



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 30

Bruno Soares da Silva

Práticas Inclusivas no Ensino de Física para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA): Um Guia para Adaptações Metodológicas e Avaliativas

Rio de Janeiro

2026

Bruno Soares da Silva

Práticas Inclusivas no Ensino de Física para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA): Um Guia para Adaptações Metodológicas e Avaliativas

Dissertação apresentada ao Polo 30 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. DSc Leonardo Mondaini
Coorientador: Prof. DSc Fábio Pascoal dos Reis

Rio de Janeiro
2026

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

S Soares da Silva, Bruno
 Práticas Inclusivas no Ensino de Física para estudantes
 com Transtorno do Espectro Autista (TEA): Um Guia para
 Adaptações Metodológicas e Avaliativas / Bruno Soares da
 Silva. -- Rio de Janeiro : UNIRIO, 2026.
 134

 Orientador: Leonardo Mondaini.
 Coorientador: Fabio Pascoal dos Reis.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado
 do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
 Física, 2026.

 1. Ensino de física. 2. Educação inclusiva. 3. Autismo.
 I. Mondaini, Leonardo, orient. II. Pascoal dos Reis,
 Fabio, coorient. III. Título.



UNIRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – PROFIS-UNIRIO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Bruno Soares da Silva

Título: “Práticas Inclusivas no Ensino de Física para Estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA): Um Guia para Adaptações Metodológicas e Avaliativas”

Aprovada pela Banca Examinadora

Rio de Janeiro, 12/06/2026

Documento assinado digitalmente



LEONARDO MONDAINI

Data: 15/06/2026 12:27:09-0300

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

Prof. Dr. Leonardo Mondaini
(orientador)

Documento assinado digitalmente



VALDEIR ANTONIO DA SILVA

Data: 12/06/2026 18:10:39-0300

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

Prof. Dr. Valdeir Antônio da Silva
(avaliador externo)

Documento assinado digitalmente



EDUARDO LIMA RODRIGUES

Data: 15/06/2026 09:36:15-0300

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

Prof. Dr. Eduardo Lima Rodrigues
(avaliador interno)

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente à minha esposa, cujo apoio e incentivo ao longo desse ciclo se constituíram em combustível determinante no desenvolvimento e conclusão do trabalho. À minha filha que, apesar de ainda não ter clara compreensão do que significa, tem na sua simples existência uma razão constante de resiliência e motivação. Aos meus orientadores, que desde o início e escolha do tema acreditaram na relevância da proposta. Não posso deixar de agradecer ao Colégio Militar do Rio de Janeiro, onde pude realizar o trabalho de pesquisa e aplicação do guia ao longo do ano letivo, além dos meus estudantes que, diariamente, ajudam a moldar a minha trajetória como professor com erros, acertos e um forte desejo de ser a cada dia um pouco melhor.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Epígrafe

"Eu quis dirigir-me aos estudantes mais inteligentes da turma... tentei encontrar o equilíbrio entre o rigor e a facilidade. Mas, ao mesmo tempo, quis garantir que, mesmo para um estudante que não conseguisse acompanhar todos os detalhes, ele ainda pudesse **captar o espírito da coisa**: a maneira como o físico olha para o mundo, o jeito como ele pensa, a natureza das leis e como elas se relacionam; para que, mesmo que ele não conseguisse resolver os problemas de cálculo, ele ainda pudesse entender do que se trata a Física."

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew.
Lições de física de Feynman: edição definitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008. v. 1.

RESUMO

A efetivação da inclusão escolar no Brasil enfrenta um hiato entre a garantia legal e a prática docente, especialmente no ensino de Física, cujas características de abstração e rigor matemático podem se tornar barreiras para estudantes neurodivergentes. Esta dissertação, vinculada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), investiga estratégias pedagógicas para o acolhimento de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no Ensino Médio. A pesquisa buscou responder à seguinte questão norteadora: como adaptar práticas pedagógicas e avaliativas no ensino de Física para estudantes com TEA no Ensino Médio, garantindo a acessibilidade ao conteúdo e mantendo o rigor científico em uma escola regular? O objetivo central foi desenvolver e validar um Produto Educacional — um Guia de Práticas Inclusivas — focado em instrumentalizar o docente para superar a insegurança técnica na realização de adaptações metodológicas e avaliativas. A fundamentação teórica ancora-se na perspectiva sociointeracionista de Vygotsky, utilizando a mediação para atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), e na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que propõe o uso do hiperfoco como âncora cognitiva para a estabilização de novos conceitos. A metodologia, caracterizada como pesquisa-ação, foi aplicada no Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ) e envolveu a construção de Planos Educacionais Individualizados (PEI) e a aplicação dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) para a neutralização de distratores linguísticos e visuais. Os resultados demonstraram que as adaptações não configuram "facilitação", mas a remoção de barreiras comunicacionais que permitem a emergência do potencial cognitivo real. A análise qualitativa e quantitativa revelou que a estudante com TEA alcançou desempenho satisfatório em avaliações formais adaptadas, validando a eficácia do guia como mecanismo de justiça pedagógica e inclusão equitativa no ensino de ciências.

Palavras-chave: Ensino de Física; Educação Inclusiva; Transtorno do Espectro Autista; Adaptação Curricular; Desenho Universal para a Aprendizagem.

ABSTRACT

The implementation of inclusive schooling in Brazil faces a significant gap between legal mandates and teaching practice, particularly in Physics education, where high levels of abstraction and mathematical rigor can become barriers for neurodivergent students. This dissertation, developed within the National Professional Master's in Physics Teaching (MNPEF), investigates pedagogical strategies for including students with Autism Spectrum Disorder (ASD) in High School. The research sought to address the following core question: how can pedagogical and assessment practices in Physics teaching be adapted for High School students with ASD to ensure content accessibility while maintaining scientific rigor in a mainstream school setting?. The primary objective was to develop and validate an Educational Product—a Guide for Inclusive Practices—aimed at equipping teachers to overcome technical insecurity when performing methodological and evaluative adaptations. The theoretical framework is anchored in Vygotsky's socio-interactionist perspective, utilizing mediation to act within the Zone of Proximal Development (ZPD), and Ausubel's Meaningful Learning Theory, which proposes using hyperfocus as a cognitive anchor to stabilize new concepts. The methodology, characterized as action research, was applied at the Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ) and involved the creation of Individualized Educational Plans (IEP) and the application of Universal Design for Learning (UDL) principles to neutralize linguistic and visual distractors. The results demonstrated that adaptations do not constitute "simplification," but rather the removal of communication barriers that allow the student's true cognitive potential to emerge. Qualitative and quantitative analyses revealed that the student with ASD achieved satisfactory performance in adapted formal assessments, validating the effectiveness of the guide as a mechanism for pedagogical justice and equitable inclusion in science education.

Keywords: Physics Teaching; Inclusive Education; Autism Spectrum Disorder; Curricular Adaptation; Universal Design for Learning.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE – Atendimento Educacional Especializado

APA – American Psychiatric Association

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CAUNI – Carreiras Universitárias

CMRJ – Colégio Militar do Rio de Janeiro

DSM-5 – Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais)

DUA – Desenho Universal para Aprendizagem

FGB – Formação Geral Básica

IA – Inteligência Artificial

LBI – Lei Brasileira de Inclusão

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

ONU – Organização das Nações Unidas

PCD – Pessoa com Deficiência

PEI – Plano Educacional Individualizado

PNEE – Política Nacional de Educação Especial

SAEE – Seção de Atendimento Educacional Especializado

SBF – Sociedade Brasileira de Física

STF – Supremo Tribunal Federal

TDAH – Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade

TEA – Transtorno do Espectro Autista

UNIRIO – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1.	Introdução	11
2.	Revisão Bibliográfica de Trabalhos Correlatos: Estado da Arte	12
3.	Marco Legal Da Educação Inclusiva No Brasil E Seus Desdobramentos	15
4.	A Inclusão De Estudantes Com TEA: Uma Olhar Para A Contribuição Acadêmica	16
5.	Fundamentação Teórica De Aprendizagem	18
6.	Base Didática Para O Ensino De Física	25
7.	O transtorno do Espectro Autista: O que esperar de um estudante neurodivergente?	38
8.	Metodologia de Pesquisa	42
9.	Metodologia de Aplicação do Produto Educacional	50
10.	Resumo do guia para adaptações de avaliações	56
11.	Resultados e discussões	64
12.	Conclusões e considerações finais	72
13.	Referências	75
	Anexo A: Produto educacional	i

1. Introdução

A educação inclusiva no Brasil sustenta-se em um arcabouço jurídico-normativo que reflete a transição paradigmática de um modelo de integração segregada para uma perspectiva de inclusão plena e efetiva. Esse movimento é impulsionado por marcos internacionais, como a Declaração de Salamanca (1994), e nacionais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996), que estabelece a obrigatoriedade de que o atendimento a pessoas com deficiência ocorra, preferencialmente, na rede regular de ensino. Mais recentemente, a promulgação da Lei Berenice Piana (Lei nº 12.764/2012) e da Lei Brasileira de Inclusão (LBI - Lei nº 13.146/2015) ratificou o status de pessoa com deficiência aos indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), garantindo-lhes o direito inalienável ao acesso, à permanência e à participação efetiva no ambiente escolar por meio da eliminação de barreiras pedagógicas (BRASIL, 2015).

A despeito das garantias legais, a inclusão efetiva enfrenta obstáculos severos em disciplinas de Ciências Exatas, notadamente no ensino de Física. O caráter inerentemente abstrato dos conteúdos, aliado ao uso intensivo da linguagem matemática, atua como uma barreira para estudantes com TEA, que podem apresentar dificuldades no processamento de conceitos implícitos ou enunciados ambíguos. Segundo Orrú (2012), a escola muitas vezes falha ao focar excessivamente no déficit biológico, ignorando que a aprendizagem é um processo mediado e social. Sem o suporte adequado, esses estudantes são segregados do processo de construção do conhecimento devido ao despreparo docente e à escassez de materiais didáticos que respeitem a singularidade cognitiva da neurodiversidade.

A justificativa para esta pesquisa reside na lacuna observada tanto na literatura acadêmica quanto na prática avaliativa cotidiana. Mapeamentos realizados na última década demonstram que, embora haja um crescimento no interesse pelo tema, as pesquisas voltadas especificamente para o ensino de Física e TEA ainda são incipientes. Conforme aponta Camargo (2012), a inclusão no ensino de ciências demanda uma revisão das estratégias de mediação para que o conhecimento científico não se torne um elemento de exclusão. Nota-se uma carência crítica de diretrizes para a avaliação da aprendizagem; o docente frequentemente carece de protocolos para aferir o conhecimento de forma adaptada, sem reduzir o rigor científico (ROCHA; SOUZA, 2023). Este trabalho busca preencher esse hiato, instrumentalizando o professor para realizar adaptações que removam o "ruído" da comunicação.

Diante deste cenário, a pesquisa busca responder à seguinte questão norteadora: como adaptar práticas pedagógicas e avaliativas no ensino de Física para estudantes com TEA no Ensino Médio, garantindo a acessibilidade ao conteúdo e mantendo o rigor científico em uma escola regular? O objetivo geral é desenvolver e validar um Produto Educacional — um Guia de Práticas Inclusivas — para auxiliar o docente em adaptações metodológicas e avaliativas. Especificamente, pretende-se identificar barreiras em métodos tradicionais, elaborar adaptações fundamentadas no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e validar a eficácia do guia por meio do desempenho acadêmico e do acompanhamento pedagógico (CASTRO, 2011).

O trabalho ancora-se na perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (2007), focando na mediação e na atuação sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal, e na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que propõe o uso de conhecimentos prévios como âncoras cognitivas. Marco Antônio Moreira (2011) reitera que, para que a aprendizagem seja de fato significativa, o material deve possuir significado lógico e o estudante deve manifestar uma predisposição para aprender, condição que este trabalho busca estimular através do uso do hiperfoco. Metodologicamente, caracteriza-se como uma pesquisa-ação de natureza qualitativa e quantitativa, aplicada no contexto do Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ).

A dissertação está organizada em capítulos que detalham a fundamentação teórica e legal, a metodologia de intervenção e a apresentação do Produto Educacional. Segue-se a análise dos resultados obtidos com o estudante atendido pelo Atendimento Educacional Especializado (AEE) e as considerações finais sobre a justiça pedagógica, reforçando que a verdadeira inclusão ocorre quando o acesso real ao conhecimento científico é garantido por uma mediação docente intencional e planejada.

2. Revisão Bibliográfica de Trabalhos Correlatos: Estado da Arte

A consolidação de práticas pedagógicas verdadeiramente inclusivas no Ensino de Física demanda, necessariamente, um mergulho na produção acadêmica recente a fim de identificar avanços e lacunas metodológicas. Todavia, a exploração desse campo revela um cenário de escassez que impõe desafios ao pesquisador e ao docente da educação básica. Esse hiato na literatura é corroborado pelo mapeamento realizado por Vilela e Araújo (2024), que, ao analisarem o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES na última década, identificaram apenas vinte trabalhos que relacionam diretamente o Ensino de Física ao Transtorno do Espectro Autista (TEA). Tal dado não apenas evidencia a urgência de novas investigações,

como também ratifica a necessidade de desenvolvermos ferramentas práticas e fundamentadas, como o guia proposto neste trabalho, capazes de suprir a carência de orientações específicas para a adaptação de processos de ensino e avaliação nesse componente curricular.

Ao analisar a produção acadêmica nacional sobre a interface entre o Ensino de Física e o Transtorno do Espectro Autista (TEA), observa-se um cenário de crescimento recente, porém ainda marcado por lacunas metodológicas. Segundo o mapeamento realizado por Vilela e Araújo (2024), que investigou teses e dissertações na última década, a maioria das propostas concentra-se no desenvolvimento de recursos didáticos para a facilitação do conteúdo. Nesse contexto, destacam-se estratégias voltadas ao suporte visual e à experimentação, que visam reduzir o nível de abstração inerente aos conceitos físicos.

Complementarmente, a discussão sobre a viabilidade de práticas pedagógicas em cenários com restrição de recursos é reforçada por Silva (2025), que destaca a eficácia de metodologias alternativas e práticas experimentais de baixo custo. O autor argumenta que a utilização de materiais acessíveis não apenas democratiza o ensino, mas permite uma transposição didática mais próxima da realidade do estudante.

No entanto, apesar da relevância desses recursos para o engajamento, nota-se uma carência de diretrizes específicas para a avaliação da aprendizagem. Conforme apontam Vilela e Araújo (2024), grande parte dos trabalhos acadêmicos detém-se na aplicação de sequências didáticas, mas oferece pouca fundamentação sobre como aferir o conhecimento de forma adaptada e processual. Essa ausência de protocolos validados reforça a necessidade do Guia proposto nesta dissertação, que busca integrar o rigor da Física à flexibilidade necessária para a inclusão escolar.

A investigação sobre o estado da arte revela que a articulação entre o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), o Ensino de Física e o Transtorno do Espectro Autista (TEA) configura-se como um campo de fronteira, marcado por uma acentuada escassez de produções em nível de pós-graduação *stricto sensu*. Embora o DUA se apresente como um referencial robusto para a inclusão, buscas sistemáticas em bases como o Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da CAPES não retornam publicações que integrem esses três pilares de forma específica no ensino de ciências exatas.

Esse cenário de lacuna é ratificado pelo mapeamento de Vilela e Araújo (2024), que, ao analisarem a produção brasileira entre 2013 e 2023, localizaram apenas sete dissertações de mestrado dedicadas ao ensino de Física para estudantes com TEA. É relevante notar que, apesar de tratarem da especificidade do público e da disciplina, a literatura não detalha a aplicação do

DUA como referencial metodológico central nessas produções, evidenciando que a convergência entre a acessibilidade física e a neurodiversidade ainda é uma área em maturação.

