a própria CF 88 inaugura, ampliando e especificando em lei específica. Soma-se a isso, a Lei nº 13.146/2015 a qual postula o Estatuto da Pessoa com Deficiência, marco jurídico grandioso que reforça a inclusão plena da pessoa com deficiência na sociedade, conceituando, elencando princípios a serem respeitados e efetivados, além de outras garantias:

Art. 1º É instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania (BRASIL, 2015).

A lei dispõe sobre igualdade, atendimento prioritário, direitos fundamentais, acessibilidade, tecnologia assistiva, acesso à justiça, dentre outros. Com o dispositivo, estimula-se a participação das pessoas com deficiência, além da autonomia prevista a partir das prerrogativas assinaladas. Além disso, pode-se vislumbrar que outros ganhos venham a se efetivar a partir do trabalho do legislativo no congresso nacional.

No que diz respeito à pauta apresentada na presente pesquisa, vislumbrando-se um cenário promissor, que aborda sobre o direito humano da pessoa com transtorno do espectro autista e pessoas neuroatípicas alguns projetos de lei federal tramitam nas casas legislativas, com propostas de acréscimos e alterações nas leis vigentes, como por exemplo o Projeto de Lei 2864/23 que prevê a criação, nas escolas de ensino básico (educação infantil, ensinos fundamental e médio), de “salas de silêncio” para alunos autistas e neuroatípicos, e tais salas conterão as seguintes características: “ser reservadas; disponibilizar fones redutores de ruído e objetos reguladores, como óculos escuros; ter baixo estímulo visual e sonoro; ser localizadas em locais de fácil acesso; e ser sinalizadas de forma clara e visível [...]” (SOUZA; TAVARES, 2024, p. 223).

Toda proposta que efetive a inclusão será sempre bem recepcionada em todos os cenários, a fim de que se viva o cenário plural e democrático dispostos por todo o ordenamento jurídico brasileiro que fomente melhor qualidade de vida a todos que necessitam. Por certo, ainda há muitos obstáculos que dificultam a inclusão e a efetividade do que a Lei impõe, como a falta de estrutura e formação nas escolas a fim de oferecer o melhor atendimento e métodos que atendam aos estudantes com TEA, falha no acesso ao acompanhamento especializado pelo SUS, pela demanda

grandiosa que superlota o sistema; no âmbito social, ainda é necessário conscientizar e desconstruir o preconceito através de informações verdadeiras sobre o TEA, além de garantir a real inserção no mercado de trabalho na iniciativa pública e privada, dando condições aos autistas adultos de que tenham sua dignidade preservada.

Em suma, pode-se listar os principais atos legais que contribuíram com a ampliação dos direitos das pessoas com TEA nas últimas décadas:

- I. Lei 7.853/ 1989: Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências.
- II. Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994: Concede passe livre às pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual.
- III. Lei nº 10.098/2000: Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.
- IV. Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011: Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências.
- V. Lei nº 12.764/2012 (Lei Berenice Piana): 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.
- VI. Lei nº 13.146/2015 (Estatuto da Pessoa com Deficiência): 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.
- VII. Lei nº 13.370, de 12 de dezembro de 2016: Altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, para estender o direito a horário especial ao servidor público federal que tenha cônjuge, filho ou dependente com deficiência de qualquer natureza e para revogar a exigência de compensação de horário.
- VIII. Lei nº 13.977/2020 (Lei Romeo Mion): Altera a Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012 (Lei Berenice Piana), e a Lei nº 9.265, de 12 de fevereiro de 1996, para instituir a Carteira de Identificação da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista (Ciptea), e dá outras providências.
- IX. Lei nº 14.626, de 19 de julho de 2023: Altera a Lei nº 10.048, de 8 de novembro

de 2000, e a Lei nº 10.205, de 21 de março de 2001, para prever atendimento prioritário a pessoas com transtorno do espectro autista ou com mobilidade reduzida e a doadores de sangue e reserva de assento em veículos de empresas públicas de transporte e de concessionárias de transporte coletivo nos dois primeiros casos.

4.3 Vantagens do uso do PhET na aprendizagem de estudantes com TEA

Os laboratórios virtuais têm se destacado como ferramentas inovadoras no ensino de ciências, promovendo a inclusão e a aprendizagem ativa, especialmente para alunos com TEA. Entre as opções disponíveis, como o *Labster*, *ChemCollective* e *PhET Simulations*, este se destaca por suas características únicas que o tornam ideal para a pesquisa em educação inclusiva, principalmente no contexto do autismo. Abaixo, há algumas informações sobre os laboratórios virtuais e o porquê da escolha desta pesquisa no tocante ao *PhET*.

O *Labster* oferece simulações imersivas em 3D, com narrativas complexas que podem engajar alunos em temas avançados. No entanto, a complexidade e o excesso de estímulos visuais e sonoros podem sobrecarregar alunos com autismo, dificultando a concentração e o processamento de informações. Já o *ChemCollective*, focado em química, permite experimentos virtuais detalhados e flexíveis, mas sua interface menos intuitiva pode exigir maior suporte do professor, o que pode ser um desafio para alunos com TEA, que muitas vezes precisam de autonomia e clareza nas instruções.

Em contrapartida, o *PhET Simulations* apresenta uma interface simples e intuitiva, projetada para ser acessível, com gráficos claros e controles fáceis de usar, reduzindo a carga cognitiva e facilitando a navegação para alunos com autismo. Além disso, permite a customização do ritmo e da complexidade das atividades, atendendo às necessidades individuais de cada aluno. As simulações são visualmente atraentes, mas sem excessos, evitando sobrecarga sensorial comum em alunos com TEA. Outro ponto forte é o fato de ser gratuito e de código aberto, acessível a todos e constantemente atualizado com base em pesquisas educacionais, bem como o fato de ser acessível de forma on-line e off-line, abrangendo muitas realidades que esbarram em dificuldades de estrutura, como o acesso à internet.

A interatividade e o feedback imediato das simulações permitem que os alunos explorem conceitos científicos de forma prática, promovendo a aprendizagem ativa e a motivação. O *PhET Simulations* se alinha perfeitamente aos objetivos da educação inclusiva, especialmente para alunos com autismo, devido a sua acessibilidade, engajamento, flexibilidade, base científica e versatilidade. A interface é projetada para ser inclusiva, com opções de personalização que ajudam a reduzir barreiras sensoriais e cognitivas.

As simulações são interativas e lúdicas, mantendo o interesse dos alunos sem causar sobrecarga. A flexibilidade permite que o professor adapte as atividades ao ritmo e às habilidades de cada aluno, promovendo uma aprendizagem personalizada. Desenvolvido pela Universidade do Colorado, ele é embasado em pesquisas educacionais, garantindo eficácia pedagógica. Além disso, aborda diversas áreas das ciências (física, química, biologia, matemática), tornando-o uma ferramenta útil para múltiplos contextos educacionais.

Enquanto outros laboratórios virtuais, como *Labster* e *ChemCollective*, têm seus méritos, o *PhET Simulations* se destaca como a melhor escolha para facilitar a inclusão e a aprendizagem de alunos com autismo. Sua interface acessível, personalização, estímulos controlados e abordagem interativa o tornam uma ferramenta poderosa para promover a inclusão e o engajamento em aulas de ciências. Por essas razões, o *PhET* é a opção ideal para a pesquisa em inovação tecnológica e tecnologia assistiva na educação inclusiva.

5 AS SIMULAÇÕES PHET COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA NO ENSINO INCLUSIVO

O ensino inclusivo acontece a partir de atitudes, estratégias pedagógicas que resolvem verdadeiramente proporcionar ensino-aprendizagem a todos, essa é a postura de uma educação inclusiva. Nas aulas de Ciências, o uso do Laboratório virtual PHET pode oportunizar a vivência de inclusão, constituindo-se componente da Tecnologia Assistiva (TA) abordada neste capítulo.

Hoje há várias ferramentas baseadas em tecnologias direcionadas à aprendizagem e de baixo custo, sendo acessíveis e de manuseio relativamente simples:

Questões ligadas ao custo, à segurança ou ao tempo necessário para a ocorrência de certos fenômenos, sempre impediram que diversos experimentos importantes fossem reproduzidos no ambiente escolar. Atualmente, porém, com o surgimento das TIC, existem aplicativos que criam, no computador, laboratórios virtuais semelhantes aos laboratórios reais. Esses laboratórios virtuais eliminam os problemas ligados à segurança ou ao tempo necessário para a realização de um experimento. Com esses aplicativos, os próprios estudantes conduzem experimentos cruciais ao entendimento dos conceitos, modelos e teorias das ciências, sendo também desafiados a interpretar os resultados desses experimentos (PAULA, 2017, p. 81).

O autor destaca acima os laboratórios virtuais como promotor de aprendizagem a partir de aulas experimentais acessíveis aos estudantes, as quais podem ser direcionadas a aulas mais inclusivas no âmbito das Ciências da natureza, conforme discute-se abaixo.

5.1 Tecnologias assistivas

O mundo tem passado por diversas mudanças, dentre elas destaca-se o avanço da tecnologia, que integra a vida dos indivíduos em seus mais diversos contextos sociais e culturais (FARAUM JR.; CIRINO, 2016). Em termos gerais, a palavra “tecnologia” tem origem grega: “é formado por tekne (“arte, técnica ou ofício”) e por logos (“conjunto de saberes”). É utilizado para definir os conhecimentos que permitem fabricar objectos e modificar o meio ambiente, com vista a satisfazer as necessidades humanas” (CONCEITO.DE, 2019).

Em termos gerais então, tecnologia são ferramentas criadas para melhorar a

vida a partir de mecanismos que supram as faltas que aparecem conforme a passagem do tempo. As necessidades humanas são diversas, considerando as atividades mais simples do dia a dia, é claro que em tudo há tecnologia. Nesse âmbito, pode-se pensar no surgimento das Tecnologias Assistivas voltadas para a promoção da inclusão social.

Proença (2019) afirma que a Tecnologia Assistiva é um assunto educacional significativo da atualidade: “Ela aparece juntamente com recursos múltiplos de ajuda para diminuir diferenças e potencializar a mediação no processo de aprendizagem de pessoas com deficiências. Nessa perspectiva, a TA pode contribuir no processo de Mediação da Aprendizagem da criança Autista” (PROENÇA, 2019, p. 03). Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), o conceito de “Tecnologia Assistiva” (TA) engloba de maneira ampla todos os sistemas e serviços associados à utilização de produtos assistivos e à oferta de suporte.

No contexto escolar, Mantoan (2003) enfatiza sua importância para garantir oportunidades iguais de aprendizagem. Bersch (2008) reforça que essas ferramentas não apenas facilitam o acesso ao conteúdo, mas também incentivam a autonomia dos estudantes. Já Sasaki (1997) destaca que seu uso aumenta a confiança e o engajamento dos alunos, permitindo-lhes acompanhar as atividades escolares e favorecendo um ambiente educacional mais inclusivo e equitativo.

As Tecnologias Assistivas, conforme a Lei 13.146/2015, são recursos essenciais para promover a autonomia, independência e inclusão de pessoas com deficiência. A Lei 13.146/2015, em seu art. 3º, III, o conceito de Tecnologia Assistiva consiste em:

III - tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social; (BRASIL, 2015).

As TA constituem um campo interdisciplinar do saber, abrangendo produtos, recursos, métodos, estratégias, práticas e serviços cujo propósito é impulsionar a funcionalidade associada às ações e envolvimento de indivíduos com deficiência, limitações ou mobilidade limitada (SOUSA; JURDIB; SILVA, 2015). O objetivo principal reside em fortalecer e impulsionar a autonomia individual, elevar a independência, melhorar a qualidade de vida e promover uma integração plena e significativa na

sociedade em que estão inseridas.

Cruz e Silva (2024) apregoam que deve-se ter a gestão da diversidade, que insere as tecnologias como meio que potencializa a inclusão:

Ademais, a gestão da diversidade escolar deve incluir o uso de tecnologias como ferramentas que potencializem a inclusão. As novas tecnologias, quando bem empregadas, podem facilitar o acesso à informação, permitir a personalização do ensino e proporcionar diferentes formas de expressão e aprendizado. No entanto, é preciso cautela para que essas tecnologias não se tornem um fator de exclusão, criando barreiras para aqueles que não têm acesso a elas em casa (CRUZ; SILVA, 2024, p. 04).

A concepção é que se deve recepcionar as tecnologias porque elas somam e otimizam a aprendizagem dos estudantes que delas podem fazer uso com essa finalidade: “As tecnologias educacionais podem ser uma ferramenta poderosa para facilitar o aprendizado e a inclusão, desde que sejam acessíveis a todos os estudantes”, segundo afirmam Cruz e Silva (2024, p. 05). Segundo Proença (2019, p. 12), há benefícios no uso de TA:

Sendo assim, a TA atua como um importante instrumento que auxilia a promoção e ampliação de habilidades funcionais, deficitárias ou permitirá a realização da função desejada, que se encontra atalhada por circunstância de deficiência ou ocasionada pelo processo de senescência.

Rocha e Castiglioni (2005), abordam que no cerne do conceito de Tecnologia Assistiva reside a interação entre o indivíduo e a tecnologia, em que esta última busca ampliar, preservar ou aprimorar as aptidões daqueles com limitações funcionais, estabelecendo uma conexão direta e intrínseca a essa dualidade. A TA exerce um papel fundamental no ambiente escolar, sendo percebida como uma ferramenta que amplia a autonomia por meio de recursos e serviços que expandem as capacidades funcionais das pessoas com necessidades educacionais especiais, abrangendo desde a interação até a comunicação, com o objetivo de suprimir obstáculos (RIBEIRO; LUSTOSA, 2022).

Queiroz (2019) afirma que no âmbito educacional, as TA apresentam uma ampla gama de aplicações nos procedimentos de aprendizado e no avanço cognitivo. Elas são empregadas em todas as etapas de ensino, abrangendo tanto o ensino presencial como a Educação a Distância (EaD). No entanto, é importante destacar que os recursos de acessibilidade do terceiro grupo têm uma inclinação para avançar rumo à redução das barreiras (sejam motoras, visuais, auditivas ou de comunicação),

visando mitigar as discrepâncias sociais, econômicas e culturais (ARAÚJO; GONÇALVES; GUEDES, 2023).

Propocionando opções para melhoria da educação, as tecnologias assistivas compreendem ferramentas, equipamentos que melhoram o acesso para estudantes com deficiência ou necessidades especiais. A palavra-chave para tratar dessas tecnologias em específico é o seu valor de promover acesso, processo que muitas vezes é dificultado pelo contexto, pela ausência de infraestrutura que atenda à necessidade dos estudantes.

Para tanto, a fim de efetivar a inclusão por meio de tecnologia, é necessário que se conheça e faça uso delas no ambiente educacional e em geral; nesse sentido, na escola, por exemplo, é importante estimular momentos coletivos e até formações pontuais ou continuada que abordem a temática a fim de publicizar e estimular a apropriação de TA que possam ser usadas nas instituições, nas salas de aula, independente do componente curricular. Não é difícil pensar que isso é uma realidade distante da escola, ao contrário, é urgente. A escola pode pensar no que é oportuno e possível usar para melhorar a aprendizagem conforme as necessidades vivenciadas.

Em relação aos alunos com TEA, as tecnologias assistivas podem garantir mais e melhor participação no ambiente escolar, mitigando os desafios vivenciados no dia a dia, seja na linguagem, na interação, em termos de aprendizagem. Segundo Goldstein (2008), é possível explorar dispositivos de comunicação alternativa, como tablets equipados com aplicativos de Comunicação Aumentativa e alternativa (CAA), que permitam que os alunos expressem suas necessidades e pensamentos de forma mais eficaz. Esses aplicativos utilizam símbolos, imagens e textos para facilitar a comunicação, oferecendo uma alternativa vital para aqueles que têm dificuldade com a fala.

As tecnologias que oferecem suporte visual podem ajudar na resposta de alunos com TEA em seu cotidiano e em se tratando da aprendizagem. Dessa forma, programas, aplicativos, jogos e outros recursos que reforcem isso pode ser uma estratégia pedagógica benéfica e inclusiva. Quando possível, realidades virtuais podem simular situações em que se possa praticar e aperfeiçoar diversas habilidades cognitivas ou emocionais. No entanto, é necessário suporte para que se consiga desenvolver atividades que exijam tecnologias mais refinadas.

Segundo Mantoan (2003), a inclusão de tecnologias assistivas no contexto escolar é fundamental para garantir uma educação inclusiva, onde todos os alunos

tenham as mesmas oportunidades de aprendizagem. Pode-se ainda exemplificar o uso de tecnologias assistivas em diversas realidades: dispositivos que ajudam alunos com baixa visão, por exemplo, dispositivos adaptados para diversas deficiências, programas que auxiliam quem tem dificuldade na fala, escuta, dentre outros. Há muitas possibilidades de subsídio atualmente, embora o desconhecimento seja visível.

Essas ferramentas não apenas facilitam o acesso ao conteúdo educacional, mas também promovem a autonomia e a independência dos estudantes (BERSCH, 2008). Sassaki (1997) aponta outra questão importante com o uso de tecnologias assistivas: quando os estudantes percebem que podem acompanhar as atividades escolares e realizar as mesmas tarefas que seus colegas, eles se sentem mais confiantes e engajados no processo de aprendizagem. Esta inclusão efetiva contribui para um ambiente educacional mais equitativo e acolhedor.

5.2 Funcionalidade e características do PHET

Para Paula (2017, p. 81), “Hoje, laboratórios virtuais constituem recursos mediacionais capazes de aumentar o protagonismo dos estudantes nas atividades de ensino e aprendizagem das ciências”. Assim, enfatizamos nesta seção o uso do laboratório virtual *PhET* como propulsor de aulas mais inclusivas. Nesse sentido, o uso do laboratório virtual *PhET Simulation* faz-se meio de inserção ao universo experimental enquanto TA.

O PhET – *Interactive Simulations* é um projeto norte-americano estruturado na Universidade do Colorado onde simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5 que podem ser executadas de forma on-line e ser baixado no computador, que pesquisa e desenvolve simulações nesta área, abrangendo objetos de estudo da Física, Biologia, Matemática e Ciências da Terra (VASCONCELOS, 2015).

Criado em 2002 por Carl Wieman, prêmio Nobel, o PHET proporciona a utilização de diversas simulações nas áreas de matemática e ciências de forma interativa, gratuita e animada, todas baseadas em estudos e pesquisas de acordo com os conceitos, tendo, ainda, como método comprobatório entrevistas com os alunos e o desempenho em sala de aula. Podendo ser acessado on-line ou como download para o computador e trabalho off-line, oferta simuladores para o ensino básico e superior auxiliando alunos e professores. Ainda nesta vertente, o PHET incentiva a investigação, mostra em fatos os conceitos, facilitando a compreensão deles, trabalha modelos mentais, associa os conceitos com o cotidiano das pessoas e permite aos alunos aprenderem explorando (SOBRINHO; OLIVEIRA, 2023, p. 4).

O PhET Colorado oferece gratuitamente simulações de fenômenos físicos de forma divertida, interativa e baseada em pesquisa. Através dele, os alunos podem fazer conexões entre os fenômenos da vida real e a ciência básica, aprofundando a sua compreensão e apreciação do mundo físico (GOMES, 2017). Segundo Prima (2018) os alunos que aprendem o sistema solar com simulação PhET, por exemplo, apresentam melhora na compreensão e motivação do que sem a simulação como meio de ensino, mostrando uma correlação moderada entre compreensão conceitual e motivação com o uso das simulações PhET.

As simulações do PhET fornecem aos usuários a interatividade com o recurso e as condições para compreensão de causa e efeito quando realizam determinado mecanismo proposto na simulação. Neste sentido, pode-se afirmar que estes envolvem os alunos para a compreensão das ciências, principalmente a partir da investigação, e com conexões com o mundo real (VASCONCELOS, 2015). Além disso, há outros pontos positivos:

O software, ainda, interage com os usuários permitindo a inserção de valores, movimento dos bonecos e plataformas móveis oferecendo aos alunos e professores conclusões idênticas aos laboratórios, somado a estas colocações, o PHET tem a opção em português. Com relação aos laboratórios físicos, o PHET não tem custo para as escolas e usuários, somente exige um computador ou smartphone com os programas que façam as leituras Java, Flash ou Hypertext Markup Language (HTML5). (SOBRINHO; OLIVEIRA, 2023, p. 04).

Além de gratuito, o acesso a esse laboratório é simples: “O cadastro no PHET pode ser feito selecionando a opção “entrar”, localizada na parte superior direita da página, e preenchendo os dados solicitados”, conforme Sobrinho e Oliveira (2023, p. 04). O PHET e outras possibilidades podem encontrar na educação básica um meio profícuo para se popularizar, considerando a carência de ferramentas acessíveis nesse âmbito.

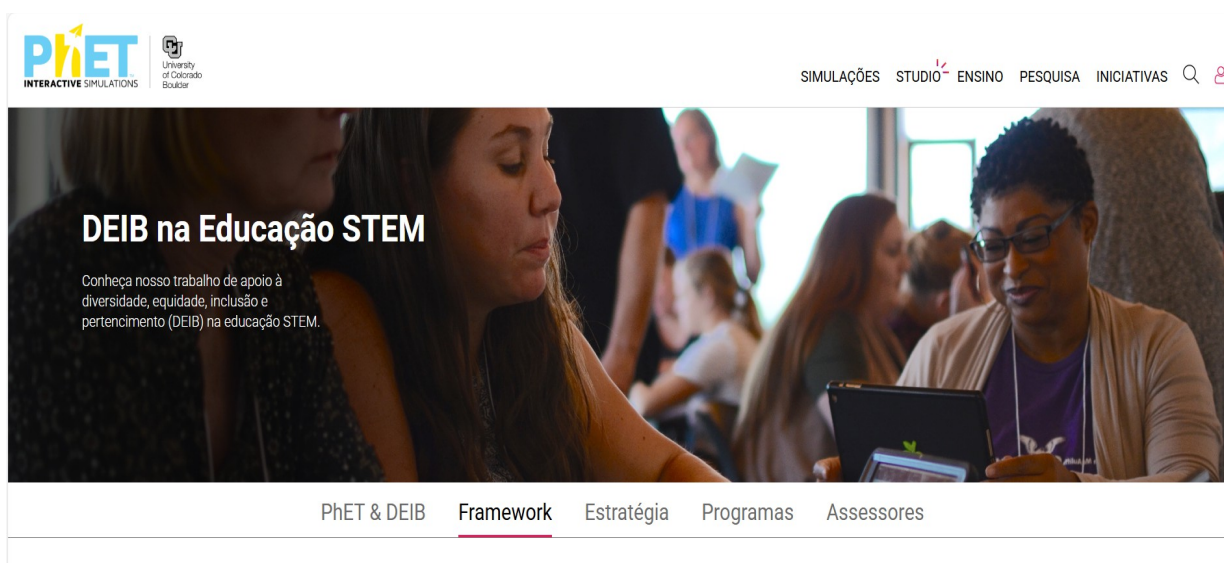
Na educação básica, apesar de poucas aplicações evidenciadas, percebe-se um nível de ensino em potencial para o recebimento de tecnologias educacionais como os laboratórios aqui explorados. As pesquisas nesse campo educacional evidenciam um ambiente carente de novas práticas pedagógicas, alunos com desinteresse escolar e escolas com baixa infraestrutura – no entanto, com perspectivas futuras para um melhor aprendizado (SANTOS *et al*, 2017, p. 156).

Os desafios para a implementação de tecnologias educacionais no ensino básico, como o desinteresse escolar, a falta de infraestrutura adequada e a ausência de práticas pedagógicas inovadoras, comprometem o potencial de iniciativas como os laboratórios educacionais, que têm a capacidade de transformar a experiência de aprendizagem ao oferecer metodologias interativas e mais atrativas para os estudantes. No entanto, as perspectivas futuras apontam para um cenário promissor, especialmente essas tecnologias foram integradas de forma estratégica e inclusiva, considerando as especificidades e necessidades dos alunos.