Em contrapartida, o suporte teórico para a escolarização do aluno com autismo encontra maior densidade nas áreas de Educação e Psicologia. Trabalhos precursores, como a tese de doutorado de Serra (2008) sobre a inclusão em classes regulares e a dissertação de Cruz (2009) acerca do acompanhamento escolar de adolescentes, oferecem subsídios fundamentais para a compreensão do processo inclusivo. Somam-se a estes as discussões de Fonseca (2009) sobre a identidade profissional docente diante desse público. Todavia, a transposição desses saberes para as especificidades didático-pedagógicas e avaliativas da Física permanece como um desafio em aberto, validando a urgência da proposta apresentada neste trabalho.

A análise da produção acadêmica nacional revela que a articulação entre o Transtorno do Espectro Autista (TEA), o Ensino de Física e o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) configura-se como um campo de fronteira ainda pouco explorado. Segundo o mapeamento de Vilela e Araújo (2024), entre 2013 e 2023, foram identificadas apenas sete dissertações de mestrado dedicadas especificamente ao ensino de Física para estudantes com TEA. Esse cenário de escassez é ainda mais acentuado quando se busca a integração do referencial do DUA nesse componente curricular, evidenciando uma lacuna científica que este trabalho se propõe a mitigar.

Para preencher esse hiato, a fundamentação teórica desta pesquisa ancora-se na perspectiva de inclusão incondicional defendida por Maria Teresa Mantoan. A autora sustenta que a escola deve se transformar para acolher a todos, em vez de exigir que o aluno se adapte a ela (MANTOAN, 2003). Essa filosofia converge com os marcos legais vigentes, como a LDB (Lei nº 9.394/96) e a Lei Berenice Piana (Lei nº 12.764/12), que garantem o direito de acesso e permanência do estudante com TEA na rede regular de ensino, desafiando a instituição a superar modelos de diferenciação individualizada ou currículos paralelos.

Nesse sentido, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) surge como a ferramenta prática para efetivar essa mudança de cultura escolar. Ao diversificar estratégias de ensino para a turma inteira, utilizando materiais táteis e narrativas contextualizadas, como as defendidas na literatura de áreas correlatas (SERRA, 2008; CRUZ, 2009), o DUA elimina barreiras pedagógicas de forma abrangente. Assim, o ensino de Física deixa de ser um exercício de 'ajuste pontual' para tornar-se um planejamento flexível onde a diferença é valorizada como potencializadora do aprendizado coletivo. O Guia aqui apresentado materializa essa visão, estruturando um ambiente acolhedor onde a acessibilidade pedagógica é o pilar da aprendizagem significativa.

3. Marco Legal Da Educação Inclusiva No Brasil E Seus Desdobramentos

A consolidação da educação inclusiva no Brasil é sustentada por um arcabouço jurídico que evoluiu do paradigma da integração para o da inclusão plena, buscando garantir não apenas o acesso, mas a permanência e a aprendizagem significativa de todos os estudantes. Esse movimento tem como um de seus marcos iniciais a Declaração de Salamanca (1994), que vinculou os direitos humanos à escolarização da pessoa com deficiência em ambientes comuns. No plano nacional, essa diretriz foi ratificada pela Lei nº 9.394/1996 (LDB), que em seu Art. 58 estabelece a rede regular de ensino como o local preferencial para a oferta da educação especial.

No contexto específico do Transtorno do Espectro Autista, a Lei nº 12.764/2012 (Lei Berenice Piana) instituiu a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com TEA, assegurando o direito de matrícula em classes comuns e a mediação por acompanhante especializado quando necessário. Esse compromisso foi reafirmado pela Lei nº 13.146/2015 (Lei Brasileira de Inclusão), que impõe ao Estado e às instituições de ensino o dever de assegurar um sistema educacional inclusivo em todos os níveis, em condições de igualdade.

Contudo, a efetivação desse marco legal revela desafios estruturais. Dados recentes indicam um aumento de 55% nas matrículas da Educação Especial entre 2013 e 2023, com um **crescimento** expressivo de 32,5% especificamente para alunos com TEA apenas no último ano (VILELA; ARAÚJO, 2024). Essa expansão quantitativa acentua a necessidade de superar barreiras pedagógicas e a crise na formação docente, uma vez que a presença do estudante em sala não garante, por si só, a inclusão de fato.

Diante desse cenário, o cumprimento do rigor legal exige a transição para modelos pedagógicos mais abrangentes, como o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Ao substituir adaptações individuais isoladas por uma diversificação de estratégias para toda a turma, o DUA apresenta-se como a ferramenta capaz de transformar o direito jurídico em acessibilidade pedagógica real. Assim, o sucesso do marco legal depende da criação de uma cultura colaborativa que envolva gestão, família e professores, garantindo que o ensino de Física **seja**, conforme preconizado por Mantoan, um espaço de valorização da singularidade de cada estudante.

A Lei Brasileira de Inclusão (LBI), nº 13.146/2015, também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência, é um marco importante na garantia dos direitos das pessoas com deficiência no Brasil. Essa lei reforça o direito à educação inclusiva, determinando que todas as escolas, públicas ou privadas, devem matricular estudantes com deficiência e oferecer os suportes necessários para sua participação plena. Isso inclui a proibição de cobranças adicionais e a garantia de adaptações curriculares, metodológicas e avaliativas (BRASIL, 2015).

A LBI está alinhada à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, que o Brasil ratificou em 2008. Essa convenção defende que a inclusão é um direito humano fundamental, e não uma concessão. Nesse sentido, a educação inclusiva não se resume à matrícula de estudantes com deficiência em escolas regulares, mas exige a criação de ambientes que valorizem a diversidade e eliminem barreiras físicas, comunicacionais e atitudinais (MANTOAN, 2003; SASSAKI, 2006).

4. A Inclusão De Estudantes Com TEA: Uma Olhar Para A Contribuição Acadêmica

A educação inclusiva, como defendida por (MANTOAN, 2003), vai além da simples inserção de estudantes com deficiência em salas de aula regulares. Ela propõe uma transformação profunda no sistema educacional, onde as diferenças são vistas como oportunidades de enriquecimento mútuo. Para isso, é essencial que os professores adotem práticas pedagógicas flexíveis e adaptadas, capazes de atender às necessidades de todos os estudantes.

No entanto, a implementação da educação inclusiva enfrenta desafios significativos. Muitos professores relatam falta de formação adequada, recursos insuficientes e dificuldades para lidar com a diversidade em sala de aula. SASSAKI (2006) alerta que a inclusão não deve ser confundida com assistencialismo ou segregação. Em vez disso, ela deve promover a autonomia e a participação ativa dos estudantes, criando um ambiente onde todos se sintam valorizados e capazes de aprender.

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por desafios na comunicação, interação social e padrões restritos de comportamento e interesses. Essas características exigem que os professores adotem estratégias pedagógicas específicas, que considerem as particularidades sensoriais, cognitivas e emocionais desses estudantes (APA, 2013).

Autores como ATTWOOD (2015) e GRAY (2010) têm contribuído de forma significativa para a compreensão das necessidades educacionais dos estudantes com TEA. Attwood destaca a importância de utilizar os interesses específicos desses estudantes como

ferramentas de engajamento e aprendizagem. Já Carol Gray, criadora das Histórias Sociais, propõe o uso de narrativas estruturadas para ajudar os estudantes com TEA a compreenderem situações sociais e acadêmicas, reduzindo a ansiedade e promovendo a autonomia.

No contexto brasileiro, pesquisas recentes têm mostrado que abordagens multissensoriais e o uso de tecnologias assistivas são eficazes no ensino de estudante com TEA. Por exemplo, estudos como os de SILVA et al. (2022) e OLIVEIRA et al. (2023) demonstram que recursos visuais, aplicativos de comunicação alternativa e experimentos práticos podem facilitar a compreensão de conceitos abstratos e promover a participação ativa desses estudantes.

Conforme apontam CAMPOS e PICCINATO (2019), a compreensão do Transtorno do Espectro Autista exige um olhar que ultrapasse o diagnóstico clínico e alcance a funcionalidade do indivíduo em sociedade. Para os autores, a inclusão escolar efetiva não acontece apenas pela presença física do estudante em sala de aula, mas pela disposição do ambiente em se adaptar às suas necessidades sensoriais e cognitivas. Ao removermos barreiras comunicacionais em disciplinas complexas como a Física, não estamos apenas ensinando conteúdo, estamos validando a capacidade intelectual desse estudante e cumprindo o papel social da escola de promover autonomia e pertencimento.

No ensino de Física, a inclusão de estudantes com TEA requer a adaptação de metodologias e avaliações que considerem suas particularidades. Pesquisas recentes têm destacado a importância de abordagens multissensoriais e contextualizadas para facilitar a compreensão de conceitos abstratos (FERNANDES; SILVA, 2022). Por exemplo, o uso de experimentos práticos, modelos táteis e recursos visuais pode ajudar os estudantes com TEA a visualizarem e compreenderem fenômenos físicos de maneira mais concreta.

A adaptação de avaliações também é fundamental. Isso inclui a utilização de linguagem clara, a oferta de diferentes formatos de resposta (ex.: orais, escritos ou práticos) e a flexibilização do tempo (CARVALHO; LIMA, 2023). A avaliação formativa, que fornece feedback constante e ajuda os estudantes a entenderem seu progresso, também tem se mostrado eficaz no contexto da inclusão (ROCHA; MARTINS, 2022).

A Lei Brasileira de Inclusão e os principais autores da área reforçam que a educação inclusiva não é apenas uma obrigação legal, mas um compromisso ético e social. Para estudantes com TEA, isso significa criar ambientes educacionais que respeitem suas singularidades e promovam sua participação plena. As práticas e estratégias discutidas neste produto educacional não apenas atendem às necessidades específicas desses estudantes, mas

também podem ser adaptadas para outros contextos de inclusão, contribuindo para a construção de uma escola verdadeiramente acolhedora e equitativa.

5. Fundamentação Teórica De Aprendizagem

5.1. A Perspectiva Histórico-cultural de Lev Vygotsky

A compreensão do desenvolvimento humano na teoria de Vygotsky fundamenta-se na premissa de que o homem é um ser essencialmente social, histórico e cultural. Diferente das correntes inatistas ou behavioristas, a psicologia histórico-cultural defende que as funções psicológicas tipicamente humanas — como a memória lógica, a atenção seletiva e o pensamento abstrato — não emergem de uma maturação biológica isolada, mas são o resultado da imersão do indivíduo em um meio social mediado. Para Vygotsky, o desenvolvimento psíquico ocorre de fora para dentro: o que é inicialmente interpessoal (realizado entre pessoas) torna-se intrapessoal (internalizado pelo sujeito) por meio da interação social.

5.2. O Modelo Social da Deficiência e a Trajetória do TEA

Vygotsky introduziu uma ruptura epistemológica ao discutir a deficiência, priorizando o aspecto social sobre o biológico. Em sua obra sobre defectologia, o autor argumenta que a deficiência em si não é apenas um "déficit", mas uma provocação ao desenvolvimento de caminhos compensatórios. Ele distingue o "defeito primário" (a condição orgânica ou neurológica) do "defeito secundário" (as barreiras sociais e pedagógicas impostas ao sujeito). No caso do estudante com Transtorno do Espectro Autista (TEA), Vygotsky sugere que as maiores dificuldades não residem apenas na biologia, mas na falta de ferramentas culturais adequadas que permitam a sua plena inclusão.

Nesta perspectiva, o desenvolvimento atípico não é visto como uma versão "menos avançada" do desenvolvimento neurotípico, mas como uma trajetória distinta, com leis de organização próprias. Como enfatiza Orrú (2012), a escola deve abandonar a busca pela normalização e focar nas capacidades e potencialidades do estudante. Ao ensinar Física, por exemplo, o docente não deve focar no que o estudante com TEA não consegue processar devido à sua condição, mas sim em como as suas habilidades específicas — como o pensamento visual e a atenção aos detalhes — podem ser utilizadas como pontos de apoio para o acesso ao conhecimento científico.

5.3. Mediação: O Papel dos Instrumentos e Signos no Processo Inclusivo

O conceito central da teoria vygotskyana é a mediação, processo pelo qual a relação entre o homem e o mundo é intermediada por elementos simbólicos ou materiais. Vygotsky diferencia dois tipos de mediadores: os instrumentos, que são ferramentas externas voltadas para a transformação da natureza, e os signos, que são instrumentos psicológicos orientados para o controle do próprio comportamento e das funções mentais. Para o estudante com TEA, os signos atuam como ferramentas de organização da mente, permitindo que ele transite do pensamento concreto para a abstração científica.

O professor, neste cenário, assume o papel de mediador intencional e "organizador do meio social". Sua função é fornecer recursos mediadores específicos que auxiliem a comunicação e a apropriação cultural. Ferramentas como o sistema PECS (Comunicação por Troca de Figuras), calendários visuais e recursos de tecnologia assistiva não são meros auxílios, mas instrumentos psicológicos que permitem ao estudante internalizar conceitos complexos. No ensino de Física, um diagrama de forças bem estruturado ou uma simulação computacional atuam como signos que reduzem a ambiguidade da linguagem textual e permitem que o estudante foque na essência do fenômeno físico.

5.4. A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como Espaço de Intervenção

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é definida como a distância entre o Nível de Desenvolvimento Real — aquilo que o estudante já consolidou e realiza de forma autônoma — e o Nível de Desenvolvimento Potencial, que representa o que ele consegue alcançar com a ajuda de um mediador ou de pares mais experientes. Para Vygotsky, o bom ensino é aquele que "caminha à frente do desenvolvimento", atuando precisamente na ZDP. É neste espaço embrionário que as funções psicológicas superiores estão em processo de maturação.

Para o estudante neurodivergente, a ZDP é o espaço primordial para a justiça pedagógica. Identificar as potencialidades do estudante permite ao educador criar "andaimes" (scaffolding) pedagógicos que facilitem o salto qualitativo do saber potencial para o saber real. Ao adaptar uma atividade de Termodinâmica, o professor não deve focar apenas no que o estudante já sabe, mas sim em oferecer o suporte necessário para que ele alcance níveis de abstração que, sem mediação, seriam inatingíveis.

5.5. Adaptação de Avaliações: Compensação e Acesso Cultural

A adaptação de avaliações, sob a luz de Vygotsky, fundamenta-se no conceito de compensação. Adaptar não é sinônimo de "facilitar" ou "diminuir" o conteúdo, mas sim de criar caminhos alternativos de acesso ao conhecimento. Quando o caminho orgânico ou tradicional

de acesso à informação apresenta barreiras — como enunciados prolixos ou ruídos sensoriais —, a escola deve fornecer caminhos culturais compensatórios.

O Plano Educacional Individualizado (PEI) e as avaliações adaptadas são, portanto, estratégias mediadoras que respeitam a ZDP do estudante. Elas devem considerar o hiperfoco e os níveis de suporte, transformando a avaliação em um reflexo fiel do processamento cognitivo do aluno. Instruções claras, perguntas diretas e a redução de distratores funcionam como o suporte necessário para que o estudante demonstre o seu conhecimento real. Como salienta Rego (1994), a mediação eficaz depende da intencionalidade do professor, que deve planejar cada intervenção para que a inclusão seja, de fato, um acesso real ao conhecimento científico e uma valorização da diversidade no ambiente escolar.

5.6. David Ausubel e a Aprendizagem Significativa: O Hiperfoco como Ponte Cognitiva

A base intelectual deste trabalho repousa na compreensão de que o ato de ensinar Física a um estudante neurodivergente exige uma análise profunda da arquitetura cognitiva do sujeito. Nesse contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta pelo psicólogo educacional David Ausubel, estabelece que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. A linha pedagógica ausubeliana é essencialmente cognitivista, centrada na premissa de que a aquisição de novos conhecimentos depende da existência de conceitos prévios específicos na mente do sujeito, que servem de ancoragem para as novas informações.

5.7. O Conceito Central: Aprendizagem Significativa versus Mecânica

A aprendizagem significativa define-se pela interação de novas ideias, expressas simbolicamente, com o conhecimento prévio do sujeito de maneira substantiva e não arbitrária. A substantividade implica que o estudante consegue explicar o conteúdo com sua própria linguagem, demonstrando que a essência do conceito foi incorporada sem distorções. Já a não arbitrariedade refere-se à relação lógica e explícita entre a nova informação e os conhecimentos especificamente relevantes já presentes na estrutura cognitiva.

Em oposição, a aprendizagem mecânica ocorre quando o novo conhecimento é armazenado de forma isolada, literal e arbitrária. Nesse processo, não há interação com a estrutura pré-existente, resultando em uma memorização de curto prazo e sem compreensão profunda. Ausubel enfatiza que essas duas formas de aprender não são opostas absolutas, mas sim partes de um contínuo cognitivo; contudo, para o ensino de Física, a busca pela

significatividade é o que garante que o estudante neurodivergente consiga transpor a barreira da memorização de fórmulas para alcançar o raciocínio científico.

5.8. Os Subsunoçores e o Papel das Ideias-Âncora

O conceito de subsunçor é o nome dado a um conhecimento específico, estável e claro na estrutura cognitiva que serve de matriz organizacional para a nova aprendizagem. Eles funcionam como pontes cognitivas ou âncoras. Na ausência de subsunoçores adequados, especialmente no contexto do Transtorno do Espectro Autista (TEA), onde o processamento de informações pode ser fragmentado, a identificação e ativação desses conhecimentos prévios tornam-se o eixo central da intervenção pedagógica. Sob a ótica de Marco Antônio Moreira, a aprendizagem significativa requer que o subsunçor seja utilizado de forma crítica, permitindo que o novo conhecimento não apenas se some ao anterior, mas o modifique e o enriqueça.

5.9. Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Para que o processo ocorra, Ausubel estabelece que duas condições essenciais devem ser satisfeitas simultaneamente:

Material potencialmente significativo: O material didático deve ter significado lógico, sendo coerente e relacionável. Além disso, o estudante deve possuir os subsunoçores necessários para ancorar esse material. No Produto Educacional desenvolvido, isso se traduz na adaptação de enunciados para remover ruídos e destacar a lógica física.

Predisposição para aprender: O aprendiz deve manifestar uma disposição intencional para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva de forma não arbitrária e não literal. No caso de estudantes com TEA, o hiperfoco atua como um potente catalisador dessa predisposição, transformando interesses específicos em portas de entrada para conceitos complexos de Termodinâmica.

5.10. Dinâmica da Estrutura Cognitiva: Processos Psicológicos

A evolução do conhecimento na mente do estudante ocorre por meio de dois princípios fundamentais:

Diferenciação Progressiva: As ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo de Física devem ser apresentadas primeiro e, gradualmente, diferenciadas em termos de detalhe e especificidade. Este processo é fundamental para estudantes neurodivergentes, pois organiza o pensamento do geral para o particular, evitando a sobrecarga de detalhes isolados.

Reconciliação Integrativa: Consiste em explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e resolver inconsistências entre conceitos (como a distinção entre calor e temperatura). Esse processo reorganiza a estrutura mental, tornando-a mais complexa e estável.

5.11. Tipologias e Formas de Aprendizagem

Ausubel distingue três tipos principais de aprendizagem significativa: a representacional (atribuição de significados a símbolos), a conceitual (compreensão de regularidades) e a proposicional (significado de ideias expressas em combinações de conceitos). Quanto às relações hierárquicas, a aprendizagem pode assumir três formas:

- i. **Subordinada:** Quando a nova informação é um exemplo de um conceito mais geral já conhecido.
- ii. **Superordenada:** Quando um novo conceito, mais abrangente, passa a subordinar ideias anteriormente aprendidas.
- iii. **Combinatória:** Quando o novo conhecimento se relaciona com o fundo conceitual amplo, mas não de forma hierárquica direta, exigindo maior esforço de reconciliação.

5.12. Assimilação Obliteradora e o Esquecimento Significativo

Diferente da aprendizagem mecânica, onde o esquecimento é a perda total do rastro mnêmico, na TAS ocorre a assimilação obliteradora. Após a ancoragem, a nova informação e o subsunçor tornam-se progressivamente indissociáveis, resultando em um subsunçor modificado e mais rico. Embora detalhes específicos possam ser esquecidos com o tempo, o resíduo cognitivo permanece, o que facilita a reaprendizagem rápida e o desenvolvimento de competências duradouras.

5.13. Estratégias Facilitadoras e Mediação: Organizadores Prévios e Mapas Conceituais

Para operacionalizar esses conceitos no CMRJ, o Guia de Práticas Inclusivas foca no uso de estratégias mediadoras:

- **Organizadores Prévios:** São materiais introdutórios que servem de ponte entre o que o estudante sabe e o que precisa aprender. Eles são especialmente úteis quando os subsunçores não estão claros, fornecendo o "andaime" pedagógico necessário, em consonância com a mediação vygotskyana.
- **Mapas Conceituais:** Desenvolvidos por Joseph Novak com base na teoria de Ausubel, esses diagramas indicam as relações hierárquicas entre conceitos. Eles permitem que o professor visualize como o estudante está organizando o conhecimento e identifique possíveis falhas de ancoragem.

A aplicação dessas estratégias, fundamentadas no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), visa garantir que a avaliação em Física no contexto militar seja um reflexo fiel da compreensão do estudante, eliminando as barreiras de ruído cognitivo e promovendo uma educação verdadeiramente equitativa.

Conforme Moreira (2011) salienta, a aprendizagem significativa requer que o material seja logicamente significativo e que o aluno manifeste uma predisposição para aprender. Ao utilizar o universo de interesses do estudante neurodivergente como fio condutor, o Guia assegura essa predisposição, transformando a disciplina de Física em um campo de significados reais. Assim, a prática pedagógica deixa de focar na memorização de fórmulas e passa a construir um saber duradouro, onde a rigidez de pensamento, característica do TEA, é transmutada em uma base de ancoragem rigorosa e profunda para o conhecimento científico.

5.14. A adaptação na prática: da teoria ao chão da escola

A adaptação curricular aqui proposta alinha-se aos autores contemporâneos da inclusão, como Mantoan (2003) e Sassaki (2006), e aos especialistas em TEA, como Attwood (2014) e Gray (2010). A inclusão materializa-se na prática docente através da eliminação ativa de barreiras atitudinais e comunicacionais. Para o ensino de Física, isso implica flexibilizar a rigidez de métodos tradicionais, frequentemente verbais e abstratos, em favor de abordagens multissensoriais e concretas.

Ao integrar o rigor conceitual da ciência com a flexibilidade metodológica preconizada pelo Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), transforma-se a natureza da avaliação. Ela deixa de ser um instrumento punitivo ou de verificação de déficits para se tornar uma ferramenta de inclusão. O objetivo passa a ser avaliar o domínio do conhecimento físico do estudante, e não sua capacidade de decifrar ambiguidades textuais ou informações implícitas, garantindo assim uma aferição mais justa e equitativa de sua aprendizagem (CAST, 2018).

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), conforme definido pela American Psychiatric Association (APA, 2013), caracteriza-se por desafios significativos na comunicação, na interação social e pela presença de comportamentos restritos e repetitivos. No ensino de Física, essas particularidades demandam abordagens pedagógicas específicas, como o uso de recursos multissensoriais (experimentos práticos, materiais visuais e táteis), adaptações avaliativas (linguagem clara, flexibilidade de tempo e formatos alternativos) e a utilização de interesses específicos como ferramenta de engajamento (Attwood, 2015).

Pesquisas recentes (Fernandes & Silva, 2022; Carvalho & Lima, 2023) evidenciam que experimentos práticos e a contextualização dos conceitos físicos facilitam a compreensão de fenômenos científicos por estudantes com TEA. Além disso, destacam a eficácia de avaliações formativas e diversificadas, que consideram diferentes formas de expressão e demonstração de conhecimento. Essas estratégias, quando alinhadas aos princípios do DUA e à perspectiva vygotskyana de mediação pedagógica, contribuem para a construção de um ambiente educacional mais acessível e equitativo, promovendo a participação efetiva de todos os estudantes.

A integração de tecnologias emergentes no suporte à educação especial encontra respaldo nas recentes diretrizes da UNESCO (2024), que posicionam a Inteligência Artificial Generativa como um recurso estratégico para a promoção da equidade. Segundo o guia da organização, a IA atua como um "andaime cognitivo" capaz de fomentar a personalização da aprendizagem em uma escala anteriormente inviável, permitindo que a apresentação de conceitos complexos seja moldada às necessidades sensoriais e cognitivas de estudantes neurodivergentes. No entanto, a UNESCO estabelece o princípio do controle humano (*human-in-the-loop*) como um pilar ético inegociável. Para a organização, a tecnologia deve servir ao fortalecimento da agência humana, e não à sua substituição. No ensino de Ciências, essa vigilância é traduzida na necessidade de o professor atuar como um curador técnico, responsável por filtrar possíveis "alucinações" algorítmicas — informações factualmente incorretas geradas por modelos probabilísticos — e assegurar que a transposição didática mantenha a integridade fenomenológica da Física. Assim, o uso da IA, sob a ótica da UNESCO, não se encerra na eficiência técnica da adaptação, mas na capacidade do docente em utilizar tais ferramentas para remover barreiras de comunicação, preservando, simultaneamente, o rigor científico e o desafio intelectual do estudante.

6. Base Didática Para O Ensino De Física

6.1 Contextualização da Sequência Didática no CMRJ

A abordagem desse trabalho segue a direção do Plano de Execução Didática do CMRJ, com foco no itinerário formativo das ciências naturais, no primeiro ciclo trimestral, o Plano de Execução Didática (PED) prevê que o assunto seja direcionado à física dos esportes, com foco nos lançamentos oblíquos, abaixo, alguns trechos retirados do PED:

Sequência Didática Nº 1 – Ciência do dia a dia		Nº de aulas: 30	Período: Semanas 1 a 15	Trimestre: 1º
DETALHAMENTO DOS OBJETOS DO CONHECIMENTO: 1) Classificação biológica; 2) Poluição; 3) Física nos esportes; 4) Metabolismo energético do atleta; 5) Alimentos de origem vegetal: tecidos e órgãos vegetais; 6) <i>Dopping</i> .				
COMPETÊNCIAS a serem desenvolvidas	HABILIDADES a serem trabalhadas	DESCRIPTORIOS		
C1	HB1	D2TECN001 – Reconhecer e utilizar símbolos e nomenclatura própria da classificação biológica (árvore filogenética, anagênese, cladogênese, apomorfia, sinapomorfia, plesiomorfia, monofilético, polifilético, parafilético, grupo irmão).		
C12	HB25	D2TECN002 – Compreender a importância dos microrganismos no processo de biorremediação.		
C7	HB16	D2TECN003 – Conhecer as principais doenças de veiculação hídrica causadas por microrganismos. D2TECN004 – Compreender o fenômeno da maré vermelha e sua ligação com a poluição dos ambientes aquáticos.		
C6	HF13	D2TECN005 – Analisar situações em que ocorre o lançamento oblíquo no esporte. D2TECN006 – Calcular o alcance no lançamento oblíquo. D2TECN007 – Analisar a relação entre o ângulo e o alcance. D2TECN008 – Analisar o efeito Magnus no esporte (curva da bola). D2TECN009 – Compreender o princípio de Bernoulli. D2TECN010 – Comparar a potência desenvolvidas por corredores em diferentes distâncias. D2TECN011 – Calcular a potência mecânica.		
C7	HB16	D2TECN012 – Compreender o processo de metabolismo energético em atletas (respiração aeróbica e fermentação láctica).		
C2	HB03	D2TECN013 – Conhecer os principais órgãos vegetais e suas respectivas funções.		
C12	HB25	D2TECN014 – Reconhecer a importância dos órgãos vegetais, seus usos econômicos, utilização como matérias primas para os produtos industriais e alimentação humana.		
C2	HB03	D2TECN015 – Conhecer os principais tecidos vegetais e suas respectivas funções.		

No segundo trimestre, o PED prevê que sejam explorados em sala de aula fatores climáticos, e fenômenos térmicos relacionados, o tema gerador escolhido foi o uso e os desafios de ampliar a energia solar no Brasil.

Sequência Didática Nº 2 – Energia e Meio Ambiente		Nº de aulas: 30	Período: Semanas 16 a 29	Trimestre: 2º
DETALHAMENTO DOS OBJETOS DO CONHECIMENTO:				
1) Energia dos alimentos; 2) Aquecimento Global; 3) Fenômenos Térmicos.				
COMPETÊNCIAS a serem desenvolvidas	HABILIDADES a serem trabalhadas	DESCRIPTORIOS		
C2	HQ3	D2TECN030 – Reconhecer que os alimentos utilizam energia por meio da conversão da energia química potencialmente armazenada. D2TECN031 – Compreender o calorímetro como um instrumento que mede a energia na forma de calor liberada na queima (combustão) de uma amostra de alimento.		
C6	HQ11	D2TECN032 – Calcular a energia, em kJ e em kcal, fornecida pelos lipídios, carboidratos e pelas proteínas presentes em vários tipos de alimentos comuns no nosso dia a dia. D2TECN033 – Interpretar as informações nutricionais contidas nas embalagens de produtos alimentícios. D2TECN034 – Conceituar o IMC (Índice de Massa Corporal), destacando a importância da alimentação e da atividade física na queima de calorias.		
C9	HF12	D2TECN035 – Compreender o efeito estufa. D2TECN036 – Entender os princípios de propagação de calor. D2TECN037 – Analisar as transformações de energia no aquecedor solar. D2TECN038 – Analisar a propagação de calor no aquecedor solar.		
C7	HB16	D2TECN039 – Compreender as consequências do aquecimento global para os animais (branqueamento de corais, superpopulação de insetos, determinação do sexo em répteis, extinção de espécies).		
C7	HB17	D2TECN040 – Conhecer os mecanismos de regulação térmica nos animais. D2TECN041 – Comparar os processos fisiológicos dos animais para obtenção de energia.		
ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM:				
* Sugestões:				
- aula expositiva dialogada;				
- sala de aula invertida;				
- rotação de estações;				
- aula prática;				

Já no terceiro trimestre, o PED prevê que seja amplamente debatido o tema “Saúde humana”, cabendo à física explorar o uso do cinto de segurança e os fenômenos físicos relacionados:

Sequência Didática Nº 3 – Saúde e Movimento		Nº de aulas: 30	Período: Semanas 30 a 42	Trimestre: 3º
DETALHAMENTO DOS OBJETOS DO CONHECIMENTO: 1) Saúde Humana; 2) Cinética dos medicamentos; 3) pH no organismo; 4) Segurança no trânsito; 5) Bafômetro.				
COMPETÊNCIAS a serem desenvolvidas	HABILIDADES a serem trabalhadas	DESCRIPTORIOS		
C3	HB4	D2TECN042 – Diferenciar epidemia, endemia e pandemia.		
C13	HB27	D2TECN043 – Reconhecer as formas de transmissão, prevenção e tratamento das principais doenças causadas por microrganismos. D2TECN044 – Compreender o processo de produção de soros e vacinas e seus mecanismos de ação no organismo. D2TECN045 – Conhecer as alterações fisiológicas durante a prática de atividades físicas.		
C12	HB25	D2TECN046 – Conhecer a importância dos fungos na produção de medicamentos.		
C7	HB16	D2TECN047 – Analisar as causas e os efeitos das principais doenças e disfunções que afetam a homeostase dos sistemas orgânicos humanos.		
C7	HQ13	D2TECN048 – Relacionar os fatores que influenciam na cinética de absorção de medicamentos. D2TECN049 – Relacionar os fatores que influenciam na cinética de eliminação de medicamentos. D2TECN050 – Compreender que os medicamentos podem induzir ou inibir as enzimas que metabolizam as drogas.		
C10	H24	D2TECN051 – Entender o funcionamento de uma solução tampão. D2TECN052 – Compreender a importância da regulação do pH em sistemas biológicos. D2TECN053 – Compreender o equilíbrio existente entre a saliva e o esmalte dos dentes e o processo de desmineralização dentária.		
C7	HF16	D2TECN054 – Analisar a necessidade do uso do cinto de segurança. D2TECN055 – Analisar o funcionamento do airbag. D2TECN056 – Analisar os riscos sofridos pelo condutor de veículos que desvia a sua atenção para um equipamento eletrônico.		
C6	HQ10	D2TECN057 – Conhecer os efeitos do álcool em diferentes concentrações no comportamento humano. D2TECN058 – Compreender o bafômetro como uma reação de oxirredução.		