No contexto do ensino de Ciências para alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), os desafios são ainda mais evidentes. Esses alunos exigem abordagens pedagógicas diferenciadas que utilizem recursos visuais e interativos, capazes de atender às suas especificidades. O interesse escolar frequentemente apresentado pode ser mitigado com o uso de laboratórios virtuais, como o *PhET Simulations*, que oferece ambientes seguros e adaptáveis para experimentação. No entanto, a falta de infraestrutura básica e a ausência de formação docente sobre inclusão e tecnologias educacionais podem dificultar o acesso e a eficácia dessas ferramentas.

Nesse contexto, destacamos a facilidade no acesso ao PhET Simulations, o qual se apresenta de forma descomplicada, facilitando o uso para professores e estudantes. De forma on-line, basta digitar o link da página no buscador ([DEIB na Educação STEM - Framework](#)). A página principal abrirá, apresentando o seguinte layout:

Figura 5: Página inicial do site PhET.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

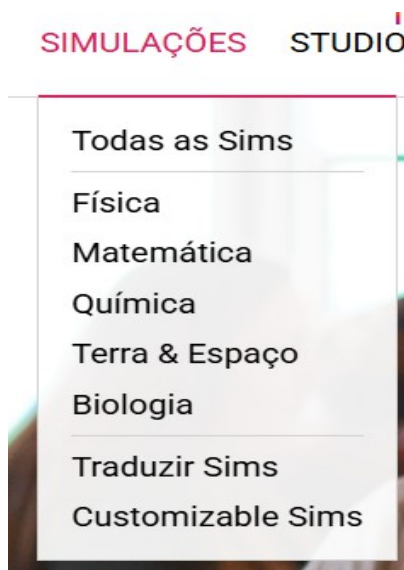
A página não apresenta complexidade e é direta ao abordar a função a que se destina, bem como oferecendo algumas guias com os serviços possíveis de serem acessados. É possível criar uma conta e ter seu próprio espaço dentro do site, mas isso não impede que o usuário que não queira criar acesse-o. Ao final da página, o site indica a possibilidade de baixar o app para dispositivos, disponibilizando um botão para que se faça o download onde se pretenda.

Há a indicação do objetivo da plataforma em se tratando de educação:

PhET acredita que todos os estudantes devem ter acesso a uma educação matemática e científica de alta qualidade. Nosso objetivo é conseguir isso aumentando nosso compromisso com a diversidade, equidade, inclusão e pertencimento (DEIB) como organização (PhET, 2025).

Em uma das guias na barra superior, no lado direito da tela, há a possibilidade de ter acesso às simulações, conforme a área escolhida:

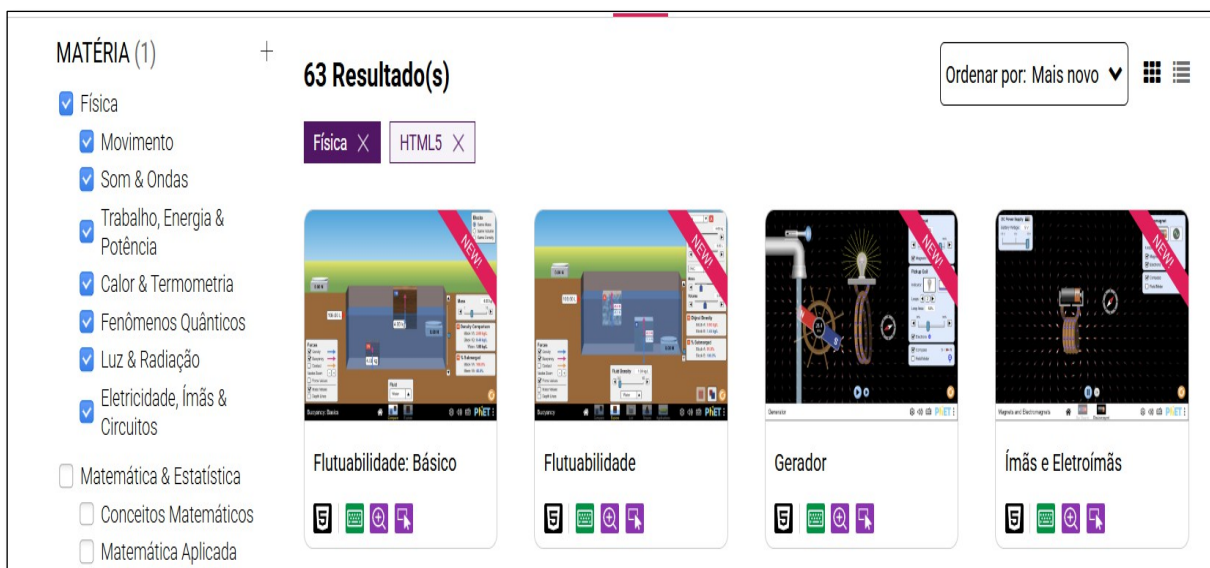
Figura 6: Opções de simulações.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

Clicando no botão para acessar as simulações de física, por exemplo, serão disponibilizadas várias simulações sobre diversos fenômenos e, ao lado, há a possibilidade de adequar a atividade conforme a necessidade apresentada:

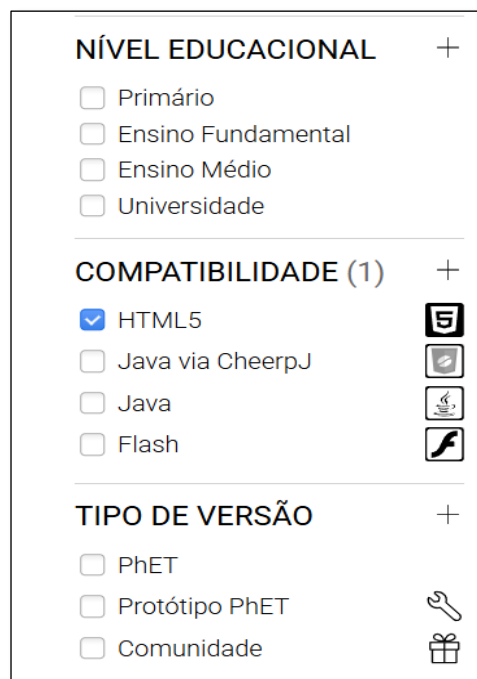
Figura 7: Simulações disponíveis por área.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

Na imagem, no lado esquerdo da tela, no acesso em computador, há a área de conhecimento escolhida e os conteúdos a serem explorados e especificados; em física, geram-se simulações de conteúdos ligados ao Movimento, Som e ondas, Calor, Eletricidade, dentre outras possibilidades elencadas. Abaixo dessa opção, a tela dispõe de botões de flexibilização por nível educacional, compatibilidade e tipo de versão:

Figura 8: Recursos de flexibilização das simulações.

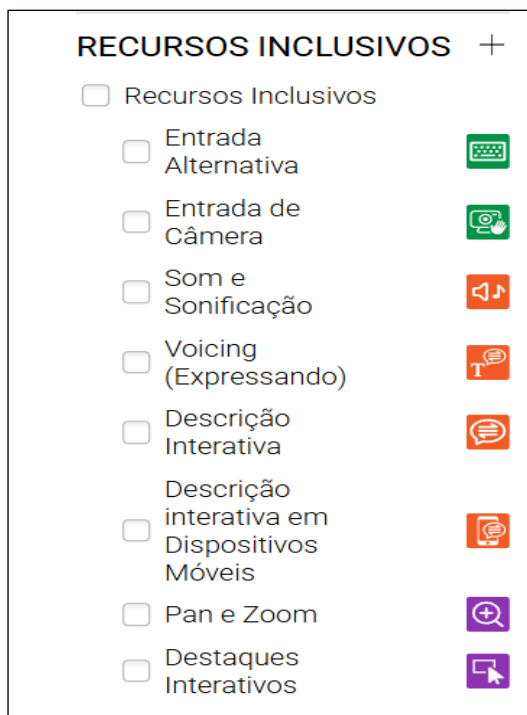


Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

Como demonstrado, a plataforma pode ser explorada por estudantes de toda a

educação básica e universitários; quanto à compatibilidade, há a opção de escolher a linguagem e o tipo de versão da simulação pelo qual se deseja navegar. Ainda, apresenta-se a possibilidade de adequar a plataforma às particularidades das pessoas com deficiência, abrangendo recursos que subsidiam a navegação nas simulações:

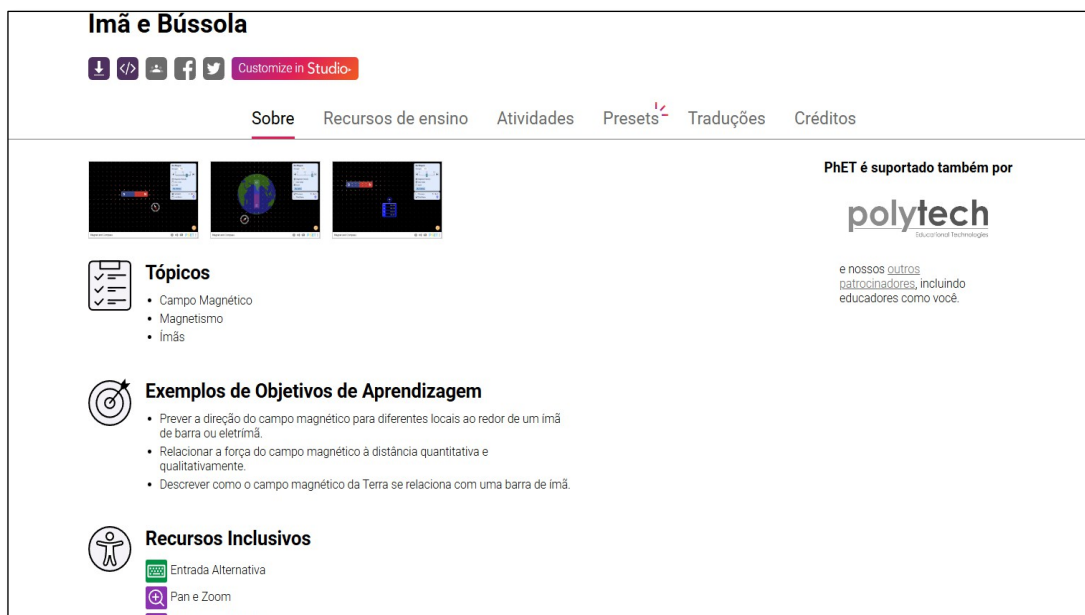
Quadro 12: Recursos inclusivos disponíveis ao usuário.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

Para dar início à simulação, basta escolher os comandos necessários e na simulação que se quer. Rapidamente, o usuário será encaminhado para o espaço em que abre especificamente a opção escolhida e são informados os tópicos explorados pela simulação, os objetivos de aprendizagem pretendidos, os recursos inclusivos possíveis de serem usados e os requisitos necessários para que o site funcione na máquina em que o usuário está. Abrindo, por exemplo, a simulação sobre ímã e bússola, o usuário verá:

Quadro 13: Simulação e esclarecimentos.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

É evidente que, para explorar uma simulação, a presença do professor orientando é de suma importância. Na verdade, é necessário que o professor aguace a curiosidade dos estudantes, forneça conceitos imprescindíveis para o entendimento da experiência escolhida, independente da área de conhecimento explorada.

Na realização da atividade, a exemplo da simulação sobre densidade, o usuário tem acesso a uma tela que apresenta as seguintes opções:

Quadro 14: Opções de simulações.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025).

Isso representa que o usuário pode ter acesso a simulações que primeiramente direcionam sua atenção para compreender conceitos introdutórios do tema escolhido;

a opção “Comparar” fornece uma outra simulação em que o fenômeno seja observado a partir de realidades distintas; o botão “Mistério” é um atividade em que as variáveis não são informadas na tela e o usuário deverá inferir o que ocorre a partir da observação do fenômeno apresentado na tela.

5.3 A escolha do *PHET Simulations*

Durante a pandemia, houve a necessidade de reinventar e adequar métodos e estratégias a fim de mitigar as dificuldades que o próprio contexto impôs, o que transformou o ensino, sendo um marco para a pasta. As tecnologias, pouco exploradas por uma grande parte de docentes, promoveu a inserção de ferramentas gratuitas, sendo essenciais para o aprendizado de muitos.

Salas de aula virtuais, plataformas de conferência on-line, usadas e disseminadas predominantemente em ambientes corporativos, foram massificados e ganharam popularidade e usabilidade na execução de aulas remotas síncronas, quando o contexto socioeconômico favorecia. Quando não, outras medidas foram tomadas a fim de compartilhar material digital ou impresso para que chegasse às mãos dos alunos. Certa e comprovadamente, houve muitos obstáculos sociais, estruturais enfrentados por professores e estudantes.

No entanto, é possível pensar esse período pelo lado positivo, em que ferrametnas puderam contribuir para facilitar e proporcionar a comunicação e o ensino, além da necessidade de protagonismo de todos os sujeitos participantes da relação família-escola. Então, foi oportuna a descoberta o PhET usado na época para conseguir produzir aulas interativas, acessíveis aos estudantes que participavam das aulas de forma síncrona ou assíncrona, considerando que as simulações podem ser acessadas também de forma off-line, fator que aumenta as chances de quebrar barreiras em relação ao uso de tecnologia no ensino, sobretudo na rede pública.

Se na realidade presencial, muitas escolas nem mesmo dispõem de um laboratório físico que contribua com a área de Ciências da Natureza, na pandemia então era quase impensável realizar experimentos com os segmentos tidos como não essenciais fechados. Nisso também o PhET contribuiu sobremaneira, considerando a impossibilidade de realizar experimentos nas aulas. Esse cenário certamente contribuiu para que a pesquisadora utilizasse o simulador nas aulas, após pesquisar na internet sobre como proporcionar tais aulas às suas turmas.

Pode-se pensar que muitos professores se encontraram na mesma situação e tiveram contato com as TA como resposta às suas inquietações. Assim, surge o PhET, o qual oferece simulações que abordam conceitos científicos de forma gratuita, acessíveis de forma on-line e off-line, sendo um recurso dinâmico, atrativo, flexível ao nível de aprendizagem do estudante, o que o torna uma excelente ferramenta pedagógica não só para o tempo de pandemia, mas para a realidade pós-pandêmica.

Com os laboratórios virtuais, o estudante pode ter acesso a conteúdos direcionados a fenômenos numa realidade compreensível, que acompanha o seu ritmo de aprendizagem, podendo ser acessado num tablet, celular, computador, permitindo a interação do estudante com o objeto pretendido, sendo um fortalecedor de aprendizagem. Ademais, a plataforma dispõe de recursos que garantem a acessibilidade quanto à navegação.

Figura 9: Design inclusivo do PhET Simulations.



Fonte: PhET Simulations (2025).

Ao disponibilizar esses recursos, é possível criar experiências de aprendizagem inclusivas mais agradáveis em grande escala de forma a possibilitar que os alunos explorem através da visão, audição, toque, surgindo novas oportunidades para experiências de aprendizagem ricas e adaptáveis. Através do laboratório virtual, viabiliza-se uma inovação expressiva na promoção de acessibilidade, considerando que recepciona e dá condições de que uma diversidade de estudantes acesse e manipule as simulações.

Com isso, ampliam-se as oportunidades de aprendizagem, estimulando a participação de todos ativamente nas atividades investigativas e experimentais. Não se trata apenas de garantir que todos acessem, mas que o conteúdo seja acessível ao público que busca condições de viver plenamente e reter o conhecimento pretendido em cada aula.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados na pesquisa encontram-se dispostos neste capítulo. A partir das contribuições de professores de Ciências da EEMTI Monsenhor Antonino, é possível analisar a inclusão nas Ciências de forma real, considerando o contexto da instituição que acolheu esta pesquisa. Destarte, reflete-se sobre a relação da teoria e da prática com que a escola lida rotineiramente.

A fim de compreender as práticas pedagógicas inclusivas adotadas, identificar desafios e oportunidades e contribuir para o aprimoramento do ensino de Ciências da Natureza para alunos com TEA na instituição, os professores, enquanto participantes da pesquisa, fornecem informações essenciais a este estudo à medida que compartilham dados detalhados sobre as reações e comportamentos durante as atividades de aprendizagem em ciências na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Monsenhor Antonino.

Ressalta-se que dentre os participantes estão alunos autistas e professores da área de Ciências da Natureza (CN) do Ensino Médio. Tais sujeitos foram escolhidos mediante critérios preestabelecidos; no que tange aos docentes, eles foram incluídos considerando que I) pertencem ao quadro efetivo de funcionários da Escola, II) têm formação específica na área de Ciências da Natureza, III) atuam diretamente nas turmas em que estão matriculados os estudantes autistas com laudo, IV) ministram aulas do conteúdo curricular de CN, V) são de ambos os sexos e VI) têm disponibilidade para participação de atividades relacionadas à pesquisa.

Quanto aos estudantes, é importante lembrar que, no ano letivo de 2024, a EEMTI Monsenhor Antonino apresenta um total de 733 alunos, sendo 53 da Educação Especial; destes, 11 são autistas. A partir desse cenário, almejamos estudar e refletir sobre os muitos aspectos que envolvem o ensino das CN a partir de abordagem inclusiva fundamentada em Tecnologia Assistiva, oportunizando especificamente a vivência do uso do PhET em sala.

A coleta e análise de dados são essenciais para que se construa o Produto Educacional em forma de e-book informativo almejado, assim como um momento formativo direcionado para os docentes da área na Escola, objetivando relembrar e explorar as potencialidades de estudantes com TEA e o uso do PhET em sala de aula. A proposta foi desenvolvida e aplicada pela mestranda. Com atividades práticas e recursos assistivos do laboratório virtual *PhET Simulations*, espera-se contribuir de

forma relevante para com o ensino de Ciências da Natureza no tocante aos estudantes com TEA.

6.1 Experiência docente na EEMTI Monsenhor Antonino

Diversos olhares se somam à investigação ao passo que foram aplicadas entrevistas com foco em compreender como os profissionais percebem a aprendizagem, as possibilidades de desenvolvimento e engajamento dos alunos com TEA, como também outras análises que possam ser discutidas a partir das respostas coletadas.

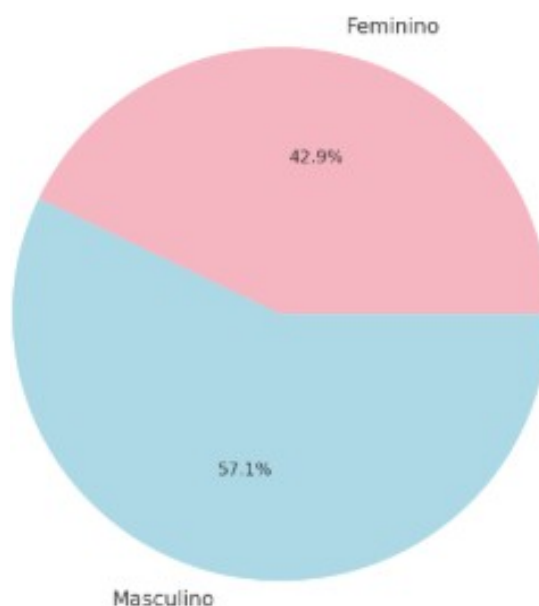
Abaixo, há a disposição dos docentes que responderam aos questionamentos feitos e algumas de suas características:

Gráfico 1: Tempo de atuação dos docentes em sala de aula.



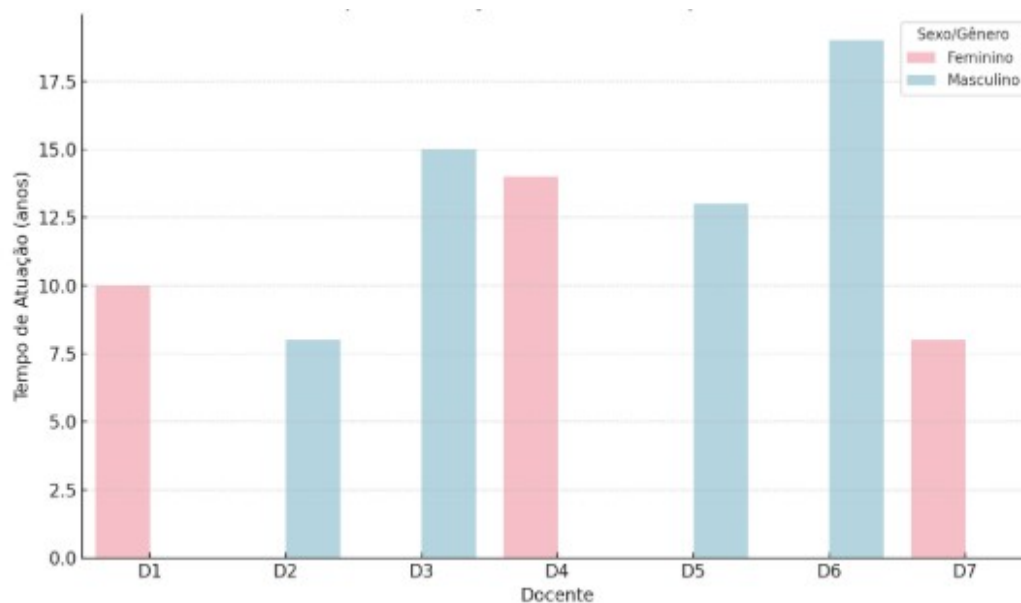
Fonte: Autora (2025).

Gráfico 2: Distribuição por sexo/ gênero dos docentes.



Fonte: Autora (2025).

Gráfico 3: Tempo de atuação dos docentes por gênero.



Fonte: Autora (2025).

Mediante o exposto, o Gráfico 2, mostra a distribuição percentual dos docentes por sexo/gênero, enquanto o gráfico 3 mostra o tempo de atuação de cada docente, com as colunas coloridas de acordo com sexo/gênero.

As entrevistas semiestruturadas com os professores de Ciências da Natureza refletem sua compreensão em relação ao uso da plataforma com estudantes com TEA, é perceptível que suas experiências ao longo dos anos em sala transparecem a

educação que se cultiva nas escolas por onde passaram, assim como os desafios vivenciados. De acordo com Lima (2016, p. 26), “entrevista é uma conversa que pode ser mais ou menos sistemática, cujo objetivo é obter, recuperar e registrar as experiências de vida guardadas na memória das pessoas”

Assim, as respostas ainda contribuem para o debate acerca de ferramentas que propiciam a aprendizagem de forma inclusiva via tecnologia assistiva nas aulas práticas de ciências, fornecendo ensejo para discutir a capacidade de personalização e interatividade, permitindo adaptar o ensino às necessidades específicas dos estudantes. “É importante lembrar que a fala do entrevistado representa uma autodescrição e uma apresentação de si mesmo” (LIMA, 2016, p. 27).

Seguindo a organização da entrevista aplicada, o primeiro bloco solicitava as informações expostas no quadro anterior para fins de identificação dos professores – os quais terão seus nomes preservados e não expostos na pesquisa. Os professores participantes da pesquisa são homens e mulheres experientes, conforme suas respostas.

O segundo bloco, intitulado de “Background dos professores”, continha as seguintes perguntas:

I. Há quanto tempo você leciona Ciências da Natureza?

Para a primeira pergunta, os professores apresentaram um considerável tempo de atuação em sala de aula, compreendendo de 08 a 19 anos, conforme o quadro anterior. Isso implica que já enfrentaram muitas realidades e desafios nas instituições nas quais trabalharam, seja no setor privado ou em instituições públicas de ensino da rede municipal e estadual, desde a gestão da sala, execução de metodologias e estratégias adequadas aos públicos atendidos, recursos pedagógicos, adequação ao currículo e ao componente o qual ministra, dentre outras infinitas possibilidades.

Também implica que as mudanças havidas ao longo, sobretudo, das primeiras décadas deste século foram sentidas pelos professores, em sua formação, no público com quem trabalham. Para Moraes (2022, p. 10), “Com a chegada de um novo século e o advento da tecnologia, as diversas áreas sociais e culturais ganharam uma nova direção”. Dessa forma, conforme as perguntas aplicadas, analisaremos a visão dos professores a partir de seus relatos, comentários, afirmações, tendo um vislumbre do que pensam a respeito da temática ora investigada.

II. Qual é a sua experiência anterior em lidar com estudantes com TEA?

Eis as respostas abaixo:

D1: “Uma ótima experiência, pois torna a aula mais atrativa”.

D2: “Pouca”.