Partindo desse recorte, vamos nos aprofundar nas sequências didáticas de forma mais rigorosa inicialmente, sem perder o contato com objetivo de transpor toda a nossa base conceitual para o público-alvo, em nível de ensino médio.

6.2 Análise dos movimentos bidimensionais: Lançamentos oblíquos

Para formalizar matematicamente os movimentos oblíquos, precisamos voltar o olhar para a cinemática vetorial, o tratamento das equações de movimento bidimensional (ou tridimensional se preciso) precisa ser definido a partir do vetor posição:

$$\vec{r} = r_x \hat{i} + r_y \hat{j}$$

Onde $\hat{i}$ e $\hat{j}$ são vetores unitários, chamados versores nas direções horizontal e vertical, respectivamente. A velocidade em função do tempo será dada por,

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Se analisarmos as componentes do vetor velocidade, temos,

$$\vec{v}(t) = \frac{dr_x}{dt} \hat{i} + \frac{dr_y}{dt} \hat{j}$$

A natureza vetorial da velocidade nos permite analisar cada componente isoladamente. A aceleração também possui natureza vetorial e, partindo da física clássica, sabemos que se a única força atuante sobre a partícula é a gravitacional, a componente horizontal da velocidade será constante durante todo o tempo de voo, portanto:

$$\frac{dv_x}{dt} = 0$$

Isso nos leva ao vetor aceleração,

$$\vec{a}(t) = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j}$$

Sabemos ainda que:

$$\frac{dv_y}{dt} = -g$$

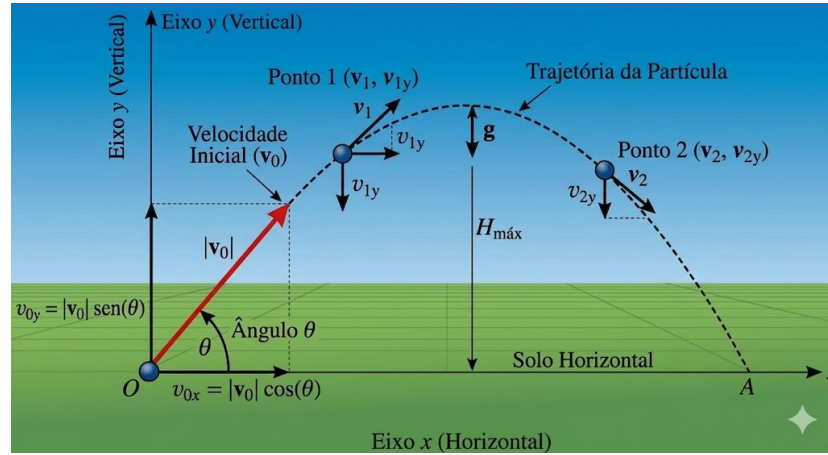
Logo,

$$\vec{a}(t) = -g \hat{j}$$

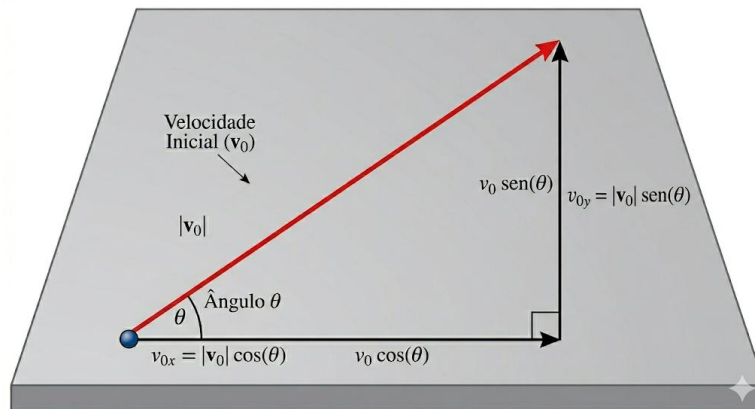
Que se trata da aceleração gravitacional e na superfície da terra, é dada aproximadamente por:

$$\vec{a}(t) = (-9,8m/s^2) \hat{j}$$

Seguindo com a interpretação vetorial dos movimentos, vamos analisar o exemplo de uma partícula que é lançada a partir do solo horizontal, com velocidade de módulo v_0 , formando um ângulo θ com a horizontal,



A decomposição da velocidade inicial pode ser feita com o esquema abaixo.



Para a velocidade, as equações horárias ganham um novo elemento, a decomposição vetorial em função do ângulo:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

Logo, vamos descrever o movimento da partícula a partir das equações horárias em cada eixo, na horizontal, a componente escalar do vetor posição será dada por,

$$r_x(t) = r_{x0} + v_{0x}t$$

Que, em função do ângulo θ , fica,

$$r_x(t) = r_{x0} + v_0 \cos(\theta)t$$

Já no eixo vertical, onde atua a aceleração gravitacional, a componente escalar do vetor posição fica,

$$r_y(t) = r_{0y} + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

Que em função do ângulo θ fica,

$$r_y(t) = r_{0y} + v_0 \sin(\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Naturalmente, a partir do princípio de simultaneidade de Galileu Galilei, podemos escrever a equação paramétrica $r(x, y)$ que determina a trajetória da partícula ao longo do movimento, utilizando o tempo t como parâmetro:

$$t = \frac{r_x - r_{0x}}{v_0 \cos(\theta)}$$

Substituindo na equação que determina r_y ,

$$r_y - r_{0y} = \frac{v_0 \sin(\theta)(r_x - r_{0x})}{v_0 \cos(\theta)} - \frac{1}{2}g \left(\frac{r_x - r_{0x}}{v_0 \cos(\theta)} \right)^2$$

que desenvolvendo, nos dá:

$$r_y - r_{0y} = tg(\theta)(r_x - r_{0x}) - \frac{1}{2}g \left(\frac{r_x - r_{0x}}{v_0 \cos(\theta)} \right)^2$$

Definindo os deslocamentos em cada componente do vetor posição $r_y = y$ e $r_x = x$, podemos reescrever de forma mais simplificada a equação da trajetória como uma função $y(x)$,

$$y - y_0 = tg(\theta)(x - x_0) - \frac{1}{2}g \left(\frac{x - x_0}{v_0 \cos(\theta)} \right)^2$$

Que se torna mais simples se admitimos que o movimento acontece a partir da origem do eixo de coordenadas,

$$y = tg(\theta)x - \frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\theta)}$$

A partir da equação da trajetória, podemos encontrar a altura máxima atingida pela partícula durante o lançamento fazendo,

$$\frac{dy(x)}{dx} = 0$$

Que fica:

$$y_{\text{máx}} = \frac{v_0^2 \sin^2(\theta)}{2g}$$

Já para o alcance máximo, devemos encontrar as raízes da função $y(x)$, sabendo que uma raiz é evidentemente nula pois o movimento se inicia na origem dos eixos de coordenadas, assim, $x_{\text{máx}}$ será dado por:

$$x_{\text{máx}} = v_0 \cos(\theta) \frac{v_0 \sin(\theta)}{g}$$

Que substituindo a identidade trigonométrica

$$\text{sen}(2\theta) = 2\text{sen}(\theta)\cos(\theta)$$

Teremos

$$x_{\text{máx}} = \frac{v_0^2 \text{sen}(2\theta)}{g}$$

Naturalmente essa expressão nos permite determinar também o ângulo a partir do qual a partícula atinge o alcance máximo na horizontal:

$$\text{sen}(2\theta) = 1$$

$$\theta = 45^\circ$$

Contudo, nas situações esportivas reais, objetivo da sequência didática trabalhada com a estudante citada aqui, diversos fatores adicionais interferem nessa relação ideal, destacando-se o efeito Magnus, fenômeno aerodinâmico responsável pelas trajetórias curvas observadas em bolas esportivas em rotação.

O efeito Magnus resulta da combinação entre a rotação da bola (ω), a velocidade relativa do ar e a diferença de pressão decorrente do princípio de Bernoulli, esse princípio físico explica por que uma bola em rotação sofre uma força perpendicular à direção do movimento, alterando significativamente sua trajetória.

6.3 Princípios E Aplicações Da Dinâmica

Para analisarmos os conceitos físicos relacionados à performance dos atletas, como potência e trabalho, devemos nos voltar ao teorema do trabalho e energia para determinar o trabalho realizado por uma força desconhecida $F(x)$ que atua sobre um objeto que se desloca ao longo do eixo x:

$$W = \int_{x_0}^{x_f} F(x) dx$$

O teorema do trabalho e energia cinética nos mostra que se fizermos uma ligeira transformação na expressão:

$$F(x) = m \frac{dv}{dt}$$

De modo que

$$F(x) = m \frac{dv}{dt} \cdot \frac{dx}{dx} = m \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}$$

teremos

$$F(x) = mv \frac{dv}{dx}$$

Substituindo a expressão anterior na definição de trabalho obtemos:

$$W = \int_{x_0}^{x_f} mv \frac{dv}{dx} dx$$

$$W = \int_{v_0}^{v_f} mv dv$$

logo

$$W = m \frac{v_f^2}{2} - m \frac{v_i^2}{2}$$

E assim demonstramos que o trabalho é exatamente a variação da energia cinética:

$$W = \Delta K$$

Quando a força atuante sobre o sistema é conservativa, ou seja, o trabalho realizado é independente da trajetória desenvolvida (forças como peso, elástica, elétrica), podemos definir o conceito de energia potencial $U(x)$. A energia mecânica de um sistema físico é dada por:

$$E_m = K + U$$

Uma vez que o sistema é formado apenas por forças conservativas, não há dissipação de energia mecânica, portanto $\Delta E_m = 0$, logo,

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

$$\Delta K = -\Delta U$$

Vamos demonstrar essa equivalência analisando um corpo sujeito apenas à ação da força gravitacional, portanto, conservativo. A força peso é dada por:

$$P = mg$$

$$W = \int_{y_0}^{y_f} mg dy$$

Logo, considerando $\Delta y = h$ o deslocamento vertical do corpo lançado verticalmente para cima,

$$W = mgh$$

Note que nesse caso, o corpo em queda livre está transformando energia cinética em potencial gravitacional, portanto $\Delta K < 0$.

Uma vez que a potência é definida como a taxa de utilização de trabalho por unidade de tempo,

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Podemos calcular o trabalho para um intervalo infinitesimal de tempo,

$$W = P \Delta t$$

Substituindo, temos:

$$P\Delta t = \int_{x_0}^{x_f} F(x)dx$$

Para uma força constante,

$$P\Delta t = F\Delta x$$

$$P = F \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Portanto, a potência instantânea desenvolvida, em Watts, para uma força atuando em determinado intervalo de tempo, tem relação com a velocidade instantânea que ela consegue imprimir no agente em que atua:

$$P = Fv$$

Se nos voltarmos, agora, para as leis de Newton sob a ótica da ideia de *momentum*, podemos partir das seguintes definições paralelas:

Senso comum no ensino de física da educação básica,

Lei da inércia: Todo corpo tende a manter o seu estado de movimento

Lei da dinâmica: $F = ma$

Estabelecendo uma definição paralela,

Estado de movimento = momento linear

Inércia = conservação do momentum

Assim, podemos quantificar as leis de Newton de uma maneira mais próxima à apresentada em sua célebre obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicada em meados do século XVII, definindo que a força exercida sobre um corpo é igual à taxa de variação do momento por tempo:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Onde a variação do momento linear nos leva ao teorema do impulso:

$$d\vec{p} = \vec{F}dt$$

$$|\Delta\vec{p}| = \int_{t_i}^{t_f} Fdt$$

Para uma força constante,

$$\Delta p = I = F\Delta t$$

Voltando ainda na força que altera o estado de movimento, podemos substituir o momento linear por:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\Delta\vec{p} = m\overrightarrow{\Delta v}$$

Logo, substituindo,

$$\vec{F} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Que nos leva diretamente à equação usada nos livros didáticos de ensino básico para a força resultante:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Ao longo do ano letivo no CMRJ, o PED prevê que as turmas do itinerário formativo CAUNI fomentem discussões acerca da temática Saúde, que dentro das ciências da natureza, cabe à Física debater o uso do cinto de segurança e situações de risco em acidentes de automóveis. Em um impacto automobilístico, a variação do momento linear é determinada pela velocidade inicial e final; contudo, a magnitude da força de impacto é inversamente proporcional ao intervalo de tempo da interação. Dispositivos como zonas de deformação programada e *airbags* têm a função física de prolongar esse Δt , minimizando a força média sobre os ocupantes.

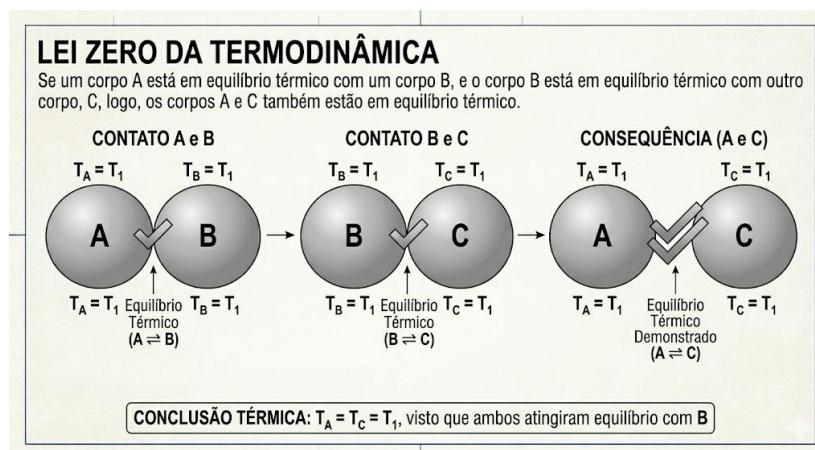
Por fim, o estudo das colisões é classificado de acordo com a conservação da energia cinética do sistema. Em uma Colisão Elástica, há a conservação tanto da quantidade de movimento total quanto da energia cinética total, não ocorrendo deformações permanentes ou dissipação de calor significativa. Em contrapartida, as Colisões Inelásticas são caracterizadas pela conservação apenas do momento linear, ocorrendo dissipação de parte da energia cinética inicial em outras formas, como energia térmica e trabalho de deformação plástica dos materiais (TIPLER; MOSCA, 2009). Nas colisões perfeitamente inelásticas a perda de energia é maximizada e, como consequência, os corpos passam a se mover com a mesma velocidade final após o contato.