D3: “Sempre foi uma alternativa mais viável diante das condições dos laboratórios de ciências e também da dinâmica de algumas práticas em LEC, desde 2010 em aulas de anatomia utilizo softwares diversos, assim era possível ter uma aula mais lúdica, possibilitando até experiência que a escola não comportaria e também os novos tempos ajudaram a extinguir práticas “não muito éticas” ao meu ver, como dissecação de animais”.

D4: “Minha experiência foi com alunos que frequentavam assiduamente a sala de aula regular, mas que tinha pouco interesse nas aulas, não conseguia concentração, saía constantemente da aula”.

D5: “Não tenho muita experiência, mas tento me adaptar às situações e desafios encontrados nas turmas”.

D6: “Hoje em dia temos muitos casos, confesso que não tenho habilidades para trabalhar com esse grupo específico de TEA. O que fazemos em sala e tentar integrar(incluir) esses estudantes na medida do possível”.

D7: “Um desafio, pois precisei de bastante engajamento para promover uma inclusão de qualidade, buscando auxiliar na organização de uma rotina diária”.

Dentre as respostas dadas, as engajadas à pergunta descrevem quão desafiadora parece a realidade das salas com estudantes com TEA: professores que não dominam a temática/ metodologias adequadas/ não têm formação direcionada ao grupo; professores que tentam incluir; professores que percebem a dificuldade dos estudantes se apropriarem da sala, do convívio e afins devido às suas limitações.

De fato, incluir alunos com TEA deve ser uma prática incessante dos docentes ao longo da educação básica, é evidente que há dificuldades na adaptação da escola/ professor/ aparato educacional em relação a esse grupo. Embora a legislação educacional venha evoluindo e garantindo a inclusão, na prática, isso é complexo e está relacionado à formação docente, suporte adequado, dentre outros aspectos.

As dificuldades pedagógicas relacionam-se à adaptação do currículo, planejamento de aulas mais inclusivas. Silva e Pereira (2020) afirmam que a falta de conhecimento compromete o gerenciamento do trabalho docente, além da escassez de vários recursos que facilitariam a prática em sala de aula. Conforme já mencionado,

a legislação brasileira, como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015) e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), garante o direito à educação inclusiva, porém tornar essas medidas efetivas não é uma realidade fácil no cotidiano escolar, considerando as dificuldades encontradas, sobretudo, pelos professores.

A exemplo, cita-se a necessidade de formação eficiente e direcionada, porquanto muitos profissionais mostram-se inseguros ou com pouco conhecimento para atuar (MENDES, 2006). Ainda, os recursos inclusivos das escolas que possuem são pouco ou nada explorados pelo corpo docente, sobrando apenas para os profissionais como psicopedagogos, intérpretes usá-los diretamente. Soma-se a isso o número elevado de alunos por turma e o tempo restrito para o planejamento de atividades adaptadas, fatores que dificultam a personalização do ensino.

III. Você já utilizou tecnologias educacionais, como simulações, em suas aulas anteriores?

A terceira pergunta do bloco refere-se ao uso de tecnologias educacionais em sala, ao que se teve como respostas:

D1: “ sim”.

D2: “ sim”.

D3: “ sim”.

D4: “ Sim. Com mais ênfase ainda na pandemia”.

D5: “ sim”.

D6: “ Sim ... Em 2011 conheci a plataforma phet.colorado.edu, em um curso na UFC, desde então tenho usado em minhas aulas de Física complementando teoria com a pratica e intensifiquei o uso em aulas remotas meet durante a pandemia COVID 19”.

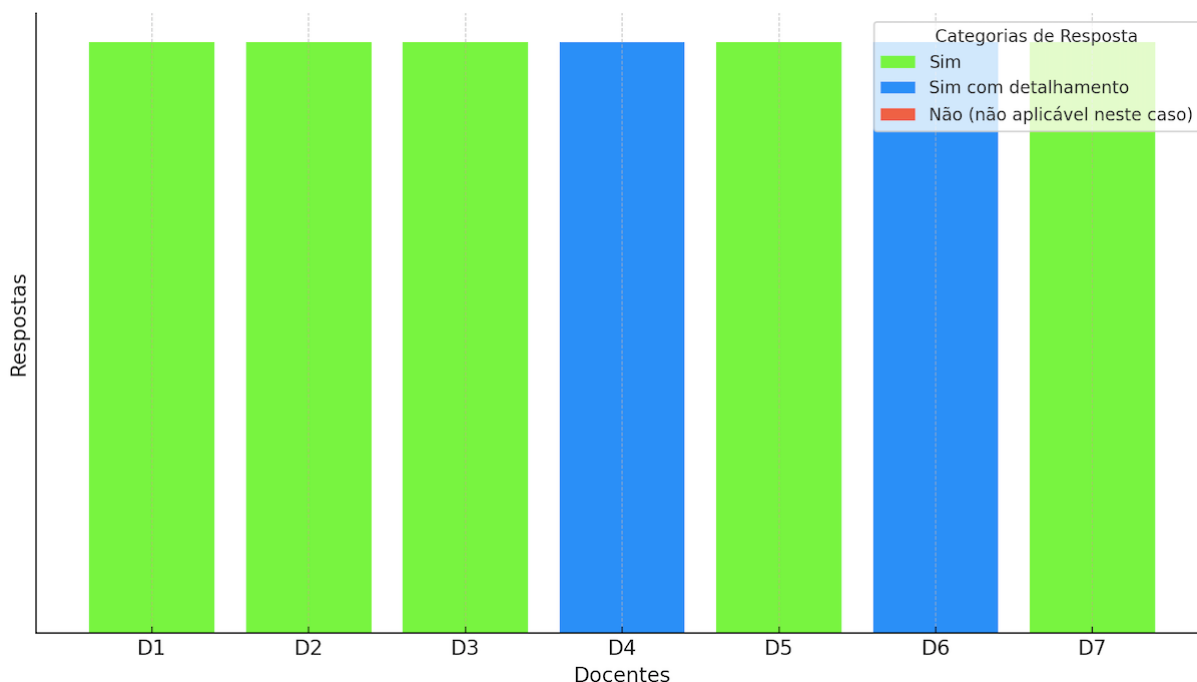
D7: “Sim”.

Considerando a objetividade das respostas, os professores em algum momento já usaram recursos tecnológicos em suas aulas, o que, teoricamente, pode ser um ponto positivo, aludindo ao fato de contextualização das aulas, da teoria à realidade dos estudantes, os quais vivem rodeados de tecnologias de toda sorte no dia a dia.

Duas respostas se distinguem por fornecerem mais informações: uso durante a pandemia e uso de uma plataforma direcionada às aulas de física.

As respostas dadas à pergunta, foram organizadas em gráfico, resultando:

Gráfico 4: Uso e tecnologias educacionais pelos docentes.



Fonte: autora (2025).

Conforme o gráfico, representa as respostas de sete docentes à pergunta sobre o uso de tecnologias educacionais em suas práticas pedagógicas. As colunas estão organizadas por cores: o Verde representa respostas afirmativas ("Sim"), o Azul, respostas afirmativas com detalhes (ex.: uso durante a pandemia ou com plataformas específicas), o Vermelho, respostas negativas (não apareceram neste caso).

O período pandêmico, o contexto das aulas, remotas foram um marco nesse tocante; os professores aprenderam de forma abrupta a manejar muitas ferramentas tecnológicas a fim de alcançar seus alunos em período de isolamento social. Conquanto muitas discussões pertinentes sobre a desigualdade no acesso à tecnologia, a partir de então, muitos professores reconheceram o valor das ferramentas tecnológicas em sua prática.

Salas de aula virtuais, plataformas, jogos, atividades lúdicas, lousas digitais, enfim, muitos recursos foram relevantes nesse período. No entanto, ficou evidente o abismo e a falta de formação docente também nesse aspecto. O “susto” tomado

poderia ter sido amenizado, se houvesse em anos anteriores formações significativas que fortalecessem o contato entre as possibilidades de uma realidade que, não raro, fica alheia ao chão da sala de aula.

Atualmente, vivemos o que chamamos de cibercultura e decididamente, o educador do século XXI precisa compreender que a tecnologia adentrou os espaços educativos e modificou o perfil dos educandos. Com isso, torna-se de suma importância buscar aliar a tecnologia com os processos pedagógicos e construir assim uma base sólida para a edificação dos novos saberes (MORAIS, 2022, p. 12).

Ignorar a tecnologia é uma péssima ideia, porque ela está patente na sociedade há muito e é um recurso proveitoso com potencial transformador na realidade das escolas, enquanto suporte, e dos professores e estudantes, como parte do ensino e da aprendizagem.

Vivemos a era da tecnologia e da informação e, portanto, o professor precisa manter suas práticas atualizadas. Com tanta facilidade para acessar os saberes do mundo, os alunos vêm apresentando um perfil curioso: os mesmos precisam ser estimulados de forma inovadora para que obtenham interesse nos conteúdos programados (MORAIS, 2022, p. 11).

Assim, o professor do século XXI deve buscar desenvolver suas competências inerentes a essa área a fim de acompanhar a realidade dos discentes, podendo contar com muitos recursos que podem facilitar a aprendizagem, tornar atrativa a aula e potencializar a compreensão de muitos fenômenos ensinados, a exemplo das CN.

O terceiro bloco voltou-se para a percepção dos professores de CN sobre o uso do *PhET Simulations* e contempla os seguintes questionamentos:

IV. Você está familiarizado(a) com as *PhET Simulations*?

À pergunta IV, sobre o conhecimento do simulador virtual *PhET simulations*, respondeu-se que:

D1: “não”.

D2: “pouco”.

D3: “O *PhET* é uma novidade para mim, enquanto uso em sala de aula”.

D4: “Sim, mas reconheço que muito ainda há para se atualizar e aprimorar”.

D5: “Não estou muito familiarizado, mas conheço um pouco”.

D6: “Conforme mencionado anteriormente, faz um bom tempo que faço uso, inclusive usei para complementar a minha pesquisa do mestrado (MNPEF) usando o PHET e VASCAK para simular força gravitacional e as leis de Kepler através de uma prática simulada. Então considero-me familiarizado, mas recomendo um estudo do assunto a ser abordado e o professor fazer uma prática (orientação do desenvolvimento da prática)”.

D7: “Um pouco”.

Conforme as respostas, percebe-se certo desconhecimento quanto ao uso do laboratório virtual citado. Em geral, essa realidade pode ser explicada por muitos fatores, dentre os quais a carência de formação específica para a apropriação de recursos pedagógicos tecnológicos e de infraestrutura educacional voltada para o ensino.

Kenski (2015) aponta que “a formação docente deve incluir o domínio e o uso crítico das tecnologias, pois estas são ferramentas essenciais para o ensino em um mundo cada vez mais digital”, todavia essa visão não se concretiza. Além da precariedade estrutural, nas políticas públicas, muitas vezes há resistência em transformar a prática docente, resultando num engessamento e na repetição das mesmas metodologias e recursos já dominados e aplicados em anos letivos anteriores.

Dentre os professores, três mostraram-se minimamente conhecedores do laboratório virtual, mas não implica necessariamente a incorporação deste às aulas realizadas em sala. Dos três, um apenas faz uso nas aulas de ciências, sendo o uso ligado ao estudo de fenômenos estudados em física.

V. Como você vê o potencial das *PhET Simulations* em auxiliar o aprendizado de estudantes com TEA nas aulas de Ciências da Natureza?

Com a quinta pergunta, quanto ao potencial do *PhET Simulations* no auxílio da aprendizagem de estudantes com TEA nas aulas de CN, os professores responderam:

D1: “É muito importante, pois ajuda no entendimento, visto que os conteúdos são abstratos”.

D2: “Facilitador”.

D3: “A plataforma está repleta de diversas simulações de experiências práticas, acho o interessante o uso para ilustrar e aprofundar os conceitos trabalhados em sala,

outra aplicação que vejo é como uma preparação para a Prática Laboratorial, sempre que possível eu usaria o PhET antes da prática em laboratório!”

D4: “Vejo o potencial das PhET Simulations como uma ferramenta extremamente eficaz para auxiliar o aprendizado de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) nas aulas de Ciências da Natureza. As simulações interativas e visuais oferecidas pela plataforma permitem que esses alunos experimentem conceitos abstratos de forma prática e tangível, o que pode ser particularmente útil para aqueles que têm dificuldades com a abstração ou com a comunicação verbal”.

D5: “Ajudam a desenvolver a curiosidade e desperta a atenção”.

D6: “A plataforma tem grande potencial para o ensino de ciências (Física, Química e Biologia), também matemática, que pode ser explorado destes conceitos elementares das disciplinas citadas acima até mais complexo, ou seja, pode ser adaptado ao nível do estudante, recomendo que o professor elabore uma prática simulada após uma breve explanação teórica associada a uma teoria de Aprendizagem”.

D7: “As simulações ajudam a desenvolver habilidades como observação, análise de causa e efeito e resolução de problemas, permitindo que os estudantes se envolvam de forma mais prática e prazerosa”.

Embora essa pergunta esteja de certa forma ligada à anterior em que se mostrou pouca apropriação do laboratório virtual, a sequência de respostas dadas a esta pergunta mostra que os professores têm consciência de que é relevante a apropriação de recursos como os laboratórios virtuais em sua prática.

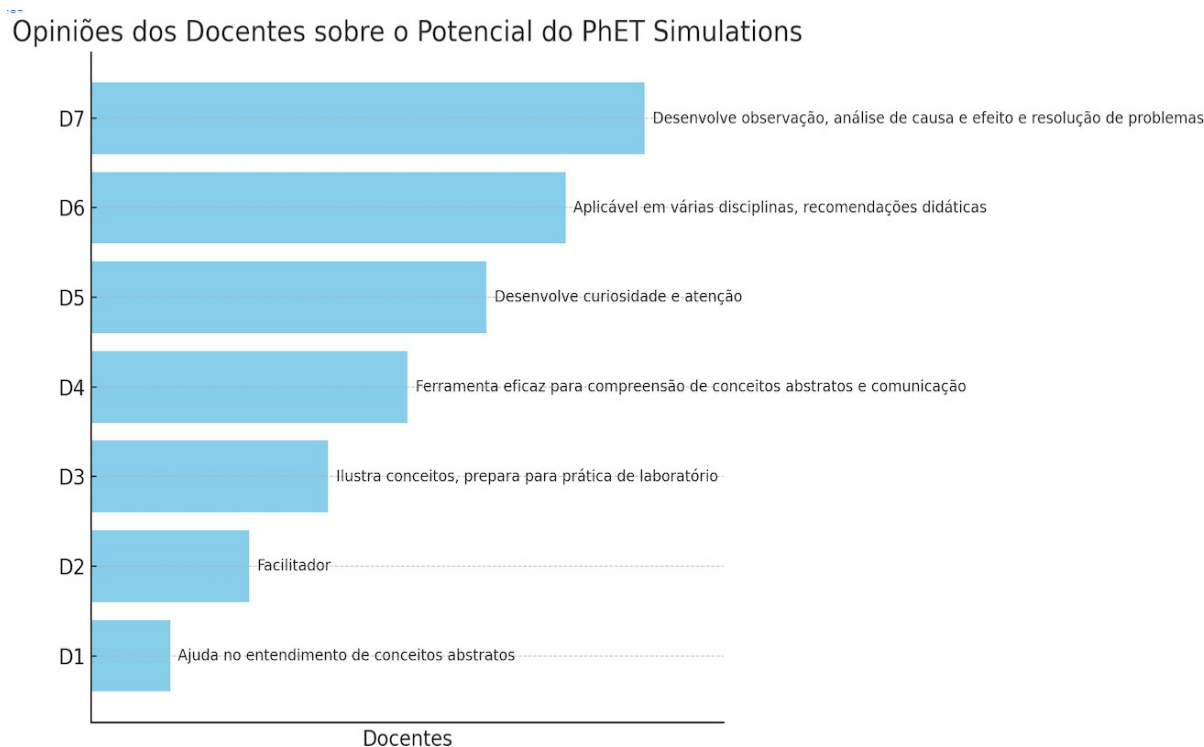
Para tanto, eles refletem essa relevância a partir de alguns prismas: facilita o entendimento dos estudantes, principalmente quando os conteúdos são mais abstratos, mostra-se interessante porque ilustra experiências, simulando-as e aprofundando conceitos expostos em sala, engaja-se diretamente à prática laboratorial, são simulações interativas e de caráter inclusivo, oferecem estímulos visuais, despertam a curiosidade dos estudantes.

Ainda, para eles, a plataforma é de grande valia para a área de Ciências porque lida com conceitos basilares, é adaptável, fortalece e exercita a percepção, a análise, a capacidade de resolução de problemas, sendo uma ferramenta leve e dinâmica que se mostra uma alternativa para corroborar com a aprendizagem dos estudantes. As aulas dos componentes da área de Ciências da Natureza podem favorecer o

desenvolvimento de estudantes com TEA, já que apresenta objetos de estudos práticos, visuais e concretos, potencializando o interesse de crianças e adolescentes pelo estudo dos fenômenos a nossa volta. Observando esse interesse e estimulando a inclusão, é possível que o professor contribua com a aprendizagem de forma ainda mais direta.

Abaixo, organizamos as respostas em gráfico.

Gráfico 5: O potencial do simulador na ótica dos docentes entrevistados.



Fonte: autora (2025).

Dessa forma, com experimentos e simulações, é possível facilitar a visualização de conceitos e fenômenos por parte, sobretudo, dos estudantes com TEA, fortalecendo sua compreensão sobre o mundo (MENDONÇA; SOUSA, 2020). Para tanto, é necessário que os professores adotem estratégias pedagógicas que explorem esses interesses e os vínculos construídos (SANTOS; BAPTISTA, 2018).

VI. Quais são, na sua opinião, os pontos fortes e desafios específicos do uso dessas simulações com estudantes TEA?

Sobre a pergunta seis, a respeito de “Quais são, na sua opinião, os pontos fortes e desafios específicos do uso dessas simulações com estudantes TEA?”, foram dadas as seguintes respostas:

D1: “Aulas dinâmicas, motivacional e os desafios é internet lenta, saber o usar

o recurso didático”.

D2: “Material didático adequado”.

D3: “Eu vejo como uma alternativa muito valiosa para trabalhar a representação dos conceitos trabalhados em sala, e em qualquer contexto o professor precisa se munir do máximo de possibilidades possíveis para incluir todos os alunos no processo de ensino aprendizagem. Então eu vejo como MAIS uma ferramenta para enriquecer a dinâmica de sala!”.

D4: “ Como pontos fortes PhET Simulations permitem que o aluno explore os conteúdos no seu próprio ritmo, o que pode ser essencial para estudantes com TEA, que muitas vezes se beneficiam de uma abordagem mais individualizada e menos pressionada. O uso de recursos visuais e a possibilidade de manipulação direta de variáveis pode facilitar a compreensão de conceitos complexos, estimulando o engajamento e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Como Desafios: Sobrecarga sensorial: Algumas simulações podem ser visualmente complexas ou conter muitos estímulos simultâneos; A falta de orientação explícita ou de objetivos bem definidos pode gerar frustração ou distração, dificultando o aprendizado; A falta de feedback verbal claro pode dificultar a interpretação dos resultados da simulação”.

D5: “ O ponto forte é a possibilidade de uma maior interação. O desafio é a disponibilidade de equipamentos para uso dos alunos”.

D6: “ O ponto positivo sem dúvida é permitindo uma aproximação da teoria com a prática mesmo de forma simulada onde os estudantes pode manipular a plataforma de forma segura sem correr riscos de acidentes no caso de um experimento real por exemplo e superar barreiras de aprendizagem e entendimento do mundo Físico; buscando sempre associar a prática com suas vivências e observações do cotidiano. Ainda sobre os pontos fortes é possível observar o potencial de interação e engajamento na plataforma de forma que ao final se observe a melhoria da aprendizagem.

O primeiro desafio é o professor que deve estar capacitado tanto para trabalhar com esse grupo de estudantes (TEA), quanto conhecer e manipular a plataforma, para depois elaborar a prática simulada conforme já mencionado”.

D7: “Ter uma internet de qualidade, conquistar a confiança do educando, mostrar a importância e contribuição para o desenvolvimento do educando”.

Os professores são plenamente capazes de apontar possíveis contribuições positivas de explorar simuladores e plataformas com estudantes com TEA. Para eles, isso dinamiza as aulas, motivando-os a participar e aprender, sendo uma forma de enriquecer o processo de aprendizagem a partir de uma abordagem nova. Também apontou-se que um ponto positivo seria o fato de adequar ao nível do estudante, além da possibilidade dos recursos e a possibilidade de manipular seguramente as variáveis pretendidas.

Citou-se ainda a interatividade e a explícita ligação da teoria e da prática vivenciada através do simulador. Lapa (2008) disserta sobre ferramentas que estão ligadas à interação com os objetos estudados:

Além disso, o aprendizado aumenta quando os aprendizes podem interagir com aquilo que estão aprendendo. Sendo assim, inferimos que as novas gerações de alunos criadas em um ambiente onde a imagem é parte fundamental de seus cotidianos, sentem-se muito mais confortáveis quando algum tipo de estímulo visual é utilizado para a transmissão de qualquer tipo de informação. Neste sentido, as simulações computacionais configuram-se como instrumento interessante para facilitar o processo de aprendizagem. Só para citar alguns dos benefícios das animações no computador observados destacamos:

- a) Permitem a visualização gráfica de elementos sutis do modelo teórico.
- b) Possibilitam a participação ativa dos alunos: sistemas interativos exigem respostas e tomadas de decisões, fazendo com que o aluno construa seu próprio conhecimento.
- c) Contribuem na interpretação de modelos físicos: ao utilizar laboratórios virtuais e testar hipóteses, obtendo previsões sobre esses sistemas, o aluno é capaz de refletir sobre diferentes modelos teóricos (LAPA, 2008, p. 615).

O autor ainda tece a relação entre a interação dos estudantes com ferramentas que apresentam estímulos visuais, considerando que estes facilitam a aprendizagem. A partir dos laboratórios, testam-se hipóteses, estuda-se modelos teóricos científicos de forma interativa a partir de uma forma ímpar de visualização gráfica a que se expõe conforme o simulador escolhido.

A percepção dos professores alinha-se ao que muitos teóricos destacam em relação à potencialidade dos simuladores:

As simulações computacionais, como o laboratório virtual, configuram-se como um instrumento interessante para facilitar o processo de ensino-aprendizagem. O PhET (Physics Education Technology) é um objeto virtual de aprendizagem que oferece simulações interativas e que pode ser utilizado para fazer conexões entre fenômenos reais, ciência e o conhecimento científico em geral. Permitindo que o aluno observe a aplicação dos conceitos, leis e teorias que não seria possível somente com aulas teóricas, facilitando a compreensão dos princípios das Ciências. Uma qualidade desse objeto virtual é que apresenta um alto grau de fidelidade às práticas realizadas em um laboratório real físico tradicional (PEREIRA; COSTA E SILVA, 2022, p. 03).

Os autores engrossam a visão de que o laboratório virtual e as possibilidades apresentadas aos estudantes corrobora a aprendizagem porquanto facilita o ensino e a aprendizagem. Para quem faz uso, é possível solidificar conceitos teóricos, aprofundando os conhecimentos sobre os fenômenos estudados, as leis, havendo estreita relação e proximidade com o que seria um experimento em laboratório físico.

O quarto bloco dirige-se à percepção dos professores sobre o impacto observado quanto ao uso do PhET e contém as seguintes perguntas:

VII. Se você utilizou o PhET com turmas de estudantes com TEA, você observou algum impacto na motivação, compreensão ou na interação social dos estudantes?

Abaixo, a transcrição aponta para o que assinalaram os docentes entrevistados no tocante a sétima pergunta:

D1: “ Sim”.

D2: “ Ainda não utilizei”.

D3: “ Não utilizei”.

D4: “ Sim, ao utilizar as PhET Simulations com turmas de estudantes com TEA, observei um impacto positivo na motivação e na compreensão dos conteúdos. As simulações visuais e interativas chamaram a atenção dos alunos, tornando o aprendizado mais envolvente e acessível, especialmente para aqueles que têm dificuldades com abstrações teóricas”.

D5: “ Sim. Desperta a atenção”.

D6: “ Não utilizei o (PHET) com esse grupo de estudantes do grupo (TEA), o que posso relatar é minha experiência da minha sequência didática aplicada dentro

do produto educacional com estudantes do segundo ano do ensino médio, associado a teoria da Aprendizagem de David Asubel e Moreira.

No final foi concluído que após o pré-teste e pós-teste, associado a um método de pesquisa e que houve crescimento percentual (quantitativo) e qualitativo em todos os itens avaliados para a transposição didática de forma translacional para ensinar Gravitação, Leis de Kepler e curva de luz para observação do Trânsito Planetário.

Portanto de acordo com os estudantes, a simulação ajudou a tornar o processo mais visual e dessa maneira, contribuiu para uma melhor compreensão dos fenômenos estudados, ou seja, uma melhor interação entre os estudantes e os estudantes com o conteúdo estudado”.

D7: “Houve maior motivação para assimilar o conteúdo abordado”.

Com respostas diversas, os professores que já fizeram uso do laboratório descrevem uma melhoria quanto à compreensão de conceitos mais abstratos, tornando o objeto estudado mais acessível e significativo, embora algumas respostas não se refiram especificamente a alunos com TEA.

Lapa (2008) aponta diversos benefícios a partir do uso do laboratório os quais abrangem os estudantes em geral bem como algumas particularidades que podem ligar diretamente o uso à prática docente mais acessível e inclusiva:

- a) Reduz o 'ruído' cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos;
- b) Fornece um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- c) Permite aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- d) Permite aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- e) Engajam estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- f) Envolvem os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- g) Apresentam uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- h) Tornam conceitos abstratos mais concretos;
- i) Reduzem a ambigüidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos;
- j) Servem como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- l) Desenvolve habilidades de resolução de problemas;
- m) Promove habilidades do raciocínio crítico;
- n) Fomentam uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- o) Auxiliam os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta;
- p) Acentuam a formação dos conceitos e promovem a mudança conceitual.

(LAPA, 2008, p. 80).

Os benefícios apontados pelo autor acima, convergem com o que os professores pensam: aproximação da teoria e prática, apropriação de conceitos abstratos de forma dinâmica, teste de hipóteses, validações de teorias, tudo de forma bem prática e acessível.

VIII. Como você geralmente estrutura a introdução das simulações em sala de aula com estudantes TEA?

Questionados sobre o uso de simulações em suas aulas de CN, obtivemos as afirmativas:

D1: “Explicação dos conteúdos utilizando a ferramenta digital a nosso favor”.

D2: “Semelhante aos outros estudantes”.

D3: “Essa eh uma lacuna na minha formação profissional, não tenho conhecimentos bastante para atuar com estudantes TEA, dentro da minha vivência eu já uso a muito tempo a dinâmica de construir com os alunos a conhecimento, faço uma abordagem mais detalhada do conteúdo e organizo os tópicos de modo a atender o máximo possível de realidades, ensino personalizado eh uma realidade distante da nossa em salas com 50 alunos. Mas eu penso que trabalhando o conteúdo de maneira mais pausada e mostrando um passo a passo detalhado dos processos eh uma alternativa viável para construir conhecimento com alunos de todos os níveis de aprendizagem! Como eu dizia para os professores enquanto era lotado na CREDE: Eh claro que vc consegue ensinar um aluno de nível muito crítico ao mesmo tempo que ensina os alunos adequados, afinal a matemática complexa é feita de matemática de diversos níveis, afinal enquanto se resolve uma matriz nada lhe impede de resolver operações básicas que estão no problema...”.

D4: “Para introduzir as PhET Simulations com estudantes com TEA, começo com uma explicação clara e simples do objetivo da atividade, muitas vezes com uma demonstração visual. Isso ajuda a reduzir a ansiedade e a garantir que os alunos compreendam o que será feito. Depois, dou tempo para que explorem as simulações de forma gradual, acompanhando cada um e oferecendo apoio personalizado, sem sobrecarregar com informações excessivas. Estímulo a reflexão e a experimentação, fornecendo orientações passo a passo quando necessário, o que facilita um

aprendizado mais eficaz e inclusivo”.

D5: “Primeiro faço a explicação do conteúdo e somente depois faço o uso das simulações para ajudar na fixação da aprendizagem”.

D6: “Recomendo fortemente uma estruturação de uma prática simulada (escrita em forma de roteiro conforme usado em laboratório físico) onde o professor seja o mediador do processo tanto de forma técnica (manuseio da plataforma), quanto dos passos a ser desenvolvido dentro do objeto de estudo, seja pra grupos de estudantes ditos (Normais) ou grupos de estudantes dentro do grupo (TEA)”.

D7: “Após explicação aplica-se o PhET”.

Os professores D4, D5 e D6 discorrem de forma mais direcionada à pergunta, detalhando como procedem quanto ao uso do laboratório virtual. É possível perceber que é comum que seja conduzido um momento teórico anterior à simulação planejada a fim de contextualizar a atividade a ser executada. De acordo com as respostas, é possível perceber a importância da mediação do professor nesses momentos, haja vista que o contato é novo e pode causar certa estranheza, insegurança.

Nesse contexto, o professor deve oferecer segurança suficiente para que os estudantes entendam o que é estudado a partir das simulações, tornando significativa a aprendizagem construída. Ainda, ele deve ceder espaço para o protagonismo dos discentes: “Hoje, laboratórios virtuais constituem recursos mediacionais capazes de aumentar o protagonismo dos estudantes nas atividades de ensino e aprendizagem das ciências” (FIGUEIREDO; PAULA, 2017, p. 81).

O protagonismo estudantil requer ação direta no próprio processo de aprendizagem, criticidade, autonomia à medida que se expõe às experiências propostas pelos professores. Em se tratando de estudantes com TEA, essa atitude requer ainda mais consciência e empatia com vistas a promover a inclusão mediante práticas que tenham esse objetivo.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), a formação integral dos estudantes e o desenvolvimento de competências como autonomia, responsabilidade e participação são essenciais no ensino-aprendizagem. Para tanto, faz-se necessário um engajamento em atividades colaborativas, que explorem a acessibilidade por meio de recursos e respeitem o ritmo de cada ser.

O quinto bloco contém duas perguntas sobre adaptações e suporte, a saber:

IX. É necessário realizar adaptações nas *PhET Simulations* para atender às necessidades dos estudantes com TEA?

Sobre o que eram interrogados na nona pergunta, os professores colocaram que:

D1: “ Sim, pois muitos ainda não sabem ler e interpretar dados”.

D2: “ Acredito que sim”.

D3: “ Não tenho segurança para afirmar!”.

D4: “ Acredito que, a princípio, não seja necessário realizar grandes adaptações nas *PhET Simulations*. É fundamental primeiro observar as necessidades e as potencialidades do grupo de estudantes com TEA, para entender como cada um interage com a ferramenta. Com base nessa análise, é possível moderar a simulação, ajustando o ritmo, a quantidade de informações e oferecendo orientações personalizadas conforme necessário, garantindo que cada aluno tenha uma experiência de aprendizagem mais eficaz e confortável”.

D5: “ Sim. Sempre é necessário mudanças para melhorar a interação”.

D6: “ Acredito que a princípio não seja necessário, é preciso verificar as potencialidades desses estudantes grupo (TEA), para depois moderar as simulações”.

D7: “ Sim”.

O professor D4 aponta a necessidade de primeiro conhecer o estudante em si de modo que isso impacta diretamente o contato dele com o simulador. Lopes (2021, p. 53) afirma que conhecer individualmente o estudante com TEA é essencial: “[...] é fundamental para que o professor e toda a equipe pedagógica possam visualizar suas peculiaridades, seu modo de ser e agir para que, baseado na sua individualidade, traçar um plano pedagógico assertivo no decorrer de sua escolarização”. Em consonância, o professor D6 manifesta preocupação semelhante.

Lopes (2021) ainda descreve que estratégias devem se adequar ao que o aluno com TEA apresenta; deve-se considerar como ele aprende, em que ritmo, sob quais condições. Essas situações podem garantir o sucesso da educação inclusiva, respeitando as individualidades e diferenças e adequando o ensino. Promover uma educação inclusiva exige que professores, práticas pedagógicas, currículos, espaços

físicos e relações escolares estejam dispostos a se reinventarem e incluir, adaptando o ambiente e tudo mais que for preciso.

Consoante a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), a escola deve assegurar condições de equidade para que os alunos com deficiência se desenvolvam plenamente no ambiente escolar. Nesse sentido, a utilização de recursos como tecnologias assistivas contribui para a organização do ambiente e facilita o processo de aprendizagem dos alunos com TEA (OLIVEIRA; SCHIMIDT, 2019), sendo um indicativo de que as aulas são planejadas respeitando e abrangendo a todos, primando pela diversidade e a garantia de ensino, reforçando uma postura de desconstrução de uma realidade escolar apática e excludente.

X. A escola oferece algum suporte adicional, como capacitação ou recursos, para auxiliar os professores na utilização eficaz das simulações para estudantes com TEA?

Ao serem levados a pensar se a escola oferece algum suporte adicional, como capacitação ou recursos para auxiliá-los na utilização eficaz das simulações para estudantes com TEA, tem-se:

D1: “ Sim, com a ajuda das professoras que dão suporte”.

D2: “ sim”.

D3: “ Não tenho esta informação, então acho que não tem!”.

D4: “ Não tenho conhecimento específico sobre o suporte adicional oferecido pela escola, mas acredito que os professores que atuam no AEE (Atendimento Educacional Especializado) podem fornecer um suporte valioso nesse aspecto, especialmente para estudantes com TEA. A capacitação para o uso eficaz das simulações pode, muitas vezes, surgir da iniciativa do próprio professor, que pode buscar aprimorar suas práticas com base nas necessidades individuais dos alunos e nas ferramentas disponíveis”.

D5: “ Somente sugestões”.

D6: “ Não tenho conhecimento sobre, acredito que os professores que estão no Grupo (AEE) podem dar um suporte nesse aspecto com estudantes do grupo (TEA), Capacitação nesse sentido pode se dar da iniciativa do próprio professor ou

capacitações oferecidas pelo centro de educação à distância do Ceará (CED)”.

D7: “Não, é aparti das necessidades que o professor busca conhecimentos e recursos para serem utilizados”.

Nesse item, os professores desconhecem um suporte que não esteja ligado ao AEE e às profissionais que acompanham alguns estudantes em sala, como intérpretes. Nota-se uma lacuna institucional que estimule o professor a conhecer e se apropriar, fornecendo meios e recursos para que ele realize a inclusão em suas aulas a fim de que o que ele ensina seja acessível a todos.

O Atendimento Educacional Especializado (AEE) representa um conjunto de serviços que complementam o ensino regular dos estudantes com deficiência, com TEA, altas habilidades. Na verdade, não é papel do AEE substituir o ensino regular, mas servir de suporte, oferecendo meios pedagógicos e recursos que fortaleçam a aprendizagem e subsidiem o desenvolvimento de cada indivíduo atendido. Em algumas escolas, há uma sala destinada a esse atendimento, em outras, os estudantes são direcionados a um órgão que ofereça o serviço em dias estabelecidos e agendadas conforme a demanda.

O surgimento do AEE é atribuído ao Decreto nº 6.571, de 2008, como parte das ações estabelecidas pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, em 2008. Os serviços pedagógicos oferecidos devem contemplar o uso de recursos como tecnologias assistivas, ensino de LIBRAS e Braille, estratégias direcionadas às necessidades específicas dos atendidos e oferecer apoio aos familiares a às escolas.

Dessa forma, o AEE compreende um esforço de política inclusiva nos moldes do que Mantoan (2006, p. 58) apregoa: "A inclusão escolar não se limita ao acesso físico dos alunos com deficiência às escolas regulares, mas implica mudanças pedagógicas e estruturais que garantam sua real participação e aprendizado".

No sexto bloco, tem-se as considerações finais e questionava-os sobre:

XI. Com base em sua experiência e percepção, qual seria o seu conselho para outros professores que desejam implementar o uso do *PhET Simulations* para estudantes com TEA?

D1: “É muito importante pois ajuda a inserir os alunos especiais, muito no dia a dia nem sempre eles são incluídos, pois não entendem o conteúdo, ficando apenas de corpo presente na sala de aula”.

D2: “Usar uma didática adequada”.

D3: “Estude a didática aplicada a cada situação, seja TEA ou outra condição. É fundamental para o professor saber com quem ele está lidando. Ouça os professores de AEE, peça ajuda a eles... escute os pais, sente e converse com os alunos... essa dinâmica ajuda o professor, primeiro a desmitificar muitas crenças sobre a alunos TEA e com outras condições e te da clareza para elaborar suas estratégias e selecionar suas ferramentas!”.

D4: “Meu conselho seria começar com simulações simples e visualmente claras, ajustando o ritmo de acordo com as necessidades de cada aluno. Ofereça orientações passo a passo e crie um ambiente de exploração tranquila, sem sobrecarga sensorial. Esteja atento ao feedback de cada estudante e seja flexível, adaptando a atividade conforme necessário para garantir que todos se sintam confortáveis e motivados a aprender”.

D5: “Indicaria para fazerem o uso, pois facilita o processo de aprendizagem”.

D6: “Partir do pressuposto que estudantes sabem o mínimo de manuseio de computador ou tablet, elaborar uma prática com o passo a passo e aplicar com certeza é sucesso”.

D7: “Que explorem o PhET e buscar conhece-lo para aplicar em suas práticas pedagógicas”.

Analisando as respostas dadas, compreende-se que se reconhece a inclusão como um desafio e uma necessidade, há o apontamento de que necessário formação docente para a efetivação de uma proposta inclusiva e requer o uso de estratégias específicas com os estudantes. A partir disso, é possível refletir sobre o PhET anteder a alguns desses apontamentos, sendo um recurso importante de inclusão a ser explorado no ensino de CN.

Nesse sentido, Omote (1994, p. 22) alerta para o fato de que a inclusão acontece quando o estudante passa a ser enxergado e considerado como parte do grupo (sala de aula). Daí a necessidade de o professor adaptar sua prática, sendo necessário anteriormente formação para que fique claro a importância e o papel transformador que o corpo docente tem visto que é ele que executa o planejado.

O professor D4 evidenciou conhecimento e preocupação com as possibilidades e os impactos das simulações usadas em relação a propostas inclusivas na área de CN, remetendo ao papel do professor que se coloca como mediador e consciente dos impactos de suas escolhas em relação à diversidade de estudantes presentes na sala de aula. Isso corrobora com o entendimento de que “Ambientes de aprendizagem devem ser projetados para minimizar a sobrecarga sensorial e permitir a personalização do ensino para cada aluno com TEA” (GRANDIN, 2013, p. 112).

XII. Você tem mais algum comentário ou observação a acrescentar sobre o tema?

D1: “É importante investir mais com cursos, capacitações para os professores”.

D2: “A inclusão é muito importante nos dias atuais”.

D3: “Nenhuma”.

D4: “Não”.

D5: “As simulações são importantes formas de mostrar um pouco a forma como as coisas realmente funcionam”.

D6: “Acredito fortemente no potencial das tecnologias para incrementar a prática do professor e vejo que uma saída para associar teoria com a prática devido à falta de materiais nos laboratórios físicos de nossas escolas”.

D7: “Que as escolas envista mais em recursos tecnologicos, pois chama mais atenção do educando além de propocionar um ensino de qualidade”.

As respostas oferecidas pelos professores ao questionamento anterior reforçam a variedade de pensamentos e reflexões repercutidas ao longo do questionário. Destacou-se a necessidade de investir em cursos e capacitações (formação) destinadas aos docentes para que eles se apropriem da temática, sendo um grande desafio enfrentado até o presente momento. De fato, incluir exige do professor um esforço teórico e prático que só é possível por meio de formação que contemple a complexidade da educação inclusiva.

Por meio de formação continuada, os docentes não apenas se apropriam de conceitos e fundamentos inerentes à inclusão, mas tornam-se capazes de aplicar métodos e estratégias eficazes no dia a dia. Todavia, essa formação deve resultar

numa mudança de atitude e mentalidade dos docentes, incentivando-os a saírem da zona de conforto e efetivarem propostas inclusivas, o que se mostra frequentemente comum no meio educacional, atribuindo à falta de experiência e formação como fatores que impossibilita a inclusão em sala.

Os dois últimos professores apontaram a necessidade de investimento em tecnologia nas escolas como uma dificuldade em meio à discussão. Como já demonstrado, a tecnologia viabiliza inovações pedagógica, inclusive quando se trata de inclusão no âmbito da educação, mas isso esbarra no problema da infraestrutura oferecida nas instituições. Logo, adentra-se a uma necessidade ainda mais profunda de transformação que deve mexer na forma como, ao longo dos séculos, as escolas foram vistas, passado e futuro divergem no mesmo ambiente ao serem percebidas falhas fundamentais que impedem a promoção de uma melhor educação.

Em vista disso, as contribuições dos professores entrevistados apontam para um recorde da realidade vivenciada por eles ao longo do tempo de experiência e dos desafios presenciados quanto a tornar o ensino de Ciências inclusivo. Percebe-se que há uma distância entre a inclusão garantida e a que os profissionais vislumbram em virtude de fatores que interrompem a construção de um ensino eficaz e verdadeiramente inclusivo.

6.2 Desafios e limitações do uso do PHET

Numa análise das respostas dos professores quanto aos desafios do *PhET*, é possível vislumbrar que, na prática, há muitos obstáculos que inviabilizam ou retardam a aplicabilidade do laboratório virtual nas aulas de CN. Os professores são importantes na análise de quais desafios são vivenciados em relação a essa temática, já que “A atuação do professor é imprescindível para que a política de inclusão entre nas escolas de forma a proporcionar condições de igualdade entre todos os alunos” (SAMPAIO; MAGALHÃES, 2018).

Logo, apresentam-se fatores como a infraestrutura e a ausência de conhecimento por parte do professor, conforme D1 afirma na entrevista: a internet lenta atrapalha, assim como o desconhecimento quanto ao manuseio do recurso. Sobre este, Lapa (2008) faz uma crítica contundente a quem dispõe de pouco conhecimento e interesse em utilizar as tecnologias disponíveis à educação: o

professor estaria correndo três riscos, a saber, I) de usar simplesmente como substituto de uma lousa, II) utilizar para auxiliar nos cálculos, III) e como passatempo e entretenimento para os estudantes inquietos e dispersos.

A resistência dos professores em relação às tecnologias é fato ligado à falta de formação adequada, fortalecendo paradigmas que já não têm sentido nem espaço na educação. A desconstrução desses estigmas exigem, por outro lado, a mudança de postura dos profissionais, que devem se dispor a ter conhecimento técnico a fim de usar na prática pedagógica as ferramentas mais adequadas.

O choque entre gerações que desprezam ou fazem pouco caso da tecnologia e a que é nativa digital acontece em sala de aula. Esses fatores culturais e o conflito geracional impacta a forma como o aluno aprende, considerando o seu contexto, que é rápido, dinâmico, necessariamente ligado ao desenvolvimento de tecnologia.

Barboza e Souto (s.d., p. 03) refletem sobre como o professor pode fazer bom uso de tecnologias e sua vasta gama de recursos, como os laboratórios virtuais:

O professor pode adaptar o material didático, utilizando recursos visuais e linguagem simplificada, para facilitar a compreensão dos conceitos de Física, integrar diferentes estímulos sensoriais (visuais, auditivos e táteis) nas aulas para atender às necessidades específicas do estudante com TEA, tornando o aprendizado mais acessível, pode adaptar as formas de avaliação, oferecendo alternativas como provas orais, projetos práticos ou outras metodologias que respeitem o ritmo e o estilo de aprendizagem do estudante com TEA.

Tem-se muitas possibilidades de expandir a aprendizagem utilizando o potencial dos recursos disponíveis. De acordo com os autores acima, numa aula de física, é possível levar aos estudantes com TEA um ensino adaptado, com estímulos e formas de avaliação compatíveis com o desenvolvimento percebido e as metodologias aplicadas.

Quanto à infraestrutura, a educação básica brasileira tem apresentado avanços no tocante ao acesso a equipamentos tecnológicos. Dados do Censo Escolar 2023 informam que houve um aumento de 70,4% para 88,5% de escolas que passaram a ter acesso à internet em comparação com a realidade de 2019. Todavia, discute-se que pouco se usa diretamente no ensino, e sim como suporte para outras atividades escolares. Logo, a disponibilidade de conexão nas escolas não garante um fim pedagógico.

O sujeito D4 faz um comentário pontual quanto a um dos desafios a seu ver: a sobrecarga sensorial em estudantes com TEA. A depender da simulação e do fenômeno estudado, pode haver muitos estímulos visuais que atrapalhem/ dificultem a aprendizagem; isso requer do professor mais atenção às dificuldades de seu público. Essa circunstância faz com que o professor teste, prepare, planeje cuidadosamente a aula, sendo necessário conhecer as limitações de seus alunos.

Silveira *et al.* (2021) consideram que a aprendizagem se dá por estímulo das funções cognitivas. Todavia, deve-se pensar no aluno, se ele tem dificuldade em compreender conceitos abstratos e facilidade em aprender conteúdos mais concretos, o visual pode ser uma forma de facilitar; outros são mais auditivos e necessitam de um método mais adequando a essa especificidade.

Outro professor enfatizou a questão da infraestrutura, destacando como desafio a disponibilidade de equipamentos para uso dos estudantes. Nesse sentido, realmente essa possibilidade do uso do laboratório com supervisão do professor acontece num cenário em que se tenha acesso a um aparelho eletrônico – celular, tablet, computador. No Brasil, considerando suas desigualdades, é possível que haja escolas que não disponham dessas condições, impossibilitando o trabalho docente.

O D6 relatou como desafio a capacitação docente tanto em relação ao trabalho de inclusão de alunos com TEA, quanto ao uso de plataformas alinhadas ao planejamento curricular a ser trabalhado. Assim, é perceptível que os professores sabem que seu trabalho precisa de recursos anteriores ao “fazer” e realizar as aulas planejadas. Há todo um aparato que culmina com o professor em sala trabalhando com os estudantes, mas não se limita a isso.

Para Sampaio e Magalhães (2018), “A formação continuada do professor tem na atualidade relevância para a sua atuação na escola inclusiva e especificamente na sala de aula, lugar por excelência para o ensino-aprendizagem”. Araújo e De Paulo (2024) refletem sobre a formação continuada como parte de uma busca por atualização e aprofundamento em relação aos muitos conhecimentos intrínsecos à docência. Isso mostra-se necessário para que a educação avance e vença os obstáculos.

A concepção de formação continuada da proposta do curso compreende o professor como sendo um sujeito ativo no processo de capacitação, que busca atualização e aprofundamento do conhecimento, que elabora e produz conhecimentos com base na compreensão da realidade e nas possibilidades de transformação da sociedade. A formação continuada é uma oportunidade

para avanços renováveis e inovações na área da educação, visto que o docente utiliza da metodologia da ação-reflexão para (re)pensar os problemas enfrentados no dia a dia escolar (ARAÚJO; DE PAULO, 2024, p. 113).

Ainda, o professor D7 cita a internet, a relação estabelecida com o educando e um trabalho de conscientização quanto à valorização das experiências escolares na formação humana, acadêmica e profissional de quem se deixa conduzir pelo que a escola oferece. Ou seja, esse professor vê diversos pontos conectados à aprendizagem e à inclusão, reconhecendo a grandeza do processo de aprendizagem que não se esgota nos espaços institucionais, mas que estes podem levar os estudantes a perceberem a oportunidade dada de transformar sua realidade à medida que se apropria e valoriza o conhecimento disseminado nas aulas.

6.3 O PhET na EEMTI Monsenhor Antonino

A investigação sobre o impacto do uso do PhET Simulations como tecnologia assistiva no ensino de Ciências para alunos com TEA teve como uma das etapas fundamentais a observação em sala de aula. Essa observação foi realizada em dois momentos distintos: uma aula tradicional expositiva e uma atividade interativa utilizando simulações computacionais no Laboratório de Informática Educativa (LEI).

O objetivo foi analisar o nível de engajamento e participação dos estudantes, comparando os efeitos das duas abordagens pedagógicas vivenciadas, atentando para os efeitos e a interação dos estudantes conforme foram expostos a momentos distintos. A seguir, encontram-se as percepções da pesquisadora à luz desses eventos.