A publicação do *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* representa um dos maiores saltos intelectuais da história, consolidando Isaac Newton como um gênio sem precedentes. Ao formular os princípios que viriam a se tornar as leis da dinâmica, Newton não apenas decifrou o comportamento dos corpos em movimento, mas estabeleceu uma linguagem matemática universal que unificou os fenômenos terrestres e celestes sob o mesmo rigor lógico. Sua obra transcendeu a física de sua época, oferecendo uma estrutura racional que permitiu ao homem compreender a engrenagem do cosmos e fundamentando as bases de toda a ciência moderna e da engenharia contemporânea.

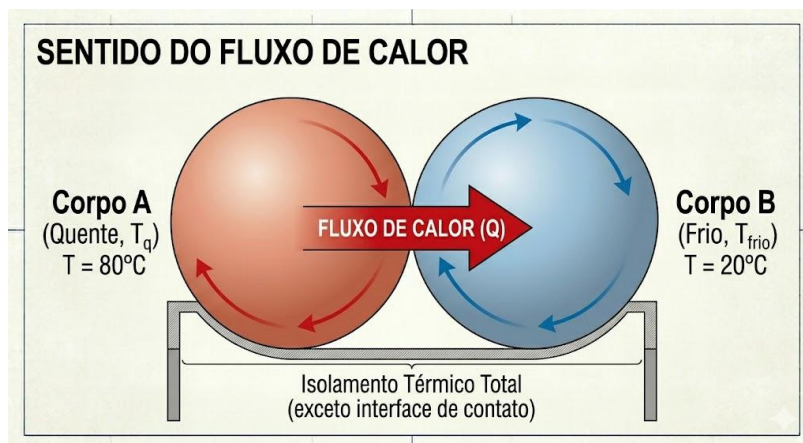
A obra de Newton é o marco definitivo da transição para a ciência moderna, estabelecendo o paradigma da mecânica clássica que influencia a produção do conhecimento até a atualidade. Sob a perspectiva de Moreira (2011), essa produção exemplifica a construção de modelos mentais e matemáticos que permitem a organização do conhecimento de forma significativa, transformando a observação empírica em leis universais. Segundo os fundamentos discutidos na obra *Epistemologia* da UFRGS, o legado newtoniano consolidou o método hipotético-dedutivo, demonstrando que a ciência não é apenas um acúmulo de fatos, mas uma estrutura dinâmica de conceitos inter-relacionados que buscam a objetividade e a previsibilidade (PICCININI et al., 2016).

6.4 Fenômenos Térmicos

A compreensão dos fenômenos térmicos na educação básica frequentemente padece de uma visão substancialista do calor. Para elevar o nível de discussão, este trabalho ancora-se na **Termodinâmica Clássica**, definindo o equilíbrio térmico a partir da **Lei Zero**, se dois sistemas, A e B, estão em equilíbrio térmico com um terceiro sistema C (o termômetro), então A e B estão em equilíbrio entre si. Essa postulação permite a definição da temperatura como uma coordenada de estado, cuja formalização matemática é essencial para a compreensão de que o "quente" e o "frio" são manifestações de uma variável escalar macroscópica.



Também é importante definir que o calor sempre flui do corpo quente (de maior temperatura) para o corpo frio (de menor temperatura),



O objetivo dessa sequência didática é desenvolver com os estudantes os conceitos físicos relacionados à energia solar como fonte alternativa de eletricidade, assim como aquecedores solares usados para economizar energia elétrica, sendo assim, os limites de temperatura nos problemas abordados em aula estão definidos aproximadamente entre 20°C e 80°, portanto não há mudança de fase e o calor específico pode ser considerado constante ao longo dos processos.

A calorimetria, em sua essência acadêmica, não se limita ao cálculo de trocas de calor, mas constitui o estudo da variação da energia interna de sistemas macroscópicos em resposta a interações térmicas. O calor Q é a energia transferida através da fronteira de um sistema devido exclusivamente a uma diferença de temperatura.

A quantificação do calor sensível é dada pela relação entre o fluxo de energia e a variação da coordenada de estado temperatura. Para uma substância pura de massa m , a quantidade de calor necessária para produzir uma variação infinitesimal de temperatura dT é dada por:

$$dQ = mc(T)dT$$

Onde $c(T)$ é o calor específico da substância, que olhando de forma rigorosa, é dependente da temperatura, entretanto, para os intervalos de temperatura convencionais, para substâncias incompressíveis, durante as trocas de calor o calor específico será mantido constante se não houver mudança de fase, assim, o calor sensível fica:

$$\int dQ = \int_{T_i}^{T_f} mc dT$$

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

A potência térmica é a grandeza física que representa a taxa de conversão de energia durante as trocas de calor,

$$P = \frac{dQ}{dt}$$

Podemos desenvolver,

$$P dt = m c dT$$

Onde podemos relacionar a vazão de massa da substância,

$$\varphi = \frac{m}{dt}$$

Assim, podemos reescrever:

$$P = \frac{m}{dt} c dT$$

$$P = \varphi c dT$$

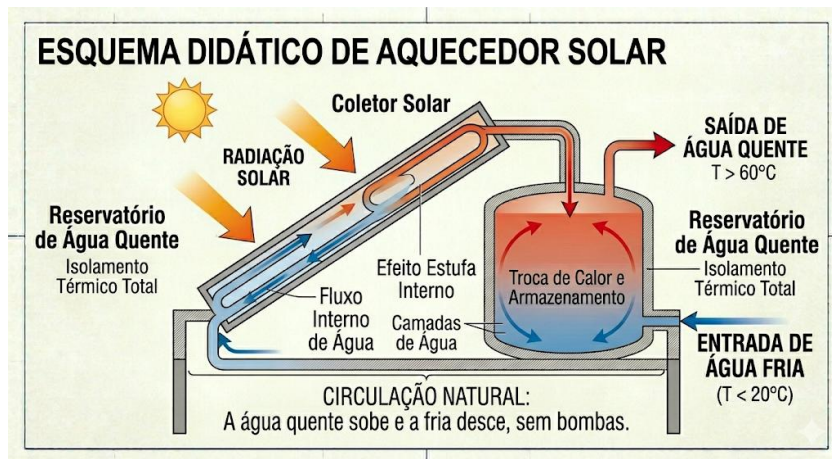
Esse resultado nos indica que o rendimento de um aquecedor não depende apenas da sua potência, está relacionado também à sua capacidade de deslocar massas de fluido.

Para efeito de simplificação que permita aos estudantes compreender os conceitos físicos em nível adequado para o ensino médio, abordaremos sistemas menos complexos,

$$\int P dT = \int m c dT$$

$$P \Delta t = m c \Delta T$$

A partir daqui, buscaremos desenvolver exemplos onde os estudantes serão estimulados a investigar eficiência e utilidade da energia solar e dos aquecedores.



6.5 A Transposição Didática e a Epistemologia no Ensino de Física: Entre o Rigor e a Acessibilidade

O exercício da docência em Física em instituições de elevada exigência acadêmica, a exemplo do Colégio Militar do Rio de Janeiro, impõe ao professor o desafio constante da transposição didática. Conforme as proposições de Yves Chevallard, esse fenômeno compreende as transformações sucessivas que o saber sábio, produzido na esfera científica, sofre até se converter em saber ensinado na sala de aula. No horizonte da educação inclusiva, tal transposição assume o papel de promover a acessibilidade cognitiva. Isso significa que o processo não deve ser interpretado como uma redução do conteúdo ou simplificação de expectativas, mas sim como uma reorganização das formas de mediação que preserva a integridade epistemológica da disciplina enquanto neutraliza barreiras de processamento de informação inerentes ao Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Essa reengenharia pedagógica demanda uma reflexão profunda sobre a própria natureza do conhecimento físico. Em alinhamento com as discussões epistemológicas fomentadas pelo Instituto de Física da UFRGS e sistematizadas por Moreira (2011), compreende-se que a Física não constitui uma cópia literal da realidade, mas uma construção de modelos conceituais destinados à explicação de fenômenos. Sob essa ótica, se a disciplina é essencialmente uma modelagem, a transposição didática voltada ao discente neurodivergente configura-se como o ajuste desse modelo para que ele se torne inteligível sem abdicar de sua validade científica. Ao transpor o saber sábio, é imperativo reconhecer que se opera com conceitos científicos. Segundo a perspectiva de Vygotsky (2007), tais conceitos diferenciam-se dos cotidianos por sua organização sistêmica e alto nível de abstração. Em tópicos como o lançamento oblíquo ou a calorimetria, o rigor reside na manutenção da estrutura lógica do modelo, como a conservação da energia ou a independência dos movimentos. A transposição atua, portanto, na linguagem e na forma de representação. De acordo com os preceitos do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), isso implica remover ruídos processuais, como enunciados ambíguos ou metáforas excessivas, que frequentemente impedem o estudante de acessar o núcleo do fenômeno físico.

A busca pela significatividade lógica, defendida por Moreira (2011), assegura que a estrutura interna do objeto de conhecimento seja clara, permitindo que a competência cognitiva real do discente se manifeste. Essa perspectiva encontra fundamentação na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Na estrutura cognitiva do estudante com TEA, o hiperfoco atua como um subsunçor de elevada estabilidade e clareza, possuindo uma carga

afetiva que facilita a ancoragem de novas informações. Ao vincular leis fundamentais, como as Leis de Newton, a esses temas de interesse, o professor promove a diferenciação progressiva: o conceito científico geral interage com o subsunçor específico, tornando-se mais refinado e estável na mente do discente.

Complementarmente, a transposição atua na Zona de Desenvolvimento Proximal, conceito central na obra de Vygotsky. Para o estudante neurodivergente, a distância entre o que ele consegue realizar de forma autônoma e o que alcança com auxílio é mediada por ferramentas semióticas específicas. As adaptações metodológicas propostas neste trabalho, como a estruturação lógica de etapas e o suporte visual de vetores, funcionam como andaimes pedagógicos que medeiam a relação entre o sujeito e o objeto de conhecimento científico. Esse suporte, ou *scaffolding*, é o que permite a internalização de conceitos de alta complexidade que, sem essa mediação, permaneceriam inacessíveis devido a barreiras de comunicação ou abstração.

Em última análise, a transposição didática no âmbito deste trabalho busca o equilíbrio entre o espírito da Física e o rigor de suas leis. Ao transformar o saber científico em um conteúdo que respeita a singularidade cognitiva sem renunciar à densidade teórica, o docente converte a inclusão em um ato de justiça pedagógica. Dessa forma, garante-se que o rigor acadêmico do CMRJ seja, efetivamente, um patrimônio acessível a todos os estudantes.

7. O transtorno do Espectro Autista: O que esperar de um estudante neurodivergente?

A compreensão do sujeito da aprendizagem nesta pesquisa parte da definição contemporânea do Transtorno do Espectro Autista (TEA). Rompendo com visões pretéritas que fragmentavam o diagnóstico em categorias delimitadas e estáticas (como a Síndrome de Asperger ou o Autismo Clássico), a quinta edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) unificou essas condições sob a visão de um único espectro. Segundo a American Psychiatric Association (2014), o TEA é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado, fundamentalmente, por déficits persistentes na comunicação e na interação social em múltiplos contextos, aliados a padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades.

Para que a inclusão se efetive no ambiente escolar, faz-se necessária uma mudança de perspectiva sobre quem é o estudante que adentra a sala de aula. Frequentemente, a chegada de um estudante com Transtorno do Espectro Autista (TEA) é precedida pelo seu laudo médico,

documento que, embora necessário, corre o risco de impor barreiras invisíveis ao enfatizar limitações em detrimento das potencialidades. Superar essa visão estritamente clínica é o primeiro passo para uma prática pedagógica exitosa, compreendendo que o diagnóstico não define a totalidade do indivíduo.

Nessa direção, é fundamental desconstruir estereótipos historicamente arraigados no imaginário escolar, como a concepção de que a pessoa com autismo viveria isolada em um "mundo próprio". Conforme esclarecem CAMPOS e PICCINATO (2019), o estudante com TEA compartilha da mesma realidade e do mesmo mundo que seus pares neurotípicos; a distinção reside na maneira singular como ele processa as informações e interage com o ambiente. O autismo, portanto, não deve ser encarado como uma doença a ser curada, mas como uma condição do neurodesenvolvimento que estabelece uma forma diferente de existir e de estar no mundo.

Essa compreensão demanda uma ressignificação do papel do professor de Física. A sala de aula transcende sua função de espaço de transmissão de conteúdo para constituir-se como parte integrante de uma rede de apoio multidisciplinar, essencial para o desenvolvimento pleno do discente. Sob essa ótica, a adaptação de uma questão de Física ou o ajuste na comunicação docente não se configuram como "facilitação" ou empobrecimento curricular. Ao contrário, tais ações representam a validação da funcionalidade desse estudante, garantindo-lhe o direito não apenas de estar na escola, mas de pertencer e atuar na sociedade de forma competente.

Assim, as características neurocognitivas frequentemente listadas na literatura médica, como o pensamento literal ou o hiperfoco, não devem ser interpretadas em sala de aula como defeitos ou impedimentos. Tratam-se, na verdade, de particularidades de processamento que, quando compreendidas e mediadas adequadamente pelo professor, podem atuar como importantes pontes para a construção do conhecimento científico.

7.2 O Perfil Cognitivo do Estudante com TEA e as Implicações no Ensino de Física

A compreensão do Transtorno do Espectro Autista (TEA) no contexto educacional exige uma análise que transcenda a tríade de dificuldades em interação social, comunicação e padrões restritos de comportamento. Para o docente de Física, é imperativo reconhecer as particularidades no processamento da informação que definem o estilo de aprendizagem desses estudantes.

Um dos pilares explicativos é a Teoria da Coerência Central (TCC), que postula uma tendência em processar informações de forma fragmentada, focando em detalhes locais em detrimento da integração global (FRITH, 1989). A TCC, proposta originalmente por FRITH,

refere-se a uma característica do processamento de informações onde há uma preferência acentuada pelo processamento local (partes) em detrimento do processamento global (o todo).

No contexto do ensino de Física, isso explica por que o estudante pode ter um desempenho excelente em cálculos isolados, mas falhar ao interpretar o significado físico de um sistema completo.

A coerência central fraca no autismo não deve ser vista apenas como um déficit, mas como um estilo cognitivo que favorece o foco no detalhe (FRITH, 1989).

Ademais, as funções executivas, que englobam a memória de trabalho, a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório, apresentam-se frequentemente comprometidas. Segundo Baron-Cohen (2004), o perfil cognitivo no TEA tende à "sistematização", ou seja, à busca por regras que governem sistemas. Embora essa característica possa favorecer o aprendizado de leis físicas rígidas, a rigidez cognitiva dificulta a resolução de problemas que exigem a mudança estratégica de raciocínio ou a interpretação de enunciados com alta carga de abstração. As funções executivas são processos cognitivos de ordem superior que permitem ao indivíduo engajar-se em comportamentos orientados a metas. Elas incluem a memória de trabalho, o planejamento e a flexibilidade cognitiva. No TEA, falhas nessas funções dificultam a organização de etapas para a resolução de problemas e a transição entre diferentes conteúdo ou métodos experimentais.

Dificuldades nas funções executivas manifestam-se na incapacidade de planejar ações futuras e na rigidez de pensamento diante de mudanças de rota (BARON-COHEN, 2004).

Outro fator determinante é o déficit na Teoria da Mente, que se refere à dificuldade de atribuir estados mentais a si mesmo e aos outros. No ambiente escolar, isso impacta a compreensão das intenções do professor e a interpretação de instruções que não sejam estritamente literais. Conforme aponta Mantoan (2003, p. 24), a inclusão não deve ser apenas uma inserção física, mas uma "reorganização das práticas pedagógicas", o que no TEA implica a adoção de uma comunicação objetiva, livre de ambiguidades e metáforas que possam atuar como barreiras ao conteúdo científico.