6.3.1 Momento 1: Aula Tradicional-Expositiva

A primeira observação ocorreu durante uma aula tradicional expositiva, na qual foi abordado o conceito de estrutura da matéria para turmas do 1º ano do ensino médio. Durante essa atividade, o professor utilizou o modelo convencional de ensino, explicando o conteúdo de forma oral, acompanhado de anotações no quadro e leitura

de trechos do material didático. Posteriormente, os alunos realizaram um exercício de fixação.

Há muito, no meio educacional, há uma crítica direcionada às aulas fundamentadas em uma abordagem tradicional, haja vista que privilegia a memorização de conteúdo, fórmulas, não fortalecendo a criticidade, o protagonismo dos estudantes, tornando-os seres passivos que captam o que é exposto e devem em seguida reproduzir por meio da resolução de questões.

Esse ensino, ao tomar por base a transmissão e a recepção de informações, parte do pressuposto de que o aluno não tem experiências e concepções precedentes, sendo capaz apenas de devolver exatamente aquilo que recebeu na sala de aula nas avaliações realizadas. Trata-se, nesse caso, do chamado método tradicional de ensino. O desenvolvimento do conteúdo com ênfase na resolução de problemas e exercícios que privilegiam a abstração proporciona, geralmente, bons resultados em avaliações quantitativas (DARROZ et al., 2015, p. 71).

Durante essa aula, observou-se que a maioria dos alunos apresentou baixa interação com o professor e com os colegas. Especificamente os alunos diagnosticados com TEA presentes na turma, notou-se um comportamento predominantemente passivo. Muitos mantiveram postura introspectiva, demonstrando pouca participação verbal e interação com os demais. Em alguns casos, identificou-se sinais de desinteresse e apatia.

Conforme já exposto, o ensino dos componentes da área de Ciências da Natureza deve despertar os estudantes para que percebam e compreendam o mundo a sua volta, interagindo, manipulando, transformando a realidade posta através de soluções estimuladas/ criadas a partir da ciência e tecnologia atuais, no entanto, uma aula que não desperta isso falha, comprometendo o objetivo, a razão de ser dos componentes curriculares e, por conseguinte, da própria missão da instituição.

É primordial apreender que a pedagogia tradicional concebia a educação de maneira autônoma perante as relações sociais vigentes, atribuindo à escola a tarefa de correção do problema da marginalidade, tomando acriticamente a relação de determinação existente entre escola e sociedade, o que a caracteriza como uma pedagogia não-crítica (PASQUALINI; LAVOURA, 2020, p. 10).

Essa realidade ainda é comum nas escolas e aponta para os desafios enfrentados ainda hoje para que se ofereça um ensino que coloque o estudante como centro da educação, instigando-o a participar ativamente de sua aprendizagem, a

interagir com o objeto que se ensina, despertando e aproveitando todo o potencial abarcado num espaço tão plural como o é a sala de aula.

O que se espera do ensino de Ciências é que o estudante seja capaz de compreender o mundo no qual está inserido, não como um mero espectador, mas como um agente transformador. Para isso, o conhecimento científico abordado em sala de aula deve adquirir significados para o aluno, a fim de que ele possa transpor esse aprendizado para o seu cotidiano (DARROZ et al., 2015, p. 71).

De acordo com os autores supracitados, o ideal é contextualizar e aproximar o que se ensina à realidade do aluno a fim de que haja compreensão, apreensão, apropriação, dessa forma o aluno compreenderá que aquilo que ele aprende está presente no seu dia a dia, não sendo algo abstrato e distante do seu cotidiano. Nesse contexto, é necessário com esforço por parte dos professores para que isso se torne possível.

Abaixo, os autores listam alguns pontos essenciais ao ensino, isto é, pontos importantes a serem considerados no processo de ensino-aprendizagem:

Da confrontação com os grandes modelos da história, destacamos cinco elementos fundamentais: i) a aproximação do aluno ao modelo exige dele um papel ativo (ao contrário da ideia imputada de um ensino passivo); ii) a apropriação do modelo é condição para o afloramento da originalidade do aluno, ou seja, o despertar de sua própria individualidade (o que está na contramão das acusações de falta de autonomia e liberdade); iii) o contato com os modelos gera no aluno um sentido de encantamento, alegria e plenitude pelo conhecimento (em que pese a caracterização de uma escola sem sentido); iv) o professor assume papel indispensável como mestre que orienta o aluno para que se confronte com o modelo em condições favoráveis e exitosas, uma vez que não há ascensão sem guia e; por fim, v) a finalidade de todo o ensino com base na confrontação de modelos é o aluno mais senhor de si mesmo, obtendo o domínio de si mesmo e despertando a consciência (PASQUALINI; LAVOURA, 2020, p. 09).

Logo, o ensino é um meio pelo qual o estudante se percebe como ser ativo, original e criativo, pleno, crítico e independente. Do contrário, o contrassenso torna-se verdade à medida que não se objetiva a formação de estudantes com este perfil.

Ainda no contexto da observação em sala, um dos alunos com TEA apresentou uma atitude diferenciada. De maneira singular, ele demonstrou interesse pelo tema e, em seu ritmo próprio, interagiu com o professor ao questionar: "O que faz os átomos permanecerem juntos?". Essa indagação revela não apenas curiosidade pelo

conteúdo, mas também um desejo de compreensão mais aprofundada, que poderia ser potencializada por métodos pedagógicos mais interativos e dinâmicos.

Isso enseja outras discussões, como a vivência e o estímulo de metodologias ativas em sala, considerando que sua proposta é jogar luz à postura ativa do aluno:

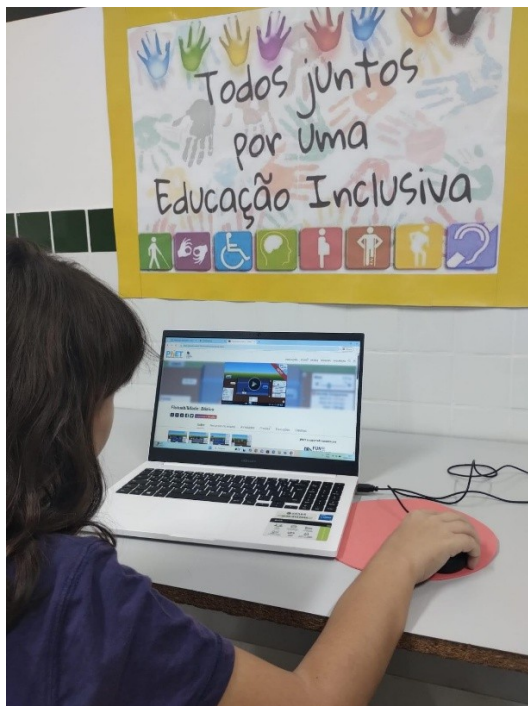
As metodologias ativas destacam a importância dos aspectos relacionais na profissão docente, bem como a necessidade de se reverter os papéis de ensino e aprendizagem instaurados pelo modelo de escola tradicional e de considerar o aluno como sujeito ativo, autor da sua própria aprendizagem. Nesse sentido, constituem uma ferramenta interessante para a prática docente, pressupondo uma revisão profunda das dinâmicas da sala de aula conhecida como “tradicional” e identificada com o modelo de transmissão unilateral de conhecimento, do professor para o aluno (PISCHETOLA; MIRANDA, 2019, p. 31).

Assim, em muitos aspectos, a abordagem tradicional se contrapõe às metodologias ativas, com ênfase à forma como o estudante é considerado no processo e seu papel em cada modelo.

6.3.2 Momento 2: Aula com Simulação no PhET

Num segundo momento da observação, a mesma turma foi conduzida ao Laboratório de Informática Educativa para participar de uma atividade utilizando o *PhET Simulations*. O professor estruturou a aula de modo que os alunos pudessem explorar simulações relacionadas à estrutura da matéria, permitindo-lhes interagir diretamente com os modelos digitais e visualizar dinamicamente conceitos abstratos como ligações atômicas e interações entre partículas.

Figura 10: Estudante com TEA acessando ao *PhET*.



Fonte: Própria autora (2025).

As Escolas da rede estadual do Ceará dispõem de um laboratório de informática com professor titular do ambiente, mas o espaço pode ser agendado e usado por outros professores e turmas também. Há internet suficiente e os computadores têm instalado o sistema operacional Linux.

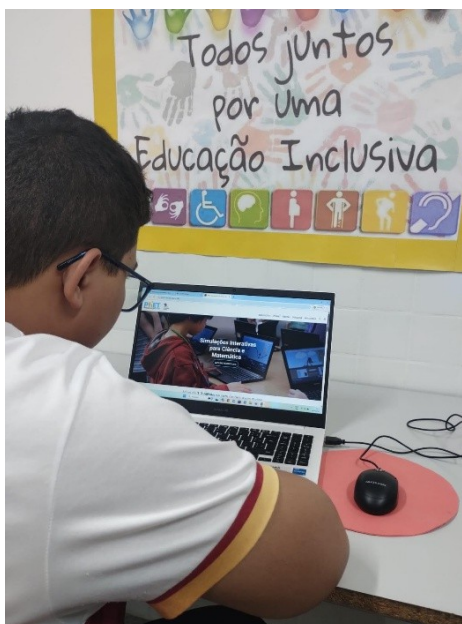
Figura 11: Grupo de estudantes manipulando a plataforma.



Fonte: Própria autora (2025).

Nesse outro ambiente, a diferença no comportamento dos estudantes foi evidente. O ambiente interativo gerou um notável aumento no nível de engajamento, tanto entre os alunos neurotípicos quanto entre aqueles com TEA. Sete dos oito alunos com TEA, que anteriormente haviam demonstrado pouca interação na aula expositiva, participaram ativamente das atividades propostas. Eles exploraram as simulações, fizeram perguntas sobre os fenômenos observados e interagiram com os colegas na tentativa de compreender os conceitos de forma mais concreta.

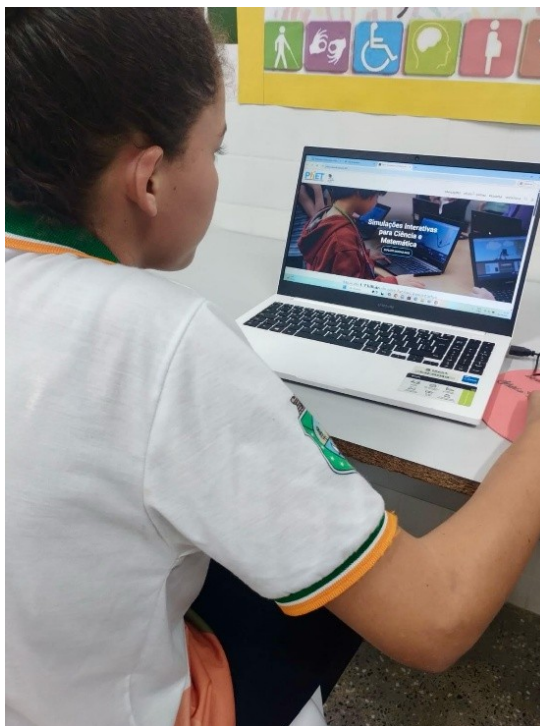
Figura 12: Estudante explorando a plataforma.



Fonte: Própria autora (2025).

Esse aumento de participação sugere que o uso do PhET Simulations pode funcionar como um mediador de aprendizagem mais acessível para alunos com TEA, promovendo uma experiência de ensino mais inclusiva. A interatividade e a representação visual dinâmica dos conceitos favoreceram a compreensão e estimularam a autonomia dos estudantes, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

Figura 13: Interação com o *PhET Simulations*.



Fonte: Própria autora (2025).

A partir da análise comparativa desses dois momentos, pode-se inferir que o uso da tecnologia assistiva, representada pelo *PhET Simulations*, favoreceu significativamente o envolvimento dos alunos com TEA no processo de aprendizagem. Enquanto a aula tradicional resultou em uma participação limitada e, em alguns casos, apatia, a aula com simulações computacionais estimulou a interação e a motivação dos estudantes, tornando-os protagonistas do próprio aprendizado.

Para validar essas percepções e mensurar o impacto real do uso do *PhET Simulations* na aprendizagem dos alunos, foi aplicado um pré-teste e um pós-teste. Esses instrumentos permitiram avaliar quantitativamente o ganho de conhecimento obtido por meio das diferentes abordagens metodológicas, fornecendo evidências sobre a efetividade da tecnologia assistiva no ensino de Ciências da Natureza para alunos com TEA. Os resultados indicam uma melhora no rendimento dos alunos, com um comparativo positivo entre o pré e o pós-teste, demonstrando efeitos favoráveis da abordagem baseada em simulações interativas.

O teste foi estruturado de forma dinâmica e diversificada para contemplar diferentes formas de aprendizagem. Na primeira parte, os alunos responderam a questões de múltipla escolha que avaliaram conceitos fundamentais, como átomos,

partículas subatômicas, propriedades da matéria e modelos atômicos. Em seguida, a segunda parte exigiu respostas discursivas curtas, estimulando a análise e a compreensão de temas como a diferença entre átomos e moléculas, os estados físicos da matéria e a formação de compostos.

A terceira etapa incorporou elementos interativos, desafiando os alunos a identificarem visualmente modelos atômicos e a explorarem, por meio do *PhET Simulations*, os efeitos da adição ou remoção de prótons no núcleo de um átomo. Para complementar a avaliação, foram incluídas questões bônus, incentivando a criatividade e a aplicação dos conceitos de maneira lúdica, como a criação de um novo elemento químico e o uso de analogias para explicar a estrutura da matéria.

Essa abordagem dinâmica e inclusiva não apenas diversificou os meios de avaliação, mas também fortaleceu o engajamento dos alunos, especialmente daqueles com TEA, que puderam se beneficiar das representações visuais e interativas oferecidas pela simulação computacional.

6.3.3 Comparativo

Com o fito de analisar os efeitos da utilização do simulador *PhET Simulation* como tecnologia assistiva no ensino de Ciências da Natureza, mais especificamente no conteúdo de “Estrutura da Matéria”, abaixo destacamos as experiências vividas com foco em alunos diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA), com laudo clínico nos níveis de suporte 1 e 2. O estudo envolveu a observação direta de oito alunos com TEA que frequentam regularmente a sala de aula e participaram integralmente das atividades propostas.

A metodologia foi dividida em dois momentos distintos, a fim de comparar o desempenho, engajamento e compreensão conceitual dos alunos com e sem o uso do recurso tecnológico. Na primeira etapa, os alunos participaram de aulas expositivas convencionais, mediadas pelo professor, com apoio de quadro, material impresso e livro didático. O conteúdo abordado contemplava conceitos fundamentais da estrutura da matéria, incluindo átomos, moléculas, partículas subatômicas e modelos atômicos.

Ao final das aulas, foi aplicado um teste avaliativo composto por oito questões, sendo cinco objetivas de múltipla escolha e três analíticas, exigindo respostas discursivas curtas. As questões abordavam desde a definição de átomo e suas partículas constituintes até a diferenciação entre estado físico da matéria e modelos atômicos propostos por Bohr e Rutherford.

Durante a observação das aulas, foi possível perceber que a maior parte dos alunos com TEA demonstrou dificuldades de atenção e manutenção do foco por longos períodos. Houve baixa participação verbal e pouca interação com os colegas e com o professor. Três alunos mantiveram certa atenção durante explicações curtas, mas demonstraram sinais de distração em atividades mais prolongadas.

As respostas ao teste evidenciaram baixo rendimento, com acertos limitados e pouca profundidade nas questões analíticas. Questões conceituais, como a identificação das partículas do átomo e o modelo atômico de Bohr, apresentaram altos índices de erro. As respostas discursivas foram frequentemente incompletas ou deixadas em branco.

Na segunda etapa, o mesmo conteúdo foi retomado, porém com a inserção do simulador interativo *PhET Simulation* – “Construindo um Átomo”. O recurso permitiu aos alunos visualizar, manipular e compreender a organização dos átomos por meio de atividades práticas e sensoriais. Foram promovidas interações com os elementos da simulação, como adição e remoção de prótons, elétrons e nêutrons, bem como a construção de diferentes elementos químicos.

A dinâmica da sala de aula transformou-se significativamente com a introdução do simulador. Os alunos com TEA demonstraram maior engajamento e curiosidade ao interagir com o ambiente virtual. Cinco dos oito estudantes utilizaram o recurso de forma relativamente autônoma após breve orientação, enquanto os demais necessitaram de mediação pontual. Houve maior participação verbal, expressão de dúvidas e comentários pertinentes à atividade. A exploração ativa favoreceu a compreensão conceitual e a retenção do conteúdo.

Na avaliação final (em apêndice), foram reaplicadas as mesmas oito questões da primeira etapa, com o acréscimo de duas novas questões interativas: uma com

análise visual (identificação de modelo atômico de Rutherford a partir de imagem) e outra relacionada à simulação (descrição dos efeitos da adição/remoção de prótons no átomo). Os resultados indicaram melhora expressiva no desempenho dos alunos:

- Todos os alunos acertaram a definição de átomo e a composição das partículas fundamentais.
- Seis alunos identificaram corretamente o modelo atômico de Bohr e justificaram com base na simulação.
- As respostas analíticas apresentaram maior clareza, coesão e pertinência.
- Nas questões interativas, sete alunos demonstraram domínio do conceito e boa capacidade de observação e análise.

A comparação entre os dois momentos revelou ganhos significativos no processo de aprendizagem dos alunos com TEA. O uso do simulador *PhET* proporcionou uma experiência visual e manipulativa que facilitou a assimilação de conceitos abstratos, favorecendo o engajamento e a permanência atenta na atividade. Além disso, a mediação da tecnologia permitiu uma participação mais ativa, criativa e colaborativa dos alunos, com melhora evidente no rendimento acadêmico e no comportamento em sala de aula.

Conclui-se, portanto, que o uso de tecnologias assistivas como o *PhET Simulation* contribui efetivamente para a inclusão pedagógica de alunos com TEA, promovendo uma aprendizagem mais significativa, acessível e equitativa no ensino de Ciências da Natureza.

6.4 Produto educacional E-book

Conforme mencionado, esta pesquisa visa agrupar os conhecimentos discutidos em um produto (um e-book) que auxilie verdadeiramente o professor no processo de inclusão mediante o uso do laboratório virtual PhET. Esse material fortalece não só a discussão, como o estímulo à implementação de um ensino de CN que garanta pleno acesso aos estudantes com TEA.

Para Souza *et al.* (2022, p. 01), “As possibilidades de construção de um material de educação inclusiva possibilitam vários efeitos positivos que não se restringem às pessoas que têm alguma deficiência, pois ela promove ganhos no desenvolvimento emocional e na socialização de todos”. Dessarte, ao construir um e-book, é possível abordar e esclarecer sobre autismo, tecnologias assistivas e como as simulações do PhET podem apoiar professores em suas práticas pedagógicas.

Segundo Pacheco e Hardoim (2024), os professores se deparam com as diferentes limitações sobre incluir e isso lhes preocupa, causando receio e medo nesses profissionais, que argumentam não estarem preparados para a inclusão, devido à falta de informação adequada e experiências na área. Logo, pensar em uma forma de tranquilizá-los a partir de um material digital, acessível e gratuito pode fomentar os conhecimentos sobre a temática ao passo que lhes apresenta uma ferramenta eficiente para que introduzam em suas aulas.

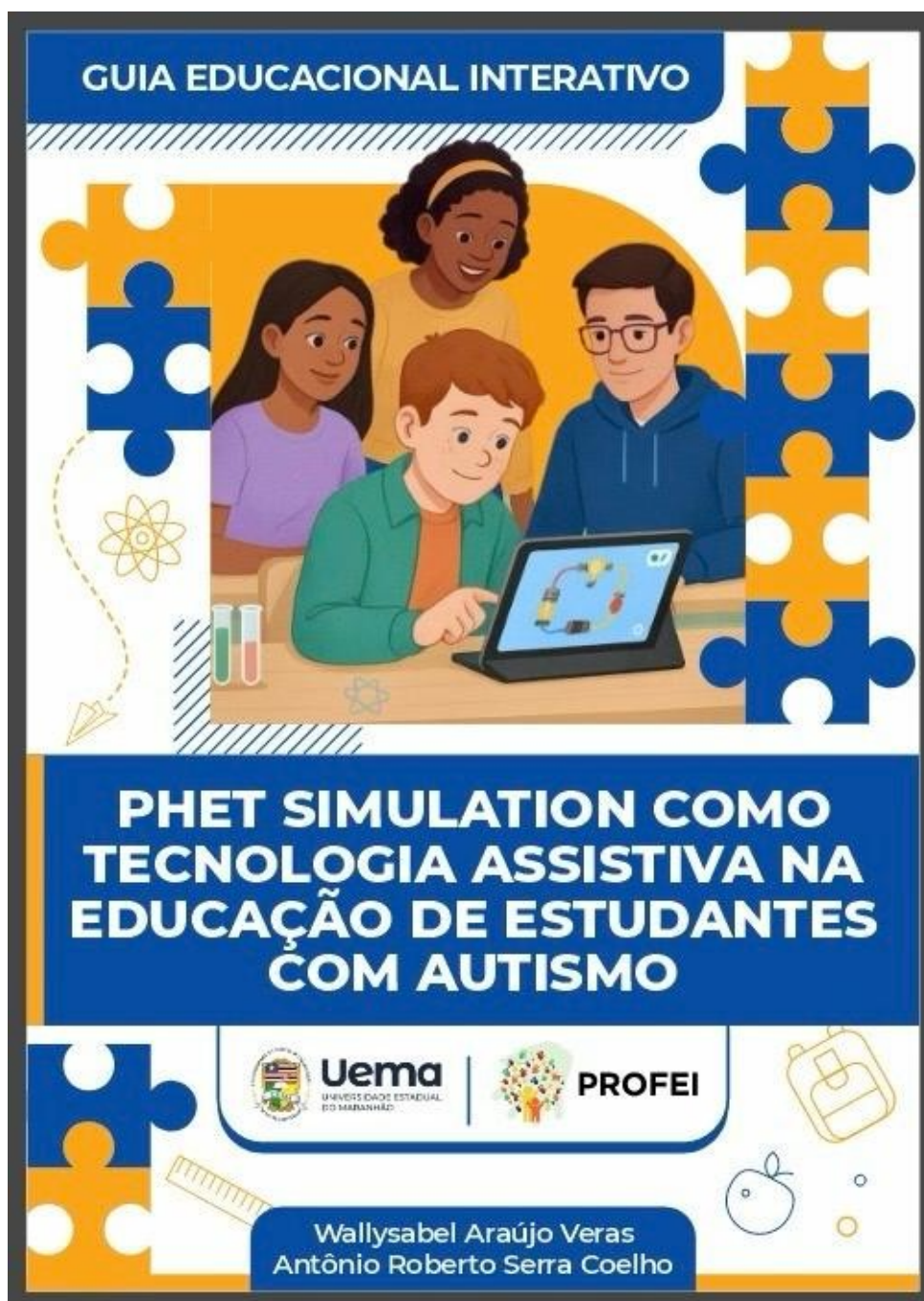
Numa perspectiva inclusiva, o professor pode desenvolver a Educação em Ciências efetivando o que a própria BNCC espera: um ensino pautado em abordagens próprias das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (COSTA, 2023).

Com o laboratório virtual ao alcance dos professores, é possível capacitá-los para que suas aulas engajem o público e acolha-o com todas as potencialidades e limitações. Ao criar um e-book com tal intenção, é possível disseminar no meio educacional possibilidades de ensinar alunos com TEA a partir de simulações virtuais. Ademais, é possível apresentar modelos de simulações de objetos trabalhados nos componentes das Ciências da Natureza, apontando um caminho inicial para que os professores passem a explorar os recursos disponíveis.

O e-book direcionado a essa temática desperta os professores a se apropriarem das ferramentas que estão patentes a eles a partir dos muitos recursos que compõem o campo da Tecnologia Assistiva a qual muitos desconhecem, contribuindo para que mais profissionais estejam aptos a tentarem integrar em sua prática pedagógica ações inclusivas.

Ainda, para professores que trabalham em escolas que contam com poucos recursos em laboratórios físicos de ciências, o e-book pode levá-los a vivenciar com os estudantes momentos ímpares e formativos ao estudarem os fenômenos possíveis dentro dos laboratórios virtuais, além de integrarem o uso da tecnologia em si, tão presente na realidade dos estudantes deste século.

Figura 14: Capa do E-book construído.



Na figura acima, a capa do e-book construído apresenta elementos gráficos que condizem com a temática da inclusão de estudantes com TEA, remetendo ainda ao Laboratório virtual PhET enquanto mediador da aprendizagem científica inclusiva. O título esmiuça o intuito de socializar mais a respeito das simulações do PhET enquanto tecnologia assistiva direcionada ao ensino de Ciências da Natureza.

No centro da capa, tem-se a figura de uma professora e dois estudantes com dispositivos que servem de suporte para o acesso on-line ou off-line do PhET, como já explicitado anteriormente. O fundo remete a símbolos disseminados e usados no campo das Ciências, as cores fazem referência a um ambiente tranquilo e acolhedor como tem que ser a sala de aula.

A temática do e-book alinha-se à proposta desta dissertação à medida que interliga o ensino de Ciências, com ênfase no uso de tecnologia a serviço de uma educação inclusiva via simulações PhET. A proposta é evidenciar a necessidade de cada profissional refletir e transformar o ensino através de práticas que garantam a equidade na educação básica.

Para tanto, o e-book produzido foi pensado para disseminar informações de suma importância no meio docente. Na estrutura, há quatro seções textuais, além das pré e pós-textuais. Na introdução, pretendemos apresentar e abordar de forma geral o tema da inclusão com foco no ensino de Ciências da Natureza. Embora a ideia que se tenha seja de aulas voltadas para a compreensão de fenômenos, fórmulas e seus objetos, o professor lida com uma diversidade de seres que deve ser considerada desde o momento em que se planeja uma aula.

Na seção 1, aborda-se o Autismo e suas características, a fim de que os conceitos, nomenclaturas e demais atualizações cheguem aos professores e seja apreendido. Isso importa porque, a partir desse conhecimento, o professor passa a conhecer melhor seus estudantes e entender, tendo mais empatia, as limitações e potencialidades que podem ser encontradas no espaço da sala de aula. Abaixo, o quadro apresenta mais detalhadamente a estrutura do livro.

Quadro 15: Organização do e-book produzido.

SEÇÃO	CONTEÚDO	OBJETIVO/ DESCRIÇÃO
Introdução	Visão holística sobre a inclusão de estudantes autistas nas aulas de Ciências da Natureza.	Evidenciar a importância da educação inclusiva, destacando a prática pedagógica como elemento crucial para promover uma educação que valorize e respeite as diversidades.
1 Compreender o Autismo: fundamentos e estratégia para uma sala de aula inclusiva.	▪ O que é Autismo? ▪ Principais sintomas do autismo; ▪ Como lidar com alunos autistas em sala.	Fornecer aos professores de CN uma compreensão clara e abrangente sobre o TEA, incluindo definição, causa, prevalência, sintomas, além de orientações práticas para criar estratégias pedagógicas inclusivas.
2 O simulador PhET como tecnologia assistiva no ensino de CN	▪ O que é PhET: ▪ Quais seus benefícios para alunos autistas? ▪ O uso do PhET em aulas de CN. ▪ Dicas para professores.	Promover a inclusão e a aprendizagem significativa de alunos autistas, utilizando o simulador PhET como ferramenta de tecnologia assistiva, adaptando estratégias pedagógicas que valorizem o aprendizado visual, o controle do ritmo individual e a redução de estímulos visuais negativos.

3 Sequências de simulações PhET de Química, Física e Biologia voltadas para alunos com TEA.	▪ Simulações dos componentes da área de CN.	Promover a compreensão de conceitos científicos via simulações adaptadas às necessidades de alunos com TEA.
4 Conclusão	Síntese de análise e percepções obtidas ao longo da pesquisa, destacando aprendizados, desafios e contribuições para o campo da inclusão, autismo e tecnologia assistiva.	Ressaltar a importância da educação inclusiva para estudantes autistas, enfatizando o papel das tecnologias assistivas no ensino de CN, além de evidenciar a contribuição do e-book para a capacitação docente.
Recursos adicionais	Materiais de leitura, vídeos, cursos e sites especializados sobre inclusão e tecnologias assistivas para estudantes com TEA.	Disponibilizar material complementar para que os educadores ampliem seus conhecimentos sobre inclusão, autismo e tecnologia assistiva, promovendo constante evolução da prática pedagógica.
Referências	Listagem de obras e pesquisas utilizadas no e-book.	Apresentação de base teórica consistente, citando especialistas em educação inclusiva, tecnologia assistiva, o simulador PhET e seus impactos no ensino de alunos autistas.

No item 2, foi planejado apresentar o simulador virtual PhET, destacando toda a sua estrutura, as formas de acesso, como ele pode ser explorado, sobretudo, nas aulas de Ciências, destacando os benefícios de seu uso, inclusive para estudantes com TEA, devido à sua proposta inclusiva, acessível, on-line e off-line, bem como à capacidade de adequação e flexibilização ao nível dos estudantes com que se pretenda trabalhar.

Em seguida, na seção 3, explora-se as simulações que podem ser vivenciadas nos componentes de Química, Física e Biologia. Após, no item 4, conclui-se com uma análise da potencialidade do material no meio docente, espaço carente de estratégias inclusivas. É necessário inquietar, instigar a que a sociedade se mova em direção a uma educação realmente inclusiva, para além dos discursos postos na teoria.

No espaço dos Recursos adicionais, há materiais extras que podem ser explorados em sala com o objetivo de que quem se sensibilizar com a proposta possa pesquisar mais e angariar mais estratégias que fortaleçam o ensino de Ciências da Natureza rumo a propostas inclusivas, direcionadas, pensadas, organizadas, com uma base científica e não em achismos.

Através do e-book, que pode ganhar espaço em meio à comunidade acadêmica e em meio aos profissionais que se encontram em sala, é possível instigar propostas que saiam do tradicional com atividades excludentes ou apáticas e transformar o ensino. Não há um milagre instantâneo, mas com iniciativas positivas é possível movimentar o marasmo que muitas vezes se apresenta como sendo o “normal”.

6.5 Encontro formativo

A outra etapa relevante desta pesquisa consistiu na realização de um seminário de formação para professores da área de Ciências da Natureza, com foco na educação inclusiva e no uso da plataforma *PhET Simulations* como ferramenta pedagógica. O seminário foi planejado de forma coletiva, envolvendo os professores da área e ministrado por mim, enquanto mestrande, com o objetivo de capacitar os docentes para a utilização das simulações virtuais no contexto da inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista.

Figura 15: Realização do Encontro formativo.



Fonte: Própria autora (2025).

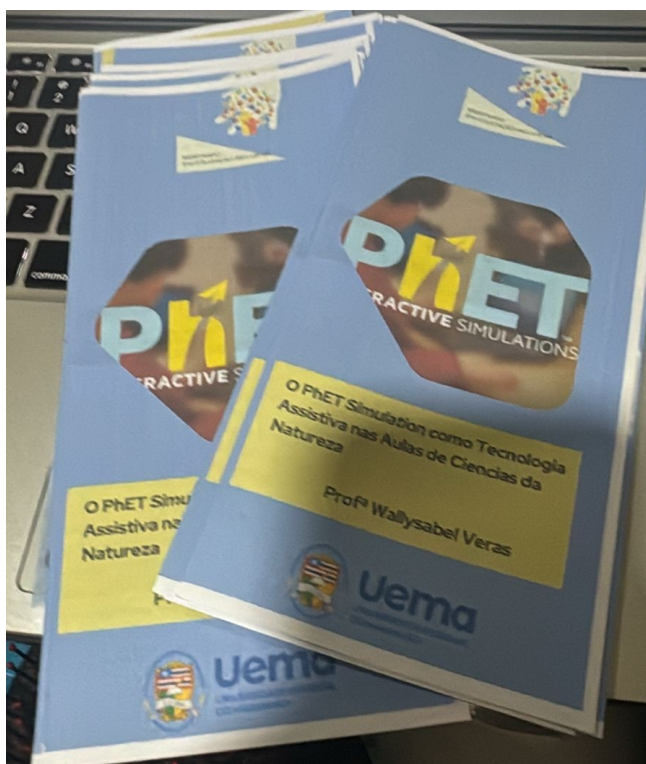
O planejamento do seminário foi realizado pensando nas necessidades específicas da escola e dos alunos, bem como nos desafios enfrentados no processo de inclusão. No encontro, foram abordados os seguintes tópicos e seus objetivos:

- Fundamentos da Educação Inclusiva: apresentação dos princípios e práticas da educação inclusiva, destacando o atendimento às necessidades de alunos com TEA;
- Introdução ao PhET Simulations: explanação sobre a plataforma, sua interface, funcionalidades e potencialidades para o ensino de ciências;
- Práticas Pedagógicas Inclusivas: discussão de estratégias para adaptar as simulações virtuais às necessidades individuais dos alunos, focando na redução de barreiras sensoriais e cognitivas;
- Demonstração Prática: realização de atividades práticas utilizando simulações do PhET, permitindo que os professores vivenciassem a plataforma e explorassem suas possibilidades de aplicação em sala de aula;

- Troca de Experiências: espaço para o compartilhamento de dúvidas, sugestões e experiências entre os participantes, visando à construção de um repertório coletivo de práticas inclusivas;
- Divulgação do E-book com conceitos e estratégias que interessam à prática docente.

Durante o encontro, foram distribuídos folders a fim de apresentar uma síntese de pontos relevantes¹ abordados na exposição.

Figura 16: Folder distribuído aos docentes presentes.



Fonte: Própria autora (2025).

O seminário foi estruturado de forma interativa, com momentos expositivos, atividades práticas e discussões em grupo, garantindo a participação ativa dos professores. Como resultado principal, a formação promoveu a sensibilização dos docentes para a importância da tecnologia assistiva no contexto da educação inclusiva, além de capacitá-los para o uso do PhET Simulations como recurso pedagógico acessível e eficaz.

¹ Ver em apêndice o texto impresso.

O objetivo do encontro passa por capacitar e atualizar os profissionais que estão em sala há bastante tempo acerca da realidade de uma educação pensada para ser mais inclusiva. O tema não é novidade, mas apresenta resistência para ser posto em prática muitas vezes, esbarrando em métodos e estratégias que privilegiam alguns estudantes em detrimento de outros, privilegiam o sistema de notas, metas, números, aprovações ao invés de qualidade, de inclusão.

No encontro formativo, houve a abertura direcionando o momento a uma sensibilização através de um vídeo que discute como seria viver num mundo que não se adapta às nossas necessidades². O vídeo é curto, mas altamente direto na mensagem pretendida, estabelecendo uma reflexão sobre as dificuldades em meio a um mundo sem empatia e despreocupado com a causa da inclusão.

Depois, houve a apresentação dos fundamentos da Educação inclusiva, um momento teórico, com foco a relembrar o conceito de equidade, acessibilidade; em seguida, falou-se das características do TEA, as formas de aprendizagem que podem ser exploradas a partir da realidade apresentada, os desafios que se podem encontrar em sala, recursos e estratégias inclusivas a serem exploradas no ensino de Ciências da Natureza.

Nesse momento, entrou em cena o PhET como uma tecnologia assistiva útil e bastante pertinente no contexto exposto, justamente em virtude de suas características (acessibilidade, recursos etc.). Ficou claro que o simulador virtual abrange um público diverso e é flexível e adaptável a muitos perfis de estudantes, podendo ser amplamente explorados nos diversos componentes da área.

No momento prático, houve a demonstração das simulações que podem ser realizadas, a variedade delas contida na plataforma, o acesso, recursos de acessibilidade às pessoas com deficiências diversas, ressaltando o potencial pedagógico do simulador e a riqueza que pode representar como estratégia de ensino a ser utilizada pelos professores. Além disso, foram expostas algumas estratégias que envolvem objetos de conhecimento da área e metodologias simples e práticas que podem ser usadas em sala.

² Disponível em: [Mundo Adaptado](#).

Por fim, houve a divulgação do E-book produzido, esclarecendo o objetivo da proposta, haja vista o contexto da educação atual que acolhe um público diverso, mas nem sempre valoriza a forma como ele aprende, nem a explora. Todo o momento serve como um momento teórico-prático que visou fornecer aos professores uma visão de empatia, respeito, acolhida a quem está na escola diariamente e, ainda assim, nem sempre é enxergado e respeitado enquanto sujeito de direitos que é, embora muitas sejam as garantias construídas à base de muita luta.

Essa etapa da pesquisa foi fundamental para consolidar a relação entre teoria e prática, além de fortalecer a parceria entre a academia e a escola. A experiência demonstrou que a formação continuada de professores é um elemento-chave para a implementação de práticas inclusivas e inovadoras, contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de todos os alunos, especialmente daqueles com autismo.

Destarte, é útil e urgente disponibilizar um recurso que sirva de suporte e mote para um ensino de ciências inclusivo de fato, oriundo do anseio de diversos outros profissionais que relatam e vivem a lacuna advinda do desconhecimento de recursos como o *PhET* os quais são valiosos na promoção de uma educação equânime e de qualidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com vistas em tudo que fora discutido, resta evidente que as simulações virtuais do PhET promovem um ensino inclusivo no que tange à área de Ciências da Natureza. Ao planejar e executar estratégias pedagógicas que se adaptem às necessidades dos estudantes via Tecnologia Assistiva (TA), a teoria da educação inclusiva emerge na realidade da sala de aula, considerando que as TA compreendem produtos e serviços que promovem a funcionalidade e a inclusão. Essa possibilidade liga-se ao avanço das tecnologias e sua incorporação no âmbito da educação, repercutindo na criação de laboratórios virtuais que simulam experimentos na tela de um computador, celular ou outro aparelho.

Essa ferramenta é acessível porquanto se adequa aos estudantes, ajudando-os na compreensão de conceitos ligados às CN. Há promoção de autonomia e acesso ao ensino com o uso da TA de forma dinâmica. Em relação aos estudantes com TEA, as TA podem melhorar a interação entre pares, com o professor e com o objeto estudado. Nesse contexto, o laboratório virtual PhET auxilia no engajamento dos alunos à medida que exploram a plataforma e interagem com o ambiente simulado.

Desenvolvido na Universidade do Colorado, o PhET ainda é pouco explorado pelos professores de CN em sala, embora ele ofereça simulações de fenômeno naturais de forma gratuita, o que o torna um recurso pedagógico eficiente. Ao longo da pesquisa, foram exploradas algumas razões para esse não-uso apontado por teóricos da educação e pelos participantes da pesquisa, dentre os quais citam-se a falta de infraestrutura como impedimento para a efetivação da inclusão via TA e a falta de formação pedagógica direcionada para o campo das tecnologias e em relação aos alunos com TEA.

Nesse sentido, é importante que muitos obstáculos sejam superados para que haja a apropriação de tecnologias educacionais, como os laboratórios virtuais, a fim de que a aprendizagem seja uma experiência vivenciada sem discriminação e por meio de metodologias atrativas. Dessa forma, urge que haja realmente a implementação das garantias explícitas em diversos dispositivos legais nacionais voltadas para a promoção de justiça, equidade, bem-estar, dentre outros princípios que fortaleçam o projeto de inclusão a partir da educação.

Com a aplicação das entrevistas, a análise das respostas dos professores sobre o uso de tecnologia assistiva e, mais precisamente, quanto ao laboratório virtual PhET nas aulas de Ciências denotam que há um potencial da ferramenta para a construção da aprendizagem de alunos com TEA. A personalização da ferramenta e seu manifesto caráter interativo soma-se à capacidade de se adaptar às necessidades apresentadas pelos discentes.

A entrevista, organizada em blocos, compreende a identificação dos professores, os anos de experiência no magistério, os desafios vivenciados nas escolas quanto aos estudantes com TEA, a necessidade de capacitação e de recursos que fomentem sua atuação, dentre outros aspectos. As respostas mostram que é sentida a ausência de formação para que eles consigam ensinar de forma inclusiva.

Segundo demonstrado, os professores já fizeram uso de recursos tecnológicos em suas aulas, principalmente no período da pandemia quando houve a necessidade de adaptação abrupta ao ensino remoto. Nesse momento, muitos tiveram contato com ferramentas até então desconhecidas, mas que agregaram bastante na prática docente. No entanto, os profissionais se mostram despreparados e carentes de conhecimentos da área tecnológica aliada ao ensino.

Quanto ao uso do PhET, poucos demonstraram conhecimento sobre o recurso, o que reforça a discussão quanto aos desafios ligados ao uso do laboratório virtual em sala, sejam eles ligados à formação ou estrutura. Os participantes compreendem e conseguem até apontar possíveis benefícios da ferramenta, alertando quanto ao auxílio principalmente quanto ao ensino de conceitos mais abstratos presentes nos componentes curriculares das CN. Ao mesmo tempo que apontam a potencialidade, reconhecem os obstáculos intrínsecos à construção de um ensino-aprendizagem mais acessível.

Foi comum caracterizar o PhET como sendo capaz de acompanhar o ritmo de aprendizagem do aluno, utilizando recursos visuais e a segurança ao manipular virtualmente as variáveis dos experimentos sem oferecer risco. Para tanto, há que se ter um planejamento pautado no conhecimento dos estudantes a fim de conhecer as limitações e o que converge com sua aprendizagem. É importante que o professor contextualize a experiência do laboratório virtual antes, esclarecendo e mediando o que se pretende com a simulação.

Sobre o suporte oferecido pela instituição, os professores apontaram que conhecem as profissionais atuantes no AEE que acompanham e auxiliam os alunos

durante as aulas, mas não souberam indicar a existência de outros que pudessem contribuir com o trabalho dos professores nas aulas da grade integral.

Mediante os anseios percebidos na vivência docente do ensino de ciências da natureza, almejamos a construção de um e-book como produto educacional que promova a socialização de conhecimentos pertinentes apresentados nesta pesquisa os quais podem estimular práticas pedagógicas que façam uso do laboratório virtual ao trabalhar diversos objetos dos componentes curriculares. O material pode despertar os profissionais para a urgência da temática.

O e-book produzido como um dos produtos da pesquisa visa ampliar a discussão sobre inclusão, com ênfase no ensino de Ciências da Natureza, incentivando a implementação de propostas acessíveis a todos os estudantes, inclusive os com TEA. O e-book atualiza e instiga a uma nova visão para além da teoria encontrada em leis e documentos normativos que atualmente direcionam a ideologia da educação nos moldes atuais.

O material demonstra a ligação entre tecnologias assistivas, ensino de Ciências, estratégias inclusivas com foco no PhET, as quais podem ser integradas à prática docente dos componentes curriculares da área de Ciências. O e-book não supre ou substitui uma formação, mas complementa e serve de suporte para repensar a prática e as metodologias executadas. A BNCC orienta que o ensino de Ciências fortaleça e estimule a investigação, a análise crítica, a criatividade, a formulação de soluções a problemas e, nesse sentido, os estudantes com TEA também são alvos dessas condições na educação e merecem serem inseridos na aprendizagem por meio de uma educação científica consciente da singularidade do público contido na instituição.

Quanto ao encontro formativo proposto, a experiência foi rica em disseminação de conceitos e informações atuais e pertinentes. O foco recaiu sobre a educação inclusiva no ensino de Ciências, explorando o Laboratório Virtual PhET como potencializador de um ensino voltado para o outro, para suas particularidades. Nesse contexto, o uso de simulações virtuais pode responder à demanda da inclusão por muitos meios, ao passo que detém recursos que garantem acessibilidade a pessoas com deficiências, além das simulações apresentarem em sua estrutura diversas ferramentas que remetem à adaptação conforme o sujeito que acessa.

Na formação, foram abordados princípios inerentes à educação inclusiva no momento teórico. Já na prática, pretendeu-se explorar a plataforma PhET,

demonstrando sugestões de como explorá-la em aula, seus recursos, além de outras estratégias de caráter exequível e prático para o dia a dia. Enfatizou-se o simulador enquanto tecnologia assistiva flexível, de fácil acesso, aberto à pluralidade de público, além das muitas simulações possíveis de serem manipuladas on-line e off-line.

Houve contribuições significativas durante o encontro, a escuta de experiências e de angústias presentes na rotina dos docentes, considerando os desafios vivenciados só em estar em sala ministrando a muitos. Foi possível apresentar o Laboratório virtual e reviver a temática, chamando a atenção para a urgência apresentada, porquanto está totalmente ligada a toda e qualquer escola atualmente.

Certamente, é necessário reapresentar o tema diversas vezes e disseminá-la em outras instituições e públicos, no entanto essa oportunidade foi ímpar, porque reforçou a necessidade de atentarmos para o outro que merece o esforço de pesquisarmos, planejarmos aulas que contemplem as formas de aprendizagem presentes no espaço da sala de aula. Os produtos dessa dissertação não se limitam ao espaço acadêmico, mas têm espaço na vida real dos professores e estudantes que precisam não só ver e se atualizar, mas vivenciar estratégias inclusivas de ensino que resultam na garantia de aprendizagem.

Assim, é possível disseminar uma possibilidade de ensino de ciências e mitigar a carência apontada pelos professores quanto ao desconhecimento de recursos de TA que nos auxiliem na efetivação de aulas inclusivas. O e-book esclarece e informa sobre modelos de simulações de forma clara e direta, visando seu uso em sala de aula. Já o encontro formativo publiciza informações caras à rotina escolar, ao trabalho docente.

Com vistas ao que foi possível concluir e produzir em meio a esta pesquisa, resta a certeza de que, a partir do exposto, é possível explorar outras perspectivas dentro da temática, que aprofundem a discussão; pode-se pensar em pesquisas futuras que atentem para os anseios das famílias dos estudantes com TEA, os desafios enfrentados ao longo da trajetória da Educação básica, ouvindo-lhes, cedendo o espaço que não foi possível neste estudo.

Outras perguntas podem sugerir outros caminhos e investigações que se mostrem frutíferos no âmbito da busca por efetivar a proposta da educação inclusiva nos moldes vivenciados na educação do presente século. Enquanto isso, a presente dissertação mostrou-se relevante porque atenta para uma temática visível, urgente e

relevante, abrangendo vidas e chances de futuros que passam necessariamente pelo caminho da educação.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Daniela. **Os desafios da Educação da inclusiva: foco nas redes de apoio**. Nova Escola, 1 fev. 2013. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/554/os-desafiosda-educacao-inclusiva-foco-nas-redes-de-apoio>. Acesso em: 02 jan. 2023.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 5ª ed.. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013.
- APPOLINÁRIO, Fábio. **Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- ARANHA, Maria S. **Inclusão escolar: O que é? Por quê? Como fazer?** Curitiba: Appris. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/INCLUS%C3%83O-ESCOLARMaria-Teresa-Egl%C3%A9-Mantoan-Inclus%C3%A3o-Escolar.pdf>.
- ARAÚJO, José Carlos de Sousa; GONÇALVES, Andriele de Oliveira Soares; GUEDES, Sumaya Ferreira. Tecnologias assistivas digitais e aplicativos móveis para o ensino de química em libras: mapeamento das produções científicas do período 2018-2022. **Cenas Educacionais**, v. 6, 2023.
- ARAÚJO, Karlane Holanda; DE PAULO, Adriano Ferreiro. O Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio: o desafio de inserir o campo temático da educação inclusiva na formação de professores. *Revista Espaço Acadêmico*, n. 176, jan. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma ABNT NBR 15287: Diretrizes para elaboração de projetos de pesquisa**. São Paulo: ABNT, 2024.
- BARNARD, J. **História e teoria na antropologia**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- BERSCH, Rita. **Tecnologia Assistiva: uma introdução**. Porto Alegre: Assistiva, 2008.
- BETTELHEIM, B. **A fortaleza vazia: Autismo infantil e o nascimento do eu**. New York: The Free Press, 1967.
- BOLOURIAN, Yasamin; STAVROPOULOS, Katherine KM; BLACHER, Jan. **Autism in the Classroom: Educational Issues across the Lifespan**. Grantee Submission, 2019.
- BOSA, Cleonice. **Autismo: atuais interpretações para antigas observações. Autismo e educação: reflexões e propostas de intervenção**, v. 1, p. 21-39, 2002.

BRASIL. **Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011.** Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 nov. 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2023:** avanços e desafios na tecnologia. Disponível em: [CIEB](#). Acesso em: 12 jan. 2025.

BRASIL. **LEI Nº 7.853, de 24 de outubro de 1989.** Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Disponível em: [L7853](#).