Finalmente, a hipersensibilidade sensorial não deve ser vista apenas como um aspecto biológico, mas como um fator que consome recursos cognitivos valiosos. Quando o ambiente de aprendizagem apresenta ruídos excessivos ou poluição visual, a capacidade de processamento do estudante é desviada para a regulação sensorial, prejudicando o foco atencional no objeto de estudo. Portanto, a aplicação dos princípios do Desenho Universal para

a Aprendizagem (DUA) torna-se essencial, oferecendo múltiplas formas de engajamento e representação que respeitem o ritmo e a singularidade sensorial do estudante (CAST, 2018).

7.3. Níveis de Suporte e a Dinâmica do Neurodesenvolvimento no TEA

A compreensão contemporânea do Transtorno do Espectro Autista, conforme consolidada pelo *DSM-5*, define o quadro como um transtorno do neurodesenvolvimento marcado por déficits persistentes na comunicação e interação social, além de padrões restritos e repetitivos de comportamento. A transição para o termo único "espectro" superou categorizações ultrapassadas, como o antigo Transtorno de *Asperger*, introduzindo a classificação por níveis de suporte. Esta mudança é fundamental para a educação inclusiva, pois desloca o foco do "déficit cognitivo" para a "necessidade de apoio", reconhecendo que a funcionalidade do indivíduo é indissociável do ambiente e das mediações oferecidas.

Os níveis de suporte são estratificados em três categorias:

Nível 1 (Exige Suporte): Caracteriza-se por dificuldades sutis na comunicação social e na compreensão de nuances pragmáticas, como ironias e metáforas. Embora o indivíduo possua autonomia verbal, a rigidez comportamental e a dificuldade em iniciar interações sociais exigem suportes pontuais para garantir a funcionalidade acadêmica.

Nível 2 (Exige Suporte Substancial): Apresenta limitações mais evidentes na comunicação verbal e não verbal, com sofrimento marcado frente a mudanças de rotina, mesmo com apoios presentes.

Nível 3 (Exige Suporte Muito Substancial): Envolve déficits graves na autonomia e comunicação (frequentemente não-verbal), exigindo acompanhamento contínuo para atividades básicas.

É válido ressaltar que tais níveis não são estados estáticos. Sob a ótica de Vygotsky, o nível de suporte correlaciona-se diretamente com a Zona de Desenvolvimento Proximal. Através de intervenções pedagógicas adequadas e do *scaffolding* (andaime) provido pelo docente, o nível de suporte exigido pode ser reduzido ao longo do tempo, graças à plasticidade neuronal e à internalização de ferramentas de mediação.

Do ponto de vista da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a classificação por níveis permite ao professor identificar como organizar os organizadores prévios. Em estudantes de Nível 1, por exemplo, o desafio muitas vezes não reside na capacidade de processamento lógico-matemático da Física, mas na ancoragem de conceitos que dependem de uma semântica complexa ou puramente abstrata. O uso do hiperfoco como um subsunçor torna-se, portanto,

uma estratégia de "Justiça Pedagógica", permitindo que o interesse restrito do aluno sirva de ponte para o conhecimento científico.

A determinação desses níveis no contexto escolar orienta a elaboração do PEI, garantindo que as adaptações curriculares não sejam genéricas, mas sim proporcionais às demandas de desenvolvimento do aluno.

Considerando a complexidade de implementar tais estratégias no ambiente de uma escola regular de alto rigor acadêmico, como o CMRJ, este trabalho delimita seu estudo de caso a uma estudante com TEA Nível 1 de suporte. Esta escolha justifica-se pela necessidade de investigar como as barreiras de comunicação social e a rigidez cognitiva — características que persistem mesmo em indivíduos com alta funcionalidade — podem ser superadas no ensino de Física através de metodologias que priorizam a mediação e a acessibilidade de conteúdo.

8. Metodologia de Pesquisa

A presente investigação caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de natureza qualitativa e quantitativa, estruturada sob a modalidade de pesquisa-ação. Esta abordagem foi selecionada por permitir não apenas a compreensão de um problema educacional, mas a intervenção direta sobre a realidade escolar, visando à transformação das práticas pedagógicas no ensino de Física. O percurso metodológico envolveu ciclos contínuos de planejamento, ação, observação e reflexão, fundamentais para o desenvolvimento e validação do Produto Educacional proposto.

A opção pela pesquisa-ação justifica-se por sua natureza de alternativa metodológica à pesquisa convencional, permitindo a produção de conhecimento voltada para a afirmação de direitos e a transformação de situações existenciais desafiadoras. Diferente da coleta de dados impositiva, esta metodologia fundamenta-se na participação e autonomia dos envolvidos, garantindo que não se imponha um modelo externo de conhecimento.

No contexto deste trabalho, a pesquisa-ação assume uma vertente educacional e colaborativa, inserindo-se na tradição de Stenhouse e Elliott (MORIN, 2004 apud THIOLLENT; COLETTE, 2014), onde a investigação interfere diretamente no processo pedagógico e na elaboração do currículo como apoio ao ensino em sala de aula. Esta abordagem permite a integração entre os atos de pesquisar e os atos de ensinar e aprender, promovendo uma interação contínua de ação-reflexão-ação ao longo do processo formativo.

A construção de um saber inclusivo no Ensino de Física exige, antes de tudo, o reconhecimento da vastidão e da complexidade que o termo "espectro" abarca. Conforme discutido na fundamentação teórica, o Transtorno do Espectro Autista (TEA) não se manifesta

de forma unívoca; cada estudante apresenta um arranjo singular de potencialidades e necessidades de suporte. Diante dessa diversidade, este capítulo delimita o percurso metodológico adotado, fundamentado na necessidade de um recorte estratégico para a viabilidade da pesquisa-ação.

8.1 Contexto e Sujeitos da Pesquisa

O estudo foi desenvolvido no Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), instituição integrante do Sistema Colégio Militar do Brasil, reconhecida por seu rigor acadêmico e estrutura hierárquica definida. O público-alvo da pesquisa compreendeu uma estudante diagnosticada com Transtorno do Espectro Autista (TEA), regularmente matriculada na 2ª série do Ensino Médio, além dos docentes de Física e da equipe da Seção de Atendimento Educacional Especializado (AEE).

Uma das barreiras mais frequentes na formação docente é a busca por uma "metodologia única" ou uma "receita de bolo" que atenda a todos os estudantes com TEA. Entretanto, a literatura e a prática pedagógica demonstram que estratégias eficazes para um estudante com comprometimento severo na comunicação verbal podem ser redundantes ou ineficazes para outro estudante com alta funcionalidade acadêmica.

A escolha desses sujeitos justificou-se pela necessidade de investigar como as especificidades cognitivas e sensoriais do TEA interagem com um currículo de Física de alta exigência, especialmente em tópicos que demandam abstração e modelagem matemática. A colaboração com a equipe do AEE e com os professores regentes foi essencial para o alinhamento das adaptações propostas às diretrizes institucionais e às necessidades individuais mapeadas nos Planos Educacionais Individualizados (PEI).

Nesse sentido, esta pesquisa delimita-se a explorar o atendimento ao estudante com Nível 1 de Suporte. A escolha por este recorte justifica-se por três motivos centrais:

- A Natureza do Desafio no Ensino Médio: Estudantes com Nível 1 de suporte frequentemente frequentam salas regulares em instituições de alta exigência, como o Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), onde as barreiras não são de ordem intelectual, mas de processamento, interpretação e execução.
- O "Corte de Calçada" Cognitivo: As estratégias do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) aplicadas a este perfil focam na remoção de ruídos de comunicação (distratores) e na organização lógica, o que permite testar a hipótese de que o rigor científico da Física pode ser mantido integralmente se a porta de acesso ao conteúdo for democratizada.

- Viabilidade do Estudo de Caso: Ao nos contermos neste nível de suporte, buscamos aplicar e validar no estudo de caso as ideias de mediação de Vygotsky e ancoragem de Ausubel de forma profunda e específica. Isso permite que os resultados e o Produto Educacional gerado possuam alta aplicabilidade prática para a realidade de professores que enfrentam o desafio de incluir estudantes com TEA em currículos de alta complexidade.

Este recorte não exclui a relevância de estudos voltados aos Níveis 2 e 3 de suporte; contudo, reconhece que a especificidade do Ensino Médio e das Ciências da Natureza demanda, neste momento, um olhar focado em quem possui autonomia cognitiva, mas enfrenta o "abismo" entre o saber sábio e a linguagem escolar tradicional.

Cabe ressaltar aqui que, antes do início da aplicação do guia, a realização do trabalho foi devidamente submetida a autorização da Diretoria de Educação Preparatória e Assistencial do Exército Brasileiro, que se mostrou consonante ao tema forneceu parecer favorável a esse autor.

8.2 Fundamentação Metodológica: A Práxis do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)

A base teórica que sustenta a elaboração das estratégias didáticas e avaliativas deste trabalho é o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Desenvolvido pelo *Center for Applied Special Technology* (CAST) na década de 1990, o DUA não se limita a adaptações pontuais para estudantes com deficiência; trata-se de um *framework* educacional que visa a criação de ambientes de aprendizagem flexíveis desde a sua concepção, fundamentado em evidências das neurociências e das ciências da aprendizagem (ROSE; MEYER, 2002).

As raízes conceituais do DUA encontram-se na Arquitetura, especificamente no movimento do Desenho Universal consolidado por Ron Mace na década de 1970. Mace propôs que o design de produtos e ambientes deveria ser utilizável por todas as pessoas, independentemente de sua habilidade, sem a necessidade de adaptações posteriores (STORY; MACE; MUELLER, 1998). O exemplo clássico é o "efeito de corte de calçada": rampas projetadas para cadeirantes que beneficiam idosos, ciclistas e carrinhos de bebê.

Ao transpor essa lógica para a educação, os pesquisadores do CAST (2018) perceberam que o currículo escolar tradicional é frequentemente rígido, assemelhando-se a um edifício repleto de "escadarias cognitivas". No ensino de Física, essas barreiras manifestam-se na linguagem excessivamente abstrata e em avaliações que exigem competências acessórias não relacionadas ao domínio da lei física. O DUA aplica o princípio de Mace ao planejamento

pedagógico: em vez de realizar "puxadinhos" curriculares para o estudante com TEA, o design da instrução é otimizado na origem para acolher a variabilidade neurológica de todos.

A intervenção pedagógica nesta pesquisa estruturou-se nos três princípios norteadores do DUA, estabelecendo um diálogo direto com os teóricos de aprendizagem e as necessidades do estudante em Nível 1 de Suporte.

I. Princípio do Engajamento (A Rede Afetiva)

Fundamentação: Este princípio refere-se ao "porquê" da aprendizagem, ativando as redes afetivas do cérebro responsáveis pelo interesse e pela motivação (CAST, 2018).

Segundo David Ausubel (1980), a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno manifesta uma predisposição para aprender. Para o estudante com TEA Nível 1, essa disposição pode ser fragilizada por dificuldades na função executiva ou desinteresse por temas que não integrem seus hiperfocos.

Aplicação na Metodologia: A pesquisa utiliza os temas de interesse específico do aluno como organizadores prévios. Ao iniciar uma unidade de Mecânica conectando-a a um interesse do estudante, criamos uma estrutura cognitiva de acolhimento para o novo conceito, transformando a passividade em participação ativa e sustentando o esforço diante de desafios complexos.

II. Princípio da Representação (A Rede de Reconhecimento)

Fundamentação: Foca no "o quê" da aprendizagem, oferecendo múltiplos meios para que o aluno perceba e compreenda a informação (ROSE; MEYER, 2002).

Conexão com Vygotsky: Este princípio dialoga com a Teoria Histórico-Cultural, especificamente com a necessidade de instrumentos mediadores e signos (VYGOTSKY, 1997). Estudantes com TEA Nível 1 frequentemente possuem um processamento visual superior ao verbal.

Aplicação na Metodologia: A intervenção substitui a aula puramente expositiva pela redundância de estímulos. No ensino de fenômenos físicos, a informação é apresentada via texto simplificado, simuladores virtuais (como o PhET) e diagramas de corpo livre estruturados. Essa diversidade de signos atua como um suporte (scaffolding) que permite ao aluno navegar em sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), alcançando o conceito científico sem que o ruído da linguagem literal seja um impeditivo.

III. Princípio da Ação e Expressão (A Rede Estratégica)

Fundamentação: Concentra-se no "como" da aprendizagem, permitindo que o estudante planeje e execute tarefas de forma diversificada (HALL; MEYER; ROSE, 2012).

Conexão com a Prática Pedagógica Inclusiva: Frequentemente, o estudante com TEA domina o conceito de Física, mas falha na resolução por dificuldades na organização sequencial ou interpretação de enunciados ambíguos.

Aplicação na Metodologia: O "Guia de Adaptação" desenvolvido nesta dissertação oferece múltiplos meios para o estudante em Nível 1 de suporte expressar seu saber. Isso inclui a flexibilização do tempo, o uso de listas de verificação (checklists) para resolução de problemas e a permissão para o uso de tecnologias assistivas. O objetivo é garantir que a avaliação meça o conhecimento de Física e não a capacidade de organização temporal do discente.

Tabela de Convergência Metodológica e Teórica

Pilar do DUA	Objetivo Neurocognitivo	Teoria de Base	Estratégia de Intervenção nesta Pesquisa
Engajamento	Estimular a rede afetiva e a persistência.	Aprendizagem Significativa (Ausubel)	Uso de hiperfocos do TEA como organizadores prévios e âncoras motivacionais.
Representação	Facilitar a rede de reconhecimento de padrões.	Mediação por Signos (Vygotsky)	Tradução de conceitos abstratos em múltiplos suportes (visuais, digitais e táteis).
Ação e Expressão	Apoiar a rede estratégica e funções executivas.	Zona de Desenvolvimento Proximal (Vygotsky)	Fornecimento de suportes estruturais (scaffolding) e flexibilidade nos formatos de saída.

8.3 Procedimentos de Coleta e Análise de Dados

A estruturação dos procedimentos de coleta e análise de dados desta pesquisa-ação não se limitou a um protocolo técnico de aplicação de testes, mas configurou-se como um processo dialético de investigação sobre como o conhecimento físico é processado e internalizado por

uma estudante neurodivergente no contexto do Colégio Militar do Rio de Janeiro. Para que a intervenção pedagógica fosse efetiva, foi necessário estabelecer uma simbiose entre a prática docente e as teorias de David Ausubel e Lev Vygotsky, garantindo que cada etapa da coleta servisse tanto como registro de desempenho quanto como evidência de evolução cognitiva.

O ponto de partida da coleta residiu na dimensão ausubeliana, focada no diagnóstico e no mapeamento dos subsunçores da estudante. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo se ancora em conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do aluno. Nesse sentido, a coleta de dados inicial não buscou apenas identificar o que a estudante "sabia" ou "não sabia" de Física, mas sim a clareza e a disponibilidade dessas ideias-âncora. Analisar os Planos Educacionais Individualizados (PEIs) e observar o comportamento da estudante frente a problemas de Mecânica permitiu identificar se as barreiras de aprendizagem eram de ordem conceitual ou se residiam na dificuldade de realizar a reconciliação integrativa.

Frequentemente, o estudante autista apresenta uma fragmentação do conhecimento; portanto, a coleta registrou como o uso de organizadores prévios e a diferenciação progressiva auxiliavam a estudante a discernir conceitos gerais de suas aplicações específicas, evitando a memorização mecânica e favorecendo a estabilidade da nova informação na memória de longo prazo.