BRASIL. **Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994.** Concede passe livre às pessoas com deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 jun. 1994. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8899.htm. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. **LEI Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 27833, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 27 dez. 2024.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEESP, 2008.

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. Disponível em: [L12764](#).

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). Disponível em: [L13146](#).

BRASIL. **Lei nº 13.370, de 12 de dezembro de 2016.** Altera a Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, para assegurar às pessoas com deficiência visual acesso a obras intelectuais publicadas em formato acessível e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 dez. 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13370.htm. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.626, de 19 de julho de 2023.** Dispõe sobre [insira a ementa da lei ou seu tema principal]. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. [número da página], 19 jul. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14626.htm. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 27 dez. 2024.

BRASIL. **Pela primeira vez, Ministério da Saúde inclui tratamento do Transtorno do Espectro Autista na Política Nacional da Pessoa com Deficiência**. Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: Pela primeira vez, Ministério da Saúde inclui tratamento do Transtorno do Espectro Autista na Política Nacional da Pessoa com Deficiência — Ministério da Saúde.

CAHYO ADI KISTORO, Hanif *et al.* Teachers' Experiences in Character Education for Autistic Children. **International Journal of Evaluation and Research in Education**, v. 10, n. 1, p. 65-77, 2021.

CAI, Yiyu *et al.* Design and development of VR learning environments for children with ASD. **Interactive Learning Environments**, v. 25, n. 8, p. 1098-1109, 2017.

CAVALCANTI, A. S. Olhares epistemológicos e a pesquisa educacional na formação de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 4, n. 4, p. 983-998, 2014.

CHENG, Yufang *et al.* Investigating mobile emotional learning for children with autistic spectrum disorders. **International Journal of Developmental Disabilities**, v. 64, n. 1, p. 25-34, 2018.

COSTA, Leoni Ventura *et al.* Integração das Metodologias Ativas na Nova Estrutura Curricular do Ensino Médio: um estudo de livros didáticos de Ciências da Natureza. **Cadernos de Educação**, n. 67, 2023.

COX, Sarah K.; ROOT, Jenny R. Modified schema-based instruction to develop flexible mathematics problem-solving strategies for students with autism spectrum disorder. **Remedial and Special Education**, v. 41, n. 3, p. 139-151, 2020.

CRUZ, Davi Oliveira da; SILVA, Emanuel Fagundes Bezerra da; AMORIM, Nathalia Maria de. Novo ensino médio e educação inclusiva: gestão da diversidade como ferramenta de transformação. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 5, n. 9, 2024.

CUNHA, Eugênio. **Autismo e inclusão: psicopedagogia e práticas educativas na escola e na família**. Digitaliza Conteúdo, 2020.

DAMASCENO, Luciana Lopes; GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. **As novas tecnologias como tecnologia assistiva: utilizando os recursos de acessibilidade na educação especial**. In: III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial—CIIEE, 2002.

DE MATTOS, L. K.; NUERNBERG, A. H. Reflexões sobre a inclusão escolar de uma criança com diagnósticos de autismo na Educação Infantil. **Revista Educação Especial**, v. 1, n. 1, p. 129–141, 2011. DOI: 10.5902/1984686X1989. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/1989>. Acesso em: 5 jan. 2023.

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Werner da; GHIGGI, Caroline Maria. **MÉTODO TRADICIONAL X APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: INVESTIGAÇÃO NA AÇÃO DOS PROFESSORES DE FÍSICA.** Aprendizagem Significativa em Revista, 2015. Disponível em: Microsoft Word - ASR_100 revisado_2. Acesso em: 20 abr. 2025.

DE VASCONCELOS, Flávia Cristina Gomes Catunda. **Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química.** X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015.

ESCOLA DE ENSINO MÉDIO EM TEMPO INTEGRAL MONSENHOR ANTONINO. Projeto Político Pedagógico. Guaraciaba do Norte, 2024.

FAGE, Charles *et al.* An emotion regulation app for school inclusion of children with ASD: Design principles and evaluation. **Computers & Education**, v. 131, p. 1-21, 2019.

FERREIRA DE SOUSA, Paloma Greicy; SAIGH JURDI, Andrea Perosa; BAPTISTA DA SILVA, Carla Cilene. **O uso da tecnologia assistiva por terapeutas ocupacionais no contexto educacional brasileiro: uma revisão da literatura.** Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar, v. 23, n. 3, 2015.

FERNÁNDEZ-BATANERO, José María *et al.* Assistive technology for the inclusion of students with disabilities: a systematic review. **Educational technology research and development**, v. 70, n. 5, p. 1911-1930, 2022.

FIGUEIREDO E PAULA, Helder de. Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 75–103, abril 2017.

FONSECA, Maildson Araújo. **O ensino de ciências da natureza e a inclusão de aluno com TEA: Interações possíveis e necessárias com a sala de Recursos Multifuncionais.** Tese – Universidade Federal do Mato Grosso, 2022.

GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. **Tecnologia Assistiva para uma Escola Inclusiva: Apropriação, Demandas e Perspectivas.** Universidade Federal da Bahia, 2009.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. **Revisão sistemática da literatura: Conceituação, produção e publicação.** Logeion: Filosofia da Informação, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 2 ago. 2023.

GESCHWIND, D. H.; LEVITT, P. **Transtornos do espectro autista: Síndromes de desconexão no desenvolvimento.** Current Opinion in Neurobiology, 17(1), 103-111. doi: 10.1016/j.conb.2007.01.009. 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6a. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Lílian Amâncio de Pinho *et al.* **Simuladores de química disponíveis no**

PhET Colorado: um estudo de caso para o conteúdo densidade de massa. 2017.

GRANDIN, Temple. **O cérebro autista: pensando através do espectro**. São Paulo: Best Seller, 2013.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2015.

LAPA, Jancarlos Menezes. **Laboratórios virtuais no ensino de física: novas veredas didático-pedagógicas**. Universidade Federal da Bahia, 2008.

LIMA, Cândice da Silva. **Eficácia de um programa de comunicação alternativa aplicado a grupos de escolares com deficiência intelectual**. 2008. 228f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

LIMA, Márcia. **O uso da entrevista na pesquisa empírica**. São Paulo: Sesc/CEBRAP, 2016. Disponível em: [1507668143662883762.pdf](https://www.sesc.org.br/cebrap/1507668143662883762.pdf).

LOPES, Caroline Oliveira. **Transtorno do Espectro autista: um estudo bibliográfico sobre a evolução do conceito e as estratégias de inclusão propostas no período de 1996 a 2020**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS. Traduzido por NASCIMENTO, Maria Inês Corrêa Nascimento ... *et al.* Porto Alegre: Dados eletrônicos, 5ª ed., 2014. Disponível em: [DSM V - português.pdf - Google Drive](#).

MANTOAN, Maria Teresa Égler. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2006.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003

MARRA, Nayara Nogueira Soares *et al.* Atividade experimental de química para uma turma inclusiva com um estudante cego: a importância do estudo do contexto. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 14-30, 2017.

MARTINS, Ingrid da Silva; PEREIRA, Grazielle Rodrigues. O ensino de Ciências para crianças com transtorno do espectro autista sob a perspectiva histórico-cultural. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, N.1 – janeiro/abril 2021.

MENDES, Enicéia Gonçalves. Inclusão escolar de alunos com deficiência: o que as pesquisas revelam. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 31, p. 67-86, jan./abr. 2006.

MENDONÇA, Eliane Silva de; SOUSA, Letícia Andrade. Estratégias inclusivas no ensino de Ciências para alunos com TEA: possibilidades didáticas. **Revista Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 16, n. 42, p. 121-138, jan./mar. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Programa educação inclusiva: Direito a Diversidade**. Brasília: [s.n.], 2004. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/194-secretarias-112877938/secad-educacao-continuada-223369541/17434-programa-ed ucacaoinclusiva-direito-a-diversidade-novo](http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/194-secretarias-112877938/secad-educacao-continuada-223369541/17434-programa-ed-ucacaoinclusiva-direito-a-diversidade-novo). Acesso em: 29 dez. 2022.

MORAIS, Camila Fernandes. **A educação nos dias atuais: considerações acerca do perfil do professor do século XXI**. UNICEPLAC, 2022. Disponível em: Versão Final - Camila Fernandes Moraes - Corrigida.docx.

MPELLA, Maria *et al.* The Effects of a Theatrical Play Programme on Social Skills Development for Young Children with Autism Spectrum Disorders. **International Journal of Special Education**, v. 33, n. 4, p. 828-845, 2019.

NASCIMENTO, Fabrício Crispim do; CHAGAS, Gardênia Santana das; CHAGAS, Francinaldo Santana das. As tecnologias assistivas como forma de comunicação alternativa para pessoas com transtorno do espectro autista. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 16, 4 de maio de 2021. Disponível em: [https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/16/as-tecnologias-assistivas-como-forma-de-comunicacao-alternativa-para-pessoas-com-transtorno-do espectro-autista](https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/16/as-tecnologias-assistivas-como-forma-de-comunicacao-alternativa-para-pessoas-com-transtorno-do-espectro-autista).

NETTO, Miguel Rodrigues; CARVALHO, Rebeca Ferreira. Desafios e possibilidades de inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais por intermédio das tecnologias digitais da informação e comunicação. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 22, n. 236, p. 48-58, 2022.

OLIVEIRA, Darlei Gutierrez Dantas Bernardo. **Utilização de laboratórios virtuais de aprendizagem para o ensino remoto de química experimental**. Instituto Federal da Paraíba, 2022.

OLIVEIRA, Sebastião Luís de; SIQUEIRA, Adriano Francisco; ROMÃO, Estaner Claro. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: estudo comparativo entre métodos de ensino**. Bolema: Boletim de Educação Matemática, v. 34, p. 764-785, 2020.

OLIVEIRA, Soraia Napoleão Freitas de; SCHIMIDT, Maria Célia Marcondes. Educação inclusiva e autismo: práticas pedagógicas e formação docente. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 32, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/37985>. Acesso em: 2 maio 2025.

OLIVEIRA, Thiago Barreto de. O direito das pessoas portadoras do transtorno de espectro autista (TEA). **REER**, v9, n.2, p. 78 – 94, 2023.

OMOTE, Sadao. **Deficiência e preconceito**. São Paulo: Memnon, 1994.

PACHECO, Zaryf Araj Dahroug; HARDOIM, Edna Lopes. Percepção de professores da educação básica pública do estado de mato grosso sobre os desafios da educação inclusiva e do novo ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, v. 15, 2024.

PASQUALINI, Juliana Campregher; LAVOURA, Tiago Nicola. A transmissão do conhecimento em debate: estaria a pedagogia histórico-crítica reabilitando o ensino tradicional? **Educação em Revista**. 2020. Disponível em: scielo.br/j/edur/a/55XqZmZcLSZQ9xLKg94ChtR/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 20 abr. 2025.

PAULA, Helder de Figueiredo e. Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências. **RBPEC**, abril 2017.

PEREIRA, Maria das Graças da Silva Nunes; COSTA E SILVA, Jusciane da Costa e Silva. **O uso de laboratórios virtuais nas aulas de circuito elétrico**. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFRSA, 2022.

PISCHETOLA, Magda; MIRANDA, Lyana Thédiga de. Metodologias ativas: uma solução simples para um problema complexo? **Revista Educação e Cultura contemporânea**, v. 16, n. 43, 2019.

PROENÇA, Maria Fernanda Rocha *et al.* A tecnologia assistiva aplicada aos casos de Transtorno do Espectro do Autismo (TEA). **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, Vol.Sup.31, 2019.

QUEIROZ, Aristides Costa de. Tecnologias assistivas na educação a distância. **EmRede-Revista de Educação a Distância**, v. 6, n. 2, p. 349-359, 2019.

RAYMUNDO, Taiuani; GIL, Henrique; BERNARDO, Lilian. Desenvolvimento de projetos de inclusão digital para idosos. **Revista de Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, v. 24, n. 3, p. 22-44, 2019.

RIBEIRO, Joane Lopes; LUSTOSA, Ana Valéria Marques Fortes. Tecnologia assistiva: atendimento educacional especializado de alunos com autismo na pandemia. **Revista Interinstitucional Artes de Educar**, v. 8, n. 3, p. 667-688, 2022.

ROCHA, Eucenir Fredini; DO CARMO CASTIGLIONI, Maria. Reflexões sobre recursos tecnológicos: ajudas técnicas, tecnologia assistiva, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 16, n. 3, p. 97-104, 2005.

RODRIGUES, P. C. R. **Multiculturalismo – A diversidade cultural na escola**. Escola Superior de Educação João de Deus. Lisboa, 2013.

SACKS, O. **Um antropólogo em Marte**. São Paulo: Schwarcz, 1995.

SAMPAIO, Ligia Maria Tavares; MAGALHÃES, Célia Jesus Silva. **Formação do professor na educação inclusiva e TEA**. V CONEDU, 2018.

SANTOS, Aline Coêlho dos; FERNANDES, Fabiana Santos; SILVA, Juarez Bento da. O uso de laboratórios *online* no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v.4, n.1, p: 143-159, jan/jun 2017.

SANTOS, Lucirino Fernandes *et al.* **Inclusão educacional da criança com autismo**: estudo das tecnologias assistivas para ambientes digitais de aprendizagem. 2019.

SANTOS, Rafael de Lima; BAPTISTA, Claudio Roberto. Inclusão escolar e o ensino de Ciências para alunos com autismo: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 23, e230014, 2018.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão**: Construindo uma sociedade para todos. Rio de Janeiro: WVA, 2010.

SILVA, M. A.; PEREIRA, J. S. Dificuldades enfrentadas por professores na inclusão de alunos com TEA. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 26, n. 4, p. 523-541, 2020.

SILVA, Maria Edineide. **Física e educação inclusiva**: um relato de experiência de estratégias para a inclusão de um estudante com TEA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2024.

SILVA, Maria Zildomar de Lima da; ARTUSO, Alysson Ramos. A evolução do pensamento social sobre o autismo: uma análise a Lei 3.760/2018 do município de Paranaguá. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**, v.5, n.1, 76, 2020.

SILVEIRAI, Núbia Maria Gomes; SANTOS, Laissa Karen Faustino; STASCXAK, Francinalda Machado. Os desafios das crianças com autismo à Educação Inclusiva. *Ensino em Perspectivas*, v. 2, n. 4, p. 1-12, 2021.

SOBRINHO, Anderson Vicente de Jesus; OLIVEIRA, Daniel de. O uso de laboratórios virtuais pode minimizar as abstrações no ensino de física? **Revista Científica multidisciplinar**, vol. 4, n. 5, 2023.

SONZA, A. P.; KADE, A.; FAÇANHA, A.; REZENDE, A. L. A.; NASCIMENTO, G. S.; ROSITO, M. C.; BORTOLINI, S.; FERNANDES, W. L. (org.). **Acessibilidade e tecnologia assistiva**: pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais. Bento Gonçalves: IFRS, 2013.

SOUZA, Divina I.; VIEIRA, Adriele A.; CASTELAN, Lia P.. **Metodologias ativas e educação inclusiva**: construção de um e-book para o auxílio em aulas. IFMG, 2022. Disponível em: [Vista do METODOLOGIAS ATIVAS E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: construção de um e-book para o auxílio em aulas.](#)

SOUZA, José Rafael Xavier de; TAVARES, Thiago Passos; MOTA, Marlton Fontes. Um olhar inclusivo sobre os direitos e garantias das pessoas neurodivergentes e neuroatípicas. **Interfaces Científicas**, v.9, N.3, p. 216 – 229, 2024.

STEINBRENNER, Jessica R. *et al.* **Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism**. FPG child development institute, 2020.

TAGER-FLUSBERG, H. Definindo fenótipos de linguagem no autismo. **Clinical Neuroscience Research**, 6(3-4), 219-224. doi: 10.1016/j.cnr.2006.07.001. 2006.

TECNOLOGIA. In: CONCEITO.de. 2019. Disponível em: [Tecnologia - O que é, conceito e definição.](#)

UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e99220-e99220, 2020.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1993.

VIEIRA, Camila Mugnai; OMOTE, Sadao. Atitudes sociais de professores em relação à inclusão: formação e mudança. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 27, 2021.

WILLIAMS, C. **Compreendendo o autismo**: Pais, médicos e a história de um transtorno. Princeton: Princeton University Press, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **International Classification of Functioning Disability and Health**. Genebra, 2001.

YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. 2a. ed. New York: The Guilford Press, 2016.

APÊNDICES

Apêndice A – Declaração de autorização da Instituição



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
5ª COORDENADORIA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – CREDE 5
EEMTI MONSENHOR ANTONINO
CNPJ: 07.954.514/0365-88
INEP: 23009578



DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

Guaraciaba do Norte, 04 de Outubro de 2024

Eu, **Klênio Pontes Bezerra** Gestor Adjunto da Unidade Escolar EEMTI Monsenhor Antonino, declaro, a fim de viabilizar a execução do projeto de pesquisa intitulado “Laboratório virtual Phet: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA”, sob a responsabilidade da pesquisadora **Wallysabel Araujo Veras** e sob a orientação do pesquisador **Antônio Roberto Coelho Serra** que a **Unidade Escolar Básica EEMTI Monsenhor Antonino**, localizada conforme Resolução CNS/MS 466/12, assume a responsabilidade de fazer cumprir os Termos da Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde e demais resoluções complementares à mesma (240/97, 251/97, 292/99, 303/2000, 304/2000, 340/2004, 346/2005 e 347/2005), viabilizando a produção de dados da pesquisa citada, para que se cumpram os objetivos do projeto apresentado.

Esperamos, outrossim, que os resultados produzidos possam ser informados a esta instituição por meio de Relatório anual enviado ao CEP ou por outros meios de praxe.

De acordo e ciente,

Documento assinado digitalmente



KLÊNIO PONTES BEZERRA

Data: 04/10/2024 08:16:33 -0300

Verifique em: <https://validar.br.gov.br>

Klênio Pontes Bezerra

CPF:

Apêndice B – Declaração do pesquisador



DECLARAÇÃO DO PESQUISADOR

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do maranhão

Eu Wallysabel Araújo Veras, pesquisadora responsável da pesquisa intitulada **“Laboratório virtual PhET: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA”**, tendo como pesquisador participante Antônio Roberto Coelho Serra, declaramos que:

- Assumimos o compromisso de cumprir os Termos da **Resolução nº 466/12**, do CNS. Os materiais e os dados obtidos ao final da pesquisa serão arquivados sob a responsabilidade de Wallysabel Araújo Veras e Antônio Roberto Coelho Serra da área da Educação da EEMTI Monsenhor Antonino responsável pelo descarte dos materiais e dados, caso os mesmos não sejam estocados ao final da pesquisa.
- Não há qualquer acordo restritivo à divulgação pública dos resultados;
- Os resultados da pesquisa serão tornados públicos através de publicações em periódicos científicos e/ou em encontros científicos, quer sejam favoráveis ou não, respeitando-se sempre a privacidade e os direitos individuais dos participantes da pesquisa;
- O CEP/UEMA será comunicado da suspensão ou do encerramento da pesquisa por meio de relatório circunstanciado apresentado anualmente ou na ocasião da suspensão ou do encerramento da pesquisa com a devida justificativa;
- O CEP/UEMA será imediatamente comunicado se ocorrerem efeitos adversos resultantes desta pesquisa com o participante da pesquisa;
- Esta pesquisa ainda não foi realizada.

Guaraciaba do Norte - CE, 04 de outubro 2024

Wallysabel Araújo Veras

CPF:

Antônio Roberto Coelho Serra

CPF:

Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prezado(a) Professor(a)

O (a) senhor (a) está sendo convidado para participar como voluntário(a) de uma pesquisa que será realizada sobre “**Laboratório virtual PhET: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA**”, a ser realizada na escola durante os meses de outubro, novembro e dezembro do ano letivo de 2024. A pesquisa faz parte do projeto de mestrado da discente Wallysabel Araújo Veras, do Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva – PROFEI vinculado a Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, sob a orientação do professor Antônio Roberto Coelho Serra.

É necessário que antes de termos sua permissão para a participação na pesquisa, é importante que entenda a finalidade da mesma e como ela se realizará. Portanto, leia atentamente as informações que seguem:

O objetivo da pesquisa analisar a efetividade da incorporação do Laboratório virtual *PhET Simulations* no contexto de aulas experimentais de Ciências da Natureza, visando auxiliar o processo de aprendizagem de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Nesse sentido, o presente estudo justifica-se pela necessidade de se estudar e debater ferramentas que propiciam a aprendizagem de todos os estudantes, neste sentido, o uso do *PhET Simulations* como tecnologia assistiva nas aulas práticas de ciências é importante pela sua capacidade de personalização e interatividade, permitindo adaptar o ensino às necessidades específicas dos estudantes. O ambiente virtual oferece uma plataforma segura e acessível, onde os alunos podem explorar conceitos científicos no seu próprio ritmo, minimizando sobrecargas sensoriais comuns no ambiente de laboratório tradicional. A visualização simplificada e a possibilidade de repetição das atividades facilitam a compreensão dos fenômenos, promovendo uma inclusão mais participativa e efetiva no processo de aprendizagem.

A participação do(a) professor (a) se dará por meio de entrevista semiestruturada antes e após a intervenção com a utilização do laboratório virtual Phet pelos alunos autistas. Para o uso dos simuladores será utilizado os tablets que os alunos receberam do Governo do Estado do Ceará ou os computadores do Laboratório de informática (LEI) da escola, será definido um cronograma junto a direção da escola e do professor (a) participante sobre dias e horários destinados para a intervenção com o uso do simulador com os alunos autistas participantes. Sendo que todo o processo será observado pela pesquisadora, realizando todas as anotações pertinentes para a coleta de dados durante esse período.

Esclarecemos que podem surgir alguns riscos ou desconfortos durante a participação do(a) professor(a), como reações diversas aos estímulos proporcionados, seja por meio das perguntas ou dos momentos práticos com os alunos autistas. Além disso, pode haver a possibilidade de não compreensão total do objeto de estudo, riscos relacionados à divulgação de informações confidenciais e a potencial tomada de tempo do(a) professor(a) para a participação nas atividades desenvolvidas. Com o intuito de minimizar os riscos será assegurado uma explicação clara sobre o objetivo do estudo, também será assegurado a confidencialidade em torno dos seus dados com uso de codinome. Além disto, será assegurado que o estudo seja suspenso temporariamente ou definitivamente caso você não queira mais participar.

Esclarecemos que a participação do(a) professor(a) é totalmente voluntário(a), podendo solicitar a recusa ou desistência de sua participação a qualquer momento, sem que isso acarreta qualquer ônus ou prejuízo. Esclarecemos também que ao longo de todas as fases da pesquisa e após a sua conclusão, serão assumidos os compromissos relacionados à preservação da segurança e do bem-estar dos participantes, garantindo

rigorosa preservação de sua identidade.

A pesquisa tem o potencial de contribuir para a integração contínua de ferramentas tecnológicas no ambiente escolar, promovendo um espaço inclusivo. Ela busca fomentar um ambiente onde o uso regular de tecnologia assistiva seja encorajado e se torne parte fundamental das práticas pedagógicas, proporcionando melhores oportunidades de aprendizagem para todos os alunos.

Esclarecemos ainda, que o participante não pagará ou será remunerados(as) pela participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da

pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente da participação. Sendo que a pesquisadora se responsabilizar por quaisquer danos que possam acontecer com o participante, garantindo uma indenização.

Dentre os benefícios esperados, o uso do laboratório virtual PhET pode estimular a aprendizagem de estudantes com TEA nas aulas de Ciências da Natureza, criando um ambiente inclusivo através de tecnologia assistiva que promove interação personalizada. Além de fortalecer habilidades sensoriais, cognitivas e sociais, essa abordagem ajuda a reduzir estigmas e proporciona momentos significativos. A pesquisa destaca a importância da inclusão no contexto escolar, valorizando a dignidade e o protagonismo dos alunos. Em um cenário mais amplo, o estudo pode inspirar outras instituições e pesquisas, demonstrando que a inclusão é viável com o uso de ferramentas como o PhET. Também apresentará como benefício a elaboração de um E-book, voltado para estratégias inclusivas que integrem simuladores virtuais PhET, de modo a potencializar o processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio, com foco na inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Espera-se que o E-book ofereça uma formação teórico-prática sobre o ensino inclusivo para estudantes com TEA, além de explorar as potencialidades pedagógicas do uso das simulações interativas. A proposta busca garantir que a perspectiva inclusiva oriente a prática pedagógica e promova uma vivência escolar acolhedora e acessível para todos os alunos e professores envolvidos.