Avançando para a fase de implementação, a coleta de dados passou a ser orientada pela perspectiva sócio-histórica de Vygotsky, com foco central na atuação dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Entende-se que a mediação é o motor do desenvolvimento das funções psicológicas superiores, e, no caso da Física, essa mediação é fundamentalmente simbólica. Durante a resolução das questões adaptadas no guia pedagógico, a coleta de dados assumiu um caráter de análise microgenética, documentando o processo de mudança passo a passo quando a estudante interagia com o material. As adaptações visuais e textuais não foram meras simplificações, mas funcionaram como instrumentos mediadores e andaimes que permitiram à estudante operar em seu nível de desenvolvimento potencial. Ao reduzir o ruído linguístico e destacar os signos essenciais do fenômeno físico, a pesquisa registrou como a mediação pedagógica transformava o saber potencial em saber real, permitindo que a estudante demonstrasse competências em Física que seriam obscurecidas em avaliações padronizadas.

Por fim, a análise e o tratamento desses dados foram consolidados sob a justificativa metodológica do estudo de caso único, uma decisão estratégica fundamentada na necessidade de profundidade em detrimento da generalização superficial. Na educação inclusiva, a singularidade do espectro autista demanda um olhar atento que amostras estatísticas largas

costumam ignorar. Ao focar na trajetória de uma estudante de Nível 1 de suporte, a coleta de dados buscou validar um protocolo de "justiça pedagógica". O objetivo foi demonstrar que, quando o ensino de Física é ancorado em subsunções claras e mediado corretamente na ZDP, a disciplina deixa de ser um instrumento de exclusão para se tornar um campo de desenvolvimento cognitivo. Assim, o registro sistemático desses ciclos trimestrais não apenas comprova a viabilidade do produto educacional, mas estabelece uma base científica para que essa metodologia de mediação e ancoragem possa ser transposta e adaptada para outros estudantes neurodivergentes em contextos de alto rigor acadêmico.

A fim de conferir objetividade e rastreabilidade ao processo de intervenção, a coleta de dados não deve ser entendida como um ato isolado de correção de exercícios, mas como um acompanhamento sistemático da evolução das funções psicológicas superiores do estudante. A operacionalização apresentada a seguir justifica-se pela necessidade de transformar conceitos abstratos das teorias de aprendizagem em indicadores observáveis de desempenho.

Ao observar o estudante durante a resolução de problemas de Física mediada, o pesquisador busca evidências de que a adaptação curricular cumpriu sua função de "andaime" pedagógico. Sob a ótica de Vygotsky, a tabela foca na transição do nível de desenvolvimento potencial para o real, registrando como as ferramentas de mediação reduzem a necessidade de assistência externa conforme o conceito é internalizado. Paralelamente, fundamenta-se em Ausubel ao monitorar se a nova informação está sendo incorporada de forma substantiva e não arbitrária, verificando se o estudante utiliza os subsunções ativados para construir novos significados físicos. Este modelo de observação garante que o produto educacional seja validado não apenas pelo acerto das respostas, mas pela qualidade da interação cognitiva e pela efetiva remoção de barreiras de aprendizagem no contexto de inclusão do CMRJ.

Modelo de Operacionalização da Coleta de Dados (Pesquisa-Ação)

Etapas da Resolução	Foco da Observação (Indicador Pedagógico)	Fundamentação Teórica Aplicada	Registro de Evidência (Exemplo de Preenchimento)
Leitura do Enunciado Adaptado	Identificação de Subsunções : O estudante reconhece os conceitos físicos fundamentais descritos	Ausubel : Verificação da existência de ideias-âncora na estrutura cognitiva para a	"O estudante identificou prontamente que o problema tratava de Conservação de Energia ao ver o termo em negrito

Etapas da Resolução	Foco da Observação (Indicador Pedagógico)	Fundamentação Teórica Aplicada	Registro de Evidência (Exemplo de Preenchimento)
	ou se perde na semântica?	Aprendizagem Significativa.	e o ícone correspondente."
Uso de Apoios Visuais	Eficácia da Mediação : O diagrama ou fluxograma permitiu que o estudante iniciasse a tarefa sem auxílio verbal direto?	Vygotsky : Atuação na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) através de instrumentos e signos.	"Utilizou o diagrama de forças para isolar as variáveis, dispensando a explicação oral do professor sobre a direção do vetor peso."
Conexão de Conceitos	Capacidade de Reconciliação Integrativa : O estudante consegue relacionar o novo dado do problema com o que já foi aprendido anteriormente?	Ausubel : Processo de organizar novas informações relacionando-as a conceitos já estabilizados.	"Ao resolver o cálculo de potência, o estudante relembrou o conceito de trabalho mecânico visto no ciclo anterior, demonstrando ancoragem estável."
Intervenção do Pesquisador	Nível de Scaffolding (Andaime) : Quanta ajuda externa foi necessária para que o estudante transpusesse um bloqueio cognitivo?	Vygotsky : Análise Microgenética da distância entre o desenvolvimento real e o potencial.	"Necessitou de intervenção apenas na conversão de unidades (km/h para m/s), indicando autonomia nos conceitos físicos propriamente ditos."
Generalização do Fenômeno	Diferenciação Progressiva : O estudante consegue aplicar a Lei da Física em um contexto	Ausubel : Evolução do conceito geral para as especificidades e aplicações práticas.	"Conseguiu transpor a Primeira Lei de Newton de um bloco em um plano horizontal para um elevador em movimento,

Etapa da Resolução	Foco da Observação (Indicador Pedagógico)	Fundamentação Teórica Aplicada	Registro de Evidência (Exemplo de Preenchimento)
	levemente diferente do exemplo padrão?		mostrando compreensão do princípio geral."

A operacionalização da pesquisa seguiu os cinco princípios fundamentais da pesquisa-ação integral propostos por André Morin (2004 **apud** THIOLENT; COLETTE, 2014): contrato, participação, mudança, discurso e ação.

- i. O contrato estabeleceu-se na pactuação dos objetivos com a Seção de Atendimento Educacional Especializado (SAEE);
- ii. A participação foi assegurada pela implicação dos atores no processo;
- iii. A mudança buscou-se na transformação das práticas excludentes;
- iv. O discurso materializou-se na negociação das ações e na sistematização das experiências;
- v. A ação foi concretizada na implementação do Guia e das avaliações adaptadas, cujos resultados foram analisados retroativamente para gerar novos ensinamentos.

9. Metodologia de Aplicação do Produto Educacional

Nesta pesquisa-ação, o docente assume o papel de professor-pesquisador, deixando de ser um mero consumidor de conhecimentos prontos para se tornar um produtor de conhecimento. Essa autonomia docente é exercida por meio da interação, observação e reflexão constante sobre o conteúdo, a didática e a melhoria da aprendizagem da estudante neurodivergente. Assumir o ensino como um ato interativo e inventivo é o que permite reconhecer a singularidade de cada aluno no processo de construção do saber científico.

O produto educacional derivado desta pesquisa-ação constitui-se como um **Guia de Práticas Inclusivas para o Ensino de Física**, um material técnico-pedagógico concebido para servir de suporte a docentes da educação básica que atuam em salas de aula regulares. Mais do que um manual de instruções, o guia é um instrumento de mediação que visa operacionalizar o direito à educação previsto na Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), traduzindo diretrizes legais em estratégias de sala de aula que respeitem a neurodiversidade. Embora o foco primário resida no atendimento a estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), o

material foi desenhado sob a perspectiva do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), permitindo que suas estratégias beneficiem o coletivo dos estudantes ao reduzir barreiras cognitivas e linguísticas.

A arquitetura do guia fundamenta-se na premissa de que o ensino de Física, por sua natureza abstrata e simbólica, exige um esforço deliberado de ancoragem cognitiva e mediação sociocultural. Assim, o material organiza-se em três eixos estruturantes:

i. Adaptações Metodológicas e Reengenharia Cognitiva: Este eixo foca na transformação da linguagem científica em uma abordagem multissensorial. Ao propor o uso de recursos visuais densos e experimentos práticos, o guia busca ativar os subsunçores do estudante — conhecimentos prévios que servem de base para a Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel. A mudança no vocabulário cotidiano e a contextualização de conceitos abstratos visam reduzir a carga cognitiva extrínseca, permitindo que o estudante foque na essência do fenômeno físico.

ii. Avaliações Inclusivas como Instrumentos de Regulação: As orientações para a criação de avaliações adaptadas baseiam-se na necessidade de clareza absoluta e diversificação de estímulos. Sob a ótica de Vygotsky, a avaliação deixa de ser um veredito de erro ou acerto para se tornar um registro da atuação do estudante em sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Ao flexibilizar tempos e formatos, o guia garante que a mediação pedagógica remova os ruídos interpretativos, permitindo que o estudante demonstre sua competência real no domínio das leis da Física.

iii. Estratégias de Engajamento e Hiperfoco: Reconhecendo as características singulares do TEA, o guia sugere a incorporação dos interesses específicos dos estudantes como motrizes de aprendizagem. Esta estratégia utiliza a motivação intrínseca como um facilitador para a Reconciliação Integrativa, conectando os temas de interesse do estudante ao formalismo dos conceitos físicos, promovendo uma participação ativa e autônoma.

A aplicação deste guia ocorreu no ambiente singular do Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), com estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Através de um estudo de caso único, validou-se a eficácia das práticas ao monitorar o desenvolvimento de um estudante assistido pelo Atendimento Educacional Especializado (AEE). É fundamental ressaltar, contudo, que a robustez logística e a disponibilidade de recursos do CMRJ representam um cenário de excelência que, como é de conhecimento geral, difere da realidade média das escolas públicas brasileiras. Todavia, o produto foi desenhado para ser escalável: os princípios de mediação e ancoragem aqui expostos são universais e podem ser transpostos para qualquer contexto, desde que respeitadas as proporcionalidades e necessidades locais.

9.1 Protocolo de Aplicação e Ciclo de Intervenção Pedagógica

Para garantir a replicabilidade do produto, estabeleceu-se um protocolo de aplicação dividido em quatro etapas interdependentes, que operacionalizam o suporte teórico em prática docente:

- **i. Planejamento Dialógico:** Nesta fase, os conteúdos curriculares são confrontados com o mapeamento de subsunçores do estudante. O docente utiliza o guia para selecionar estratégias que funcionem como **organizadores prévios**, preparando a estrutura cognitiva para o novo saber.
- **ii. Implementação Mediada:** Durante as aulas, o professor assume o papel de mediador vygotskyano, utilizando os recursos do guia para oferecer o **scaffolding (andaime)** necessário. O foco é o acompanhamento contínuo, onde o material didático adaptado atua como uma ferramenta simbólica que auxilia o estudante na organização de suas funções psicológicas superiores.
- **iii. Avaliação Microgenética:** O desempenho é analisado através de indicadores que vão além da nota quantitativa. Busca-se observar o processo de resolução de problemas — a **análise microgenética** — identificando como o estudante utiliza os apoios fornecidos para transpor desafios que anteriormente se mostravam intransponíveis.
- **iv. Feedback e Refinamento do Produto:** As percepções colhidas junto ao corpo docente e a análise do engajamento do estudante permitem retroalimentar o guia. Este ciclo de melhoria contínua garante que o produto educacional permaneça relevante e eficaz, adaptando-se às novas demandas que emergem da prática inclusiva cotidiana.

9.2. Contexto de Aplicação do Produto Educacional

A aplicação deste produto educacional ocorreu no cenário singular do Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), instituição que possui uma estrutura curricular densa e normatizada. Com a implementação do Novo Ensino Médio, a disciplina de Física foi segmentada em duas frentes complementares: a Formação Geral Básica (FGB) e o Itinerário Formativo. Enquanto a FGB estabelece os alicerces conceituais — os subsunçores fundamentais de Ausubel necessários para a alfabetização científica —, o Itinerário Formativo propõe o aprofundamento e a contextualização de temas como equilíbrio térmico, leis da termodinâmica, calorimetria e máquinas térmicas. Essa divisão exige do estudante uma capacidade elevada de reconciliação integrativa, conectando a teoria

da FGB com as aplicações práticas do Itinerário, o que pode representar um desafio adicional para o processamento cognitivo no TEA.

A intervenção foi direcionada a uma estudante com Transtorno do Espectro Autista (TEA) ao longo de todo o ano letivo. Adotou-se uma postura de investigação constante, onde o comportamento em sala e o desempenho nas avaliações foram tratados como dados de uma análise microgenética. Em parceria com a Seção de Atendimento Educacional Especializado (SAEE), buscou-se monitorar como a mediação pedagógica influenciava a transição da estudante entre o seu desenvolvimento real e o seu desenvolvimento potencial, garantindo que o ensino de Física não fosse uma barreira, mas um motor de desenvolvimento cognitivo.

Um ponto de tensão relevante neste contexto reside na impossibilidade de uma adaptação curricular profunda, visto que as diretrizes internas do CMRJ priorizam a uniformidade do ensino e o cumprimento estrito dos descritores para todo o corpo discente. No entanto, a Lei Brasileira de Inclusão (LBI - Lei nº 13.146/2015) é taxativa ao estabelecer que a educação inclusiva é um direito que demanda adaptações metodológicas e avaliativas personalizadas. A legislação prevê a elaboração do Plano Educacional Individualizado (PEI) como uma ferramenta de mediação sociocultural colaborativa. Na teoria vygotskyana, o PEI pode ser compreendido como um planejamento de andaimes pedagógicos que permitem ao estudante acessar o currículo comum através de caminhos alternativos.

No CMRJ, a Seção de Atendimento Educacional Especializado (SAEE) desempenha o papel crucial de suporte técnico, orientando os professores regentes na remoção de barreiras atitudinais e pedagógicas. Todavia, desafios logísticos e a alta demanda de atendimento impõem limites à implementação de uma equipe multidisciplinar plena. Diante dessa realidade, as adaptações propostas neste trabalho foram desenhadas para serem integradas à estrutura existente, sem ferir a isonomia dos descritores curriculares.

A estratégia central foi equilibrar o rigor do currículo militar com as necessidades psicopedagógicas da estudante. Para isso, recorreu-se a organizadores prévios e abordagens multissensoriais que visassem a aprendizagem significativa. Ao utilizar experimentos práticos e recursos visuais, buscou-se fornecer ao estudante instrumentos e signos que facilitassem a internalização dos conceitos térmicos e mecânicos. As avalia-

ções adaptadas, focadas na clareza da linguagem e na flexibilidade de tempo, serviram para garantir que a avaliação fosse um reflexo do conhecimento físico adquirido, e não uma medição da velocidade de processamento ou da interpretação textual, alinhando-se à defesa de autores clássicos da inclusão que veem na diversidade um valor, e não um obstáculo ao aprendizado acadêmico.

9.3 Roteiro de Aplicação do Produto Educacional

O roteiro de aplicação foi estruturado para convergir as normativas do Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ) com as garantias fundamentais da Lei Brasileira de Inclusão (LBI - Lei nº 13.146/2015). A aplicação não se deu como um evento isolado, mas como um processo contínuo e cíclico, permitindo que a prática docente fosse ajustada conforme a evolução da estrutura cognitiva do estudante e as demandas do currículo de Física.

9.3.1 Mapeamento Curricular e Identificação de Pontes Cognitivas

A etapa inicial consistiu no mapeamento minucioso do currículo, abrangendo tanto a Formação Geral Básica quanto o Itinerário Formativo. Sob a perspectiva de Ausubel, esta fase buscou identificar quais tópicos possuíam maior potencial para a ativação de subsunçores, permitindo uma aprendizagem que fizesse sentido para o estudante. Priorizaram-se temas que permitissem a transposição do abstrato para o concreto — como as leis da termodinâmica aplicadas a fenômenos cotidianos —, utilizando recursos visuais e experimentos que servissem como organizadores prévios para a ancoragem de novos conhecimentos científicos.