Por fim, os resultados da pesquisa, estarão presentes em trabalhos apresentados em congressos e publicações científicas sem qualquer identificação dos participantes, contribuindo para as discussões acadêmicas acerca da temática estudada ampliando o conhecimento.

O (A) senhor (a) receberá uma cópia deste termo em que constam o telefone e o endereço eletrônico da pesquisadora responsável, podendo esclarecer quaisquer dúvidas, agora ou a qualquer momento posterior. Agradecemos e enfatizamos que a sua participação é de fundamental importância para realizar o processo de inclusão escolar do estudante autista com o uso de aplicativo educacional no ensino de ciências e que não identificaremos o (a) professor(a) em nenhuma etapa da pesquisa.

▪ DADOS DA PESQUISADORA RESPONSÁVEL

Nome: Wallysabel Araujo Veras

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão

Telefones: (88) 99964-0550

Endereço: Rua Olavo Oliveira Memória, nº 515, Bairro Jardim, Cep 62380-000, Guaraciaba do Norte -CE

E-mail: wallysabelveras@gmail.com

▪ DADOS DO PESQUISADOR ORIENTADOR

Nome: Antônio Roberto Coelho Serra

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão

Telefones: (98) 9108-5428

Endereço: Rua Pindaré, n 2, Condomínio Saquarema, Ap. 702, Bairro Ponta do Farol, Cep 65075-837, São Luís -MA

E-mail: roberto.serra@professor.uema.br.

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas, dirija-se ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pertencente ao Centro de Estudos Superiores de Caxias. Rua Quininha Pires, nº 746, Centro. Anexo Saúde. Caxias - MA. Telefone: (99) 3521-3938.

Guaraciaba do Norte – Ce, 04 de outubro de 2024.

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a)

Professor(a)

Wallysabel Araujo Veras

RG: _____

Antônio Roberto Coelho Serra

RG: _____



Apêndice D – Termo de consentimento livre e esclarecido para pais ou responsáveis legais

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS LEGAIS

Prezado(a) Responsável,

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada 'Laboratório Virtual PhET: Uma Proposta Inclusiva nas Aulas Experimentais de Ciências da Natureza para Alunos com TEA', coordenada pela pesquisadora Wallysabel Araújo Veras. O objetivo é analisar a efetividade do uso do Laboratório Virtual *PhET Simulations* para auxiliar o aprendizado de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) em aulas experimentais de Ciências da Natureza, considerando suas necessidades individuais e promovendo acessibilidade e adaptação por meio dessa tecnologia interativa.

Objetivo e Procedimentos

Com o PhET, os estudantes podem explorar conteúdos científicos no seu próprio ritmo, em um ambiente seguro e confortável, evitando situações de desconforto ou sobrecarga sensorial. As atividades são repetidas, mas algumas vezes necessárias, facilitando a compreensão dos conceitos e promovendo uma participação ativa nas aulas.

A participação de seu(seu) filho(a) envolve o uso do simulador PhET durante as aulas de Ciências da Natureza, com observação da pesquisadora que registrará dados para análise. Além disso, serão realizadas entrevistas semiestruturadas com os professores envolvidos antes e depois das atividades. Caso haja necessidade de registros de imagens ou áudios, isso será feito apenas com sua autorização, preservando a privacidade e a confidencialidade das informações.

Voluntariado e Anônimo

A participação do seu filho nesta pesquisa, assim como a de todas as partes envolvidas, será voluntária e não haverá qualquer tipo de remuneração ou pagamento. Em caso de alguma despesa resultante da participação do seu filho na pesquisa, o pesquisador será responsável por cobrir todas as despesas, se necessário. O consentimento pode ser retirado a qualquer momento, Ele poderá participar da atividade somente quando se sentir seguro e, e para isso será dado pelo pesquisador tempo necessário para que ele se organize emocionalmente”, sem prejuízo ou consequências negativas para o atendimento escolar. As informações coletadas serão usadas exclusivamente para esta pesquisa, garantindo o anonimato e evitando qualquer exposição negativa.

Benefícios da Pesquisa

A pesquisa tem o potencial de contribuir para a integração contínua de ferramentas tecnológicas no ambiente escolar, promovendo um espaço inclusivo. Ela busca incentivar o uso regular de tecnologia assistiva como parte essencial das práticas pedagógicas, proporcionando melhores oportunidades de aprendizagem para todos os alunos. Espera-se que o uso do laboratório virtual PhET possa estimular a aprendizagem dos estudantes com TEA nas aulas de Ciências da Natureza, criando um ambiente inclusivo que promova a interação personalizada.

Além de fortalecer habilidades sensoriais, cognitivas e sociais, essa abordagem ajuda a reduzir estigmas e proporciona momentos significativos. A pesquisa valoriza a inclusão no contexto escolar, promovendo a dignidade e o protagonismo dos alunos. Em um cenário mais amplo, o estudo pode inspirar outras instituições e pesquisas, demonstrando que a inclusão é viável com o uso de ferramentas como o PhET.

Riscos da Pesquisa

Esclarecemos que podem surgir alguns riscos ou desconfortos durante a participação, como reações diversas aos estímulos proporcionados nas atividades práticas com os alunos autistas. Além disso, existe o risco de divulgação involuntária de informações adicionais e a possibilidade de o(a) professor(a) envolvido(a) precisar se dedicar mais tempo às atividades. Para minimizar esses riscos, será fornecida uma explicação clara

sobre o estudo e garantida a confidencialidade dos dados, utilizando codinomes. A participação da atividade ocorrerá somente quando seu filho se sentir seguro e, e para isso será dado tempo necessário para que ele (a) se organize emocionalmente, lembrando também que pode ser suspensão temporária ou definitivamente a qualquer momento, se o(a) for responsável assim desejar.

Produtos da Pesquisa

Como resultado, a pesquisa também fornecerá um E-book com umas estratégias inclusivas, integrando os simuladores virtuais PhET. Esse material visa aprimorar o ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, com foco na inclusão de estudantes com TEA, oferecendo uma formação teórico-prática sobre práticas inclusivas.

Divulgação dos Resultados

Os resultados da pesquisa serão divulgados em congressos e publicações científicas, preservando a identidade dos participantes. Essa contribuição para o meio acadêmico pode ampliar o conhecimento sobre a inclusão no ensino de ciências.

Contato

O(a) senhor(a) receberá uma cópia deste termo, contendo o telefone e o endereço eletrônico da pesquisadora responsável, para que quaisquer dúvidas possam ser esclarecidas agora ou futuramente.

Agradecemos por sua participação e destacamos que sua contribuição é fundamental para promover a inclusão escolar de estudantes com TEA através de tecnologias educacionais.

DADOS DA PESQUISADORA RESPONSÁVEL

Nome: Wallysabel Araujo Veras

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Telefones: (88) 99964-0550

Endereço: Rua Olavo Oliveira Memoria, no 515, Bairro Jardim, Cep 62380-000, Guaraciaba do Norte -CE

E-mail: wallysabelveras@gmail.com

DADOS DO PESQUISADOR ORIENTADOR

Nome: Antônio Roberto Coelho Serra

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão

Telefones: (98) 9108-5428

Endereço: Rua Pindaré, nº 2, Condomínio Saquarema, Ap. 702, Bairro Ponta d'Farol, Cep 65075-837, São Luís -MA

E-mail: roberto.serra@professor.uema.br.

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas, dirija-se ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pertencente ao Centro de Estudos Superiores de Caxias. Rua Quinina Pires, no 746, Centro. Anexo Saúde. Caxias - MA. Telefone: (99) 3521-3938.

Guaraciaba do Norte – CE, 31 de outubro de 2024.

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) Pai ou Responsável legal

Wallysabel Araújo Veras RG: _____

Antônio Roberto Coelho Serra

RG: _____

Apêndice E – Termo/ registro de Assentimento Livre Esclarecido – TALE



TERMO/REGISTRO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO - TALE

- Olá, tudo bem?

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa chamada **"Laboratório virtual PhET: uma proposta Inclusiva nas aulas de Ciências para alunos com TEA"**. Essa pesquisa será feita na sua escola em **dezembro de 2024**.

A pesquisa faz parte do projeto de mestrado da professora **Wallysabel Araújo Veras**, que estuda na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e está sendo orientada pelo professor **Dr. Antônio Roberto Coelho Serra**.

- O que vamos fazer?

O nosso objetivo é usar o laboratório virtual chamado **PhET Simulations** para ajudar nas aulas de Ciências. Esse laboratório é um jeito de fazer atividades divertidas e práticas no computador, tablet ou celular, para entender melhor os conteúdos de Ciências. Você vai usar esses aparelhos para fazer essas atividades junto com seu professor.

- Você quer participar?

Se quiser participar, a pessoa que cuida de você (seu responsável) vai precisar assinar um papel chamado **Termo de Consentimento**. Esse papel serve para autorizar sua participação. Se algum dia você ou seu responsável mudarem de ideia, vocês podem desistir da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum problema para ninguém.

Se você não quiser participar das atividades, está tudo bem, ninguém vai ficar chateado com você.

- Tem algum risco?

É possível que você tenha algumas dúvidas ou que você se sinta desconfortável com as atividades, e entendamos que isso pode acontecer. Participar também pode exigir um pouco do seu tempo. Mas não se preocupe, pois estamos aqui para explicar tudo com clareza e garantir que seus dados e informações sejam mantidos em segredo.

Além disso, você poderá participar das atividades apenas quando se sentir seguro. Para isso, terá todo o tempo necessário para que você se organize emocionalmente e realize as atividades no seu ritmo. Caso, em algum momento, você ou seu responsável decida não continuar, poderá interromper a participação a qualquer momento, sem qualquer problema. Tudo isso para garantir que sua experiência na pesquisa seja positiva e respeite suas necessidades e seu bem-estar.

- O que você pode ganhar com isso?

Participando, você pode melhorar sua concentração e também aprender mais sobre Ciências de um jeito diferente e legal. Isso pode ajudar você a se desenvolver na escola, aumentando sua autonomia e participação nas aulas.

Os resultados dessa pesquisa podem ser apresentados em eventos científicos ou publicados em artigos, mas **ninguém vai saber que foi você** quem participou, isso é um segredo nosso.

Este documento está impresso em duas vias, sendo que uma cópia ficará com a pesquisadora e a outra será entregue a você ou o(a) seu(sua) cuidador(a). Para finalizar, vamos ler o que diz abaixo:

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos desse estudo e entendi tudo. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que aceito participar da pesquisa.

Guaraciaba do Norte – CE, ____ de _____ de 2024 .

Assinatura do estudante participante

Assinatura do(a) Cuidador(a) ou pessoa responsável

Documento assinado digitalmente
 WALLYSABEL ARAUJO VERAS
Data: 06/10/2024 00:58:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Wallysabel Araújo Veras RG: _____

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO ROBERTO COELHO SERRA
Data: 07/10/2024 11:25:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Antônio Roberto Coelho Serra RG: _____

▪ DADOS DA PESQUISADORA RESPONSÁVEL

Nome: Wallysabel Araújo Veras

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão Telefones:

(88) 999964-0550

Endereço: rua Olavo Oliveira Memória nº 515, Jardim, Cep 62380-000, Guaraciaba do Norte- CE E-mail: wallysabelveras@gmail.com

▪ DADOS DO PESQUISADOR ORIENTADOR

Nome: Antônio Roberto Coelho Serra Instituição:

Universidade Estadual do Maranhão Telefones:

(98) 91085428

Endereço: Rua Pindaré, n 2, Condomínio Saquarema, Ap. 702, Bairro Ponta do Farol, Cep 65075-837, São Luís -MA

E-mail: roberto.serra@professor.uema.br.

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar: CEP - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA) – CESC/UEMA.

Endereço: Rua Quininha Pires, nº 746, Centro.

CEP: 65620-050. Caxias-MA

Fone: (99) 35213938

Apêndice F – Termo de Compromisso de Utilização de Dados – TCUD



TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO DE DADOS – TCUD

Eu, **Antônio Roberto Coelho Serra** e **Wallysabel Araújo Veras** abaixo assinados, pesquisadoras envolvidas no projeto de título: "**Laboratório virtual PhET: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA**", nos comprometemos a manter a confidencialidade sobre os dados coletados nos arquivos (prontuários) da **EEMTI Monsenhor Antonino**, bem como a privacidade de seus conteúdos, como preconizam os Documentos Internacionais e a Resolução CNS nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Informamos que os dados a serem coletados dizem respeito a entrevistas sobre as vivências de docentes e intérpretes de Libras com o uso das tecnologias digitais na educação, suas percepções acerca das contribuições das tecnologias digitais para o ensino aprendizagem, as experiências com o uso da gamificação em sala de aula com intencionalidade pedagógica e sobre as estratégias inclusivas voltadas aos estudantes surdos. Ocorridos entre as datas de outubro a dezembro de 2024.

Guaraciaba do Norte-CE, 04 de outubro de 2024

Antônio Roberto Coelho Serra - RG: _____ - SSP - MA

Wallysabel Araújo Veras - RG: _____ - SSP - CE

Observação Importante:

TODOS OS PESQUISADORES QUE TERÃO ACESSO AOS DOCUMENTOS DO ARQUIVO DEVERÃO TER O SEU NOME e RG INFORMADO E TAMBÉM DEVERÃO ASSINAR ESTE TERMO. SERÁ VEDADO O ACESSO AOS DOCUMENTOS A PESSOAS CUJO NOME E ASSINATURA NÃO CONSTAREM NESTE DOCUMENTO

Apêndice G – Instrumento de Coleta de Dados



INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS PROFESSORES

Parte 1: Introdução (5 minutos)

- Apresentação do entrevistador e reafirmação do objetivo da entrevista.
- Garantir que o entrevistado se sinta à vontade e esclarecer qualquer dúvida inicial.

Parte 2: Background dos professores (5 minutos) Perguntas:

- Há quanto tempo você leciona Ciências da Natureza?
- Qual é a sua experiência anterior em lidar com estudantes com TEA?
- Você já utilizou tecnologias educacionais, como simulações, em suas aulas anteriores?

Parte 3: Percepção sobre o uso do *PhET Simulations* (15 minutos) Perguntas:

- Você está familiarizado(a) com as *PhET Simulations*?
- Como você vê o potencial das *PhET Simulations* em auxiliar o aprendizado de estudantes com TEA nas aulas de Ciências da Natureza?
- Quais são, na sua opinião, os pontos fortes e desafios específicos do uso dessas simulações com estudantes TEA?

Parte 4: Impacto observado (10 minutos) Perguntas:

- Se você utilizou o PhET com turmas de estudantes com TEA, você observou algum impacto na motivação, compreensão ou na interação social dos estudantes?
- Como você geralmente estrutura a introdução das simulações em sala

de aula com estudantes TEA?

Parte 5: Adaptações e suporte (10 minutes) Perguntas:

- É necessário realizar adaptações nas *PhET Simulations* para atender às necessidades dos estudantes com TEA?
- A escola oferece algum suporte adicional, como capacitação ou recursos, para auxiliar os professores na utilização eficaz das simulações para estudantes com TEA?

Parte 6: Considerações finais (5 minutes) Perguntas:

- Com base em sua experiência e percepção, qual seria o seu conselho para outros professores que desejam implementar o uso do *PhET Simulations* para estudantes com TEA?

Você tem mais algum comentário ou observação a acrescentar sobre o tema?

Pós-entrevista:

Passo 1: Transcrição - Transcrever as entrevistas gravadas (se autorizado pelo entrevistado).

Passo 2: Análise de dados - Analisar as respostas e identificar padrões de percepção, desafios e sugestões dos professores.

Passo 3: Relatório - Preparar um relatório de pesquisa resumindo as principais conclusões das entrevistas.

Apêndice H – Declaração de Isenção de Conflito de Interesse



DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Título: “Laboratório virtual PhET: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA”.

Eu, Wallysabel Araújo Veras, investigadora principal responsável pelo presente projeto de pesquisa a ser conduzido na escola Unidade de Ensino EEMTI Monsenhor Antonino, localizada na Rua Monsenhor Eurico, 892 – Bairro Cruz – Guaraciaba do Norte (CE), CEP. 62.380-000, – Fone: (88) 3652-2240, E-mail: c05_monsantonino@escola.ce.gov.br, a qual terá como colaborador o pesquisador Antônio Roberto Coelho Serra, declaro que não temos nenhum conflito de interesse que possam influenciar o resultado da pesquisa, tais como:

- Interesse financeiro no produto de teste como uma patente, marca registrada, direitos autorais ou acordo de licenciamento;
- Pagamentos significativos de quaisquer tipos, excluindo os custos de condução do estudo ou outros estudos clínicos;
- Interesse administrativo em utilizar o resultado da pesquisa para coagir, admitir ou demitir funcionários onde será realizada a pesquisa.

Guaraciaba do Norte-CE, 04 de outubro de 2024

Wallysabel Araújo Veras

RG: _____

Antônio Roberto Coelho Serra

RG: _____



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
5ª COORDENADORIA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – CREDE 5
EEMTI MONSENHOR ANTONINO
CNPJ: 07.954.514/0365-88
INEP: 23009578



DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

Guaraciaba do Norte, 04 de Outubro de 2024

Eu, **Klênio Pontes Bezerra** Gestor Adjunto da Unidade Escolar EEMTI Monsenhor Antonino, declaro, a fim de viabilizar a execução do projeto de pesquisa intitulado “**Laboratório virtual Phet: uma proposta inclusiva nas aulas experimentais de ciências da natureza para alunos com TEA**”, sob a responsabilidade da pesquisadora **Wallysabel Araujo Veras** e sob a orientação do pesquisador **Antônio Roberto Coelho Serra** que a **Unidade Escolar Básica EEMTI Monsenhor Antonino**, localizada conforme Resolução CNS/MS 466/12, assume a responsabilidade de fazer cumprir os Termos da Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde e demais resoluções complementares à mesma (240/97, 251/97, 292/99, 303/2000, 304/2000, 340/2004, 346/2005 e 347/2005), viabilizando a produção de dados da pesquisa citada, para que se cumpram os objetivos do projeto apresentado.

Esperamos, outrossim, que os resultados produzidos possam ser informados a esta instituição por meio de Relatório anual enviado ao CEP ou por outros meios de praxe.

De acordo e ciente,

Documento assinado digitalmente
KLEÊNIO PONTES BEZERRA
Data: 04/10/2024 08:18:35-0300
Verifique em <https://validar.ri.gov.br/>

Klênio Pontes Bezerra

CPF:

Apêndice I – Teste “Estrutura da matéria”.**Nome:** _____**Turma:** _____**Data:** ____/____/____**Parte 1: Questões Objetivas (Marque a alternativa correta)**

1. A matéria é composta por partículas muito pequenas chamadas de:
 - a) Células
 - b) Átomos
 - c) Moléculas
 - d) Elétrons
2. Os átomos são formados por três partículas fundamentais. Assinale a alternativa que as contém:
 - a) Prótons, nêutrons e elétrons
 - b) Moléculas, células e elétrons
 - c) Íons, prótons e células
 - d) Elétrons, moléculas e prótons
3. O núcleo do átomo é composto por:
 - a) Elétrons e moléculas
 - b) Prótons e nêutrons
 - c) Somente elétrons
 - d) Somente nêutrons
4. Qual dessas opções NÃO é uma propriedade da matéria?
 - a) Massa
 - b) Volume
 - c) Cor
 - d) Gravidade
5. O modelo atômico de Bohr se baseia na ideia de que:
 - a) Os elétrons giram ao redor do núcleo em órbitas bem definidas
 - b) O núcleo é composto por elétrons e prótons
 - c) Os átomos são indivisíveis e não possuem estrutura interna
 - d) Os elétrons estão distribuídos de forma aleatória dentro do átomo

Parte 2: Questões Analíticas (Responda de forma sucinta):

6. Explique a diferença entre átomo e molécula.
7. Qual é a relação entre os estados físicos da matéria e a organização das partículas?
8. Por que os átomos se unem para formar moléculas e compostos?

- Avaliação pós-aplicação dos simuladores:

Parte 3: Questão Interativa

9. **Desafio Visual:** Observe a imagem abaixo e identifique qual das representações corresponde ao modelo atômico de Rutherford. (*Inserir imagem de diferentes modelos atômicos, incluindo Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr*)
10. **Simulação** (*Para quem estiver usando o PhET Simulations*): Após explorar a simulação sobre estrutura atômica, descreva o que acontece quando você adiciona ou remove prótons do núcleo de um átomo.

- Questões Bônus (pontos extra):

Bônus 1: Se você pudesse criar um novo elemento químico, que nome daria a ele e por quê?

Bônus 2: Explique, de maneira criativa, como você ensinaria para um amigo o conceito de estrutura da matéria usando uma analogia simples.

Apêndice J – Folder distribuído no encontro formativo.



Atividades

O que você procura?

ENSINO

Na aba ENSINO, você pode explorar diversos recursos voltados para educadores e estudantes. Nela, disponíveis estão os seguintes itens: Atividades, Partilhe uma Atividade, Orientações para Contribuição de Atividade, Oficinas Virtuais e Dicas de uso PhET. Aproveite esse espaço para enriquecer sua prática pedagógica e compartilhar experiências!



Workshops Virtuais

Nesta sessão, você encontrará instruções sobre como utilizar as simulações do PhET de forma pedagógica, com estratégias sugeridas pela própria plataforma para potencializar o aprendizado em sala de aula.



<https://phet.colorado.edu/en/simulations/customize>






O PhET Simulation como Tecnologia Assistiva nas Aulas de Ciências da Natureza

Profª Wallysabel Veras



O que é o Phet

História

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto Simulações Interativas PhET da Universidade do Colorado em Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As Sims PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo e lúdico, onde eles aprendem através da exploração e da descoberta.



O que são simulações PhET?

As simulações PhET são ferramentas interativas e de alta qualidade projetadas para ajudar os alunos em todo o mundo a compreender conceitos complexos de maneira divertida e intuitiva. Essas simulações abrangem uma ampla gama de assuntos, incluindo física, química, biologia, ciências da terra e matemática. Ao fornecer uma experiência prática de aprendizagem, as simulações PhET preenchem a lacuna entre o conhecimento teórico e a compreensão prática.

Mais Sobre Design PhET

Para ajudar o envolvimento dos alunos em ciências e matemática através de investigação, simulações PhET são desenvolvidas usando os seguintes princípios de design:

- Incentivar a investigação científica
- Fornecer interatividade
- Tornar visível o invisível
- Mostrar modelos mentais visuais
- Incluir várias representações (por exemplo, objeto de movimento, gráficos, números, etc.)
- Use conexões com o mundo real
- Dar aos usuários a orientação implícita (por exemplo, através de controles de limite) na exploração produtiva
- Criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais



Acesso Offline

Computadores Windows/Mac

App para Desktop

○ PhET Desktop App contém todas as simulações HTML5 e Java, incluindo suas traduções, para usar quando quiser no Windows e macOS sem precisar estar conectado à internet.

Nota: Os protótipos de simulação não estão incluídos no PhET Desktop App. Para executar protótipos offline, eles devem ser baixados individualmente na página da Sim.

Sims Individuais

Sims HTML5 e Java individuais podem ser baixadas da página da Sim clicando no botão de download abaixo do nome da simulação, descoberta.

Celulares, Tablets e Chromebooks com Android

O aplicativo PhET para Android contém todas as simulações HTML5, incluindo suas traduções, para uso off-line em telefones e tablets Android e Chromebooks selecionados. Todos os rendimentos apoiam o desenvolvimento de novas simulações HTML5 e o aplicativo baixa automaticamente novas simulações HTML5.



Apêndice K – Outros registros da experiência.

Figura A1 – Pesquisadora explanando o folder no Encontro formativo.



Figura A2 – Estudante acessando as simulações no laboratório escolar.



Figura A3 – Frente da EEMTI Monsenhor Antonino.



Figura A4 – Interior da EEMTI Monsenhor Antonino.



Figura A5 – Bloco de salas de aula da EEMTI Monsenhor Antonino.