9.3.2. Estruturação Legal e Elaboração do Plano Educacional Individualizado (PEI)

O cumprimento das exigências legais da LBI materializou-se na construção do Plano Educacional Individualizado (PEI), concebido em colaboração direta com a Seção de Atendimento Educacional Especializado (SAEE), professores regentes e a família. Do ponto de vista de Vygotsky, o PEI funciona como um planejamento estratégico de mediação social. Ele traça os caminhos para que o estudante acesse o conhecimento científico, definindo quais instrumentos de apoio e modificações metodológicas atuarão como andaimes necessários para que o estudante opere de forma plena dentro de sua Zona de Desenvolvimento Proximal.

9.3.3. Design Universal e Planejamento de Avaliações Mediadas

O planejamento das avaliações fundamentou-se nos três pilares do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA): representação, ação/expressão e engajamento. As avaliações foram redesenhadas para remover barreiras de processamento textual e linguístico que frequentemente mascaram o real conhecimento de estudantes com TEA. A linguagem tornou-se direta e os estímulos visuais foram integrados como signos mediadores, permitindo que o estudante demonstrasse sua compreensão das leis da Física de forma equitativa e justa, respeitando-se o tempo necessário para o processamento dessas informações.

9.3.4. Dinâmica dos Ciclos Trimestrais de Implementação

A aplicação foi organizada em três ciclos trimestrais, permitindo o refinamento constante das práticas através de uma análise microgenética do progresso do estudante:

- **Revisão do PEI:** As estratégias foram atualizadas a cada trimestre com base no feedback qualitativo e no desempenho observado, garantindo que a mediação estivesse sempre ajustada ao nível de autonomia do estudante.
- **Adaptação Curricular das Avaliações:** Para cada novo tópico de Física, elaboraram-se instrumentos que equilibrassem o rigor conceitual exigido pelo CMRJ com as necessidades de clareza e acessibilidade metodológica.
- **Processamento Reflexivo dos Resultados:** A análise do desempenho serviu como bússola para ajustes pedagógicos, permitindo identificar o momento em que determinados apoios poderiam ser retirados ou intensificados para favorecer o desenvolvimento real do estudante.

9.3.5. Ecossistema de Recursos e a Busca pela Aprendizagem Significativa

A implementação prática do produto mobilizou um ecossistema de materiais voltados para tornar a Termodinâmica tangível. O uso de simuladores computacionais, como o do universidade do Colorado (PHET) possibilitou que o fenômeno, ou um modelo visualizável dele, precedesse a fórmula, favorecendo a diferenciação progressiva dos conceitos. A priorização de diagramas e vídeos explicativos serviu para converter abstrações em representações visuais estáveis, fundamentais para o processamento cognitivo no espectro autista.

É imperativo salientar que estas intervenções não foram exclusivas à estudante com necessidades educacionais especiais; pelo contrário, a adoção de uma linguagem clara e de métodos multissensoriais beneficiou a turma como um todo. Ao buscar o equilíbrio

pedagógico, criou-se um ambiente de aprendizagem significativa coletiva, onde a inclusão deixa de ser um apêndice do ensino para se tornar a base de uma prática docente democrática e científica.

10. Resumo do guia para adaptações de avaliações

A construção de avaliações acessíveis requer cuidados específicos para garantir que todos os estudantes demonstrem seu real aprendizado. No contexto do ensino de Física, onde conceitos abstratos e linguagem técnica podem representar barreiras, é essencial desenvolver instrumentos avaliativos que mantenham o rigor conceitual enquanto oferecem diferentes formas de acesso ao conhecimento. Um grande desafio que a tarefa de adaptar nos traz é o grau de dificuldade, o baixo desempenho de muitos discentes pode levar os docentes a abrir mão do grau de dificuldade sem que necessariamente tenham compreensão dos motivos que levaram àquele desempenho aquém do esperado, busquei avaliações que mantivessem grau de dificuldade, equilibrado, para todos os estudantes.

10.1 A Natureza dos Distratores e o Ruído Cognitivo no TEA

No âmbito da avaliação em Física, o conceito de distrator não se limita apenas às alternativas incorretas de uma questão de múltipla escolha. Sob a perspectiva do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e das especificidades do Transtorno do Espectro Autista (TEA), o distrator deve ser compreendido como qualquer elemento informacional, textual, visual ou contextual que não seja estritamente essencial para a resolução do problema físico proposto. A presença desses elementos gera o que a literatura define como ruído cognitivo, uma sobrecarga que interfere diretamente na capacidade do estudante de processar a informação científica de maneira eficaz.

A identificação de distratores exige que o docente reconheça a tendência do estudante com TEA ao processamento de detalhes em detrimento do todo, fenômeno descrito por Frith (1989) como Coerência Central Fraca. Em uma questão de Física tradicional, o distrator frequentemente apresenta-se na forma de uma contextualização excessivamente elaborada. Para um estudante neurotípico, menções a nomes de personagens, cenários de competições esportivas ou descrições poéticas de fenômenos naturais podem servir como ganchos de interesse. Contudo, para o estudante com TEA, esses elementos atuam como barreiras

atencionais, competindo pelo mesmo recurso de processamento necessário para a extração dos dados numéricos e a aplicação das leis físicas.

Sob a ótica de Ausubel, um enunciado sobrecarregado de distratores impede que o estudante identifique os subsunçores relevantes para a ancoragem do problema. Se a estrutura textual é confusa, o estudante não consegue realizar a diferenciação progressiva entre o que é um dado físico (como a aceleração de um corpo) e o que é meramente um adorno narrativo. Assim, o ruído cognitivo inviabiliza a aprendizagem significativa, transformando a resolução do problema em um desafio de interpretação linguística, e não de raciocínio científico.

Do ponto de vista vygotskyano, a neutralização desses distratores é uma forma de mediação pedagógica essencial. Ao limpar o enunciado de informações periféricas, o professor atua como um facilitador na Zona de Desenvolvimento Proximal do estudante, oferecendo um suporte que permite a focalização nas ferramentas e signos da Física. Essa intervenção reduz a distância entre o que o estudante consegue processar e a complexidade inerente ao conceito físico, garantindo que a avaliação seja, de fato, um instrumento de verificação da competência em Física e não uma barreira impeditiva baseada em dificuldades de processamento sensorial e cognitivo.

10.2 Critérios para Identificação e Neutralização de Distratores

Para otimizar o design das questões, a literatura e a prática pedagógica sugerem a análise dos seguintes tipos de distratores:

Distratores Linguísticos: O uso de metáforas, ironias ou analogias complexas. Como o estudante com TEA tende à literalidade (BARON-COHEN, 2004), uma frase como "o carro voou na pista" pode ser processada literalmente, gerando confusão cognitiva e afastando o estudante do cálculo da cinemática.

Distratores Contextuais (Carga Extrínseca): Informações que buscam "humanizar" o problema, mas que são irrelevantes para o modelo físico. Conforme observado no Plano Educacional Individualizado (PEI) do estudante com TEA, a remoção de elementos esportivos e cenários sociais permite que o foco recaia sobre os parâmetros físicos essenciais.

Distratores Visuais: *Layouts* de prova poluídos, imagens meramente ilustrativas sem função diagramática ou quebras de página no meio de uma resolução.

A neutralização desses distratores não implica na redução do rigor científico da questão. Pelo contrário, ao remover o "ruído" da comunicação, o professor garante que o desempenho do estudante seja reflexo direto de sua proficiência em Física e não de sua capacidade de decodificar contextos sociais ou figuras de linguagem. Como aponta Mantoan (2003), a acessibilidade na avaliação reside na clareza do comando e na eliminação de ambiguidades, permitindo que a lógica sistêmica e a capacidade de sistematização do estudante com TEA, frequentemente superior à média, se manifestem plenamente.

10.3 Adaptação de Questões: Princípios Básicos

A efetivação das práticas inclusivas no ensino de Física pressupõe que o docente domine estratégias de adaptação capazes de converter o currículo padrão em um itinerário acessível, sem que haja prejuízo ao rigor conceitual. Esse processo de mediação pedagógica pode ser operacionalizado por meio de duas vertentes complementares: a intervenção manual direta ou o suporte tecnológico automatizado. Na primeira via, o professor, subsidiado pelo conhecimento do perfil cognitivo do estudante e das diretrizes do Desenho Universal para a Aprendizagem, realiza uma análise minuciosa do material didático para a identificação e remoção de barreiras de aprendizagem. Conforme sistematizado no **Guia para Adaptações Metodológicas e Avaliativas**, produto desta pesquisa, essa identificação foca na neutralização de distratores linguísticos, contextuais e visuais que sobrecarregam a função executiva do estudante com TEA. Ao isolar o fenômeno físico de narrativas sociais complexas e figuras de linguagem, o docente garante que o desempenho do estudante seja reflexo direto de sua proficiência científica.

Alternativamente, a segunda via apresenta-se através da utilização da Inteligência Artificial Generativa, que surge como um paradigma disruptivo para a educação inclusiva ao atuar como um sofisticado andaime cognitivo. A capacidade dessas ferramentas de promover a personalização em escala permite que conteúdos densos sejam reestruturados para atender à variabilidade neurológica dos estudantes, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Guia da UNESCO (2024). No entanto, essa promessa tecnológica é acompanhada por um imperativo ético: o princípio do *human-in-the-loop*. A UNESCO adverte que, embora a IA possa otimizar a acessibilidade e prover múltiplos meios de representação, sua implementação jamais deve substituir a intencionalidade do professor. No contexto do TEA, essa vigilância é crítica para evitar o que Arruda (2024) define como desalinhamento pedagógico, o risco de uma prática mecanicista que ignora as particularidades registradas no Plano Educacional Individualizado

(PEI). Assim, a IA consolida-se nesta pesquisa como um recurso de suporte à curadoria docente, operando sob a supervisão técnica do professor de Física para assegurar que a democratização do conhecimento preserve a integridade e o rigor da formação acadêmica.

10.4 Os riscos do uso indiscriminado de tecnologias de IA:

Delineando as fronteiras técnicas dessa integração, o Guia da UNESCO (2024) detalha que a eficácia da IA generativa é indissociável da vigilância contra as chamadas "alucinações algorítmicas". Tais fenômenos ocorrem quando a ferramenta gera informações factualmente incorretas ou logicamente inconsistentes, um risco particularmente sensível no ensino de Física, onde a precisão de fórmulas, unidades e interpretações fenomenológicas é o que sustenta o saber científico. A mitigação dessa vulnerabilidade exige que a curadoria docente transcenda a revisão gramatical, concentrando-se na validação da fidedignidade dos conceitos adaptados.

Essa verificação técnica assegura que a transposição didática, embora simplificada em sua estrutura linguística para atender ao perfil do estudante com TEA, permaneça conceitualmente íntegra. Além da correção de erros factuais, o documento da UNESCO enfatiza a necessidade de o professor atuar no controle de vieses; as ferramentas de IA podem, por vezes, produzir adaptações que subestimam o potencial intelectual do estudante ou que infantilizam o conteúdo. Portanto, a mediação proposta neste trabalho estabelece que a tecnologia deve servir como um mecanismo de acessibilidade, removendo as barreiras de leitura e interpretação, enquanto o professor de Física permanece como o garantidor do desafio cognitivo, assegurando que o andaime oferecido pela máquina seja uma estrutura de suporte e não uma limitação ao desenvolvimento do estudante.

10.5 Exemplos de Questões Adaptadas

Agora, vamos explorar alguns exemplos de adaptações feitas usando a metodologia utilizada no guia e aplicadas em avaliações no Colégio Militar.

Exemplo 1: Lançamento Oblíquo (Futebol Americano)

Questão Original

“Durante o Super Bowl, o quarterback Patrick Mahomes, do Kansas City Chiefs, faz um passe para seu recebedor Tyreek Hill, que está se movendo em linha reta no campo de ataque. Mahomes lança a bola com uma velocidade inicial de 20 m/s, buscando atingir o maior alcance horizontal possível. Considere que a resistência do ar é desprezível e que a aceleração da gravidade é $g=10\text{m/s}^2$

- Qual deve ser o ângulo de lançamento (θ) para que a bola atinja o maior alcance horizontal possível?
- Calcule o alcance máximo (A) atingido pela bola.
- Sabendo que o recebedor Tyreek Hill tem uma massa de 80 kg e que ele parte do repouso para correr até o ponto de alcance máximo da bola, calcule a potência média que ele deve desenvolver para chegar ao ponto de recepção no mesmo instante em que a bola atinge o solo. Considere que o tempo de voo da bola é igual ao tempo que Tyreek Hill leva para percorrer a distância do alcance máximo.”

Análise: A questão é longa, cheia de nomes e informações contextuais (*Super Bowl*, nomes de jogadores) que são irrelevantes para a Física. O item (c) mistura Cinemática com Dinâmica (Potência), sendo uma questão "multicamada" que pode confundir o estudante neurodivergente. Essa questão foi adaptada para uma estudante com transtorno do espectro autista (TEA), com base nos princípios do Design Universal para Avaliações (DUA) e usando as informações contidas no PEI. A intenção era a manutenção do máximo de conceitos e grau de dificuldade da questão.

Questão Adaptada

Um jogador de futebol americano lança uma bola com uma velocidade inicial de 20 m/s, buscando atingir o maior alcance horizontal possível. Considere que a resistência do ar é desprezível e que a aceleração da gravidade é $g=10\text{m/s}^2$.

- Qual deve ser o ângulo de lançamento (θ) para que a bola atinja o maior alcance horizontal possível?
- Calcule o alcance máximo (A) atingido pela bola.

Exemplo 2: Onde a Informação Implícita Atrapalha (Basquete)

Questão Original

Um jogador de basquete arremessa a bola em direção à cesta. A equação que descreve a altura (y) da bola em função do tempo (t) durante o arremesso é:

$$y = 2 + 6t - 5t^2$$

Na equação:

- $y(t)$ é a altura da bola em metros.
- t é o tempo em segundos.

A bola é lançada a partir da altura do jogador, a velocidade forma um ângulo de 30° com a horizontal, e a cesta está a uma altura de **3,0 m**. Sabendo que a bola entra na cesta, calcule a **distância horizontal** do jogador até a cesta no momento do arremesso.

Análise: Para um estudante com TEA, a informação da altura inicial do lançamento que está implícita na equação de 2º grau pode ser uma barreira intransponível pela dificuldade com ambiguidades.

Questão Adaptada

Um jogador de basquete arremessa a bola em direção à cesta. A equação que descreve a altura (y) da bola em função do tempo (t) durante o arremesso é:

$$y = 2 + 6t - 5t^2$$

Na equação:

- $y(t)$ é a altura da bola em metros.
- t é o tempo em segundos.
- A altura do lançamento é igual a 2m

A bola é lançada a partir da altura do jogador, a velocidade forma um ângulo de 30° com a horizontal, e a cesta está a uma altura de **3,0 m**. Sabendo que a bola entra na cesta, calcule o **tempo** que a bola leva desde o arremesso até entrar na cesta.

Exemplo 3: O excesso de informações, mesmo que úteis, pode ser um problema

Questão original

Carlos, morador de uma cidade com alta incidência solar, decidiu instalar um aquecedor solar em sua residência para reduzir o custo da sua conta de luz. Ele notou que o chuveiro elétrico era o maior responsável pelo consumo de energia em sua casa, representando cerca de 35% do valor da fatura. Pesquisando soluções sustentáveis, Carlos optou por um sistema de aquecimento solar com um reservatório de 200 litros (equivalente a 200 kg, considerando a densidade da água como 1 kg/L). Em um dia ensolarado, a temperatura da água no reservatório aumentou de 25°C para 55°C em um período de 4 horas.

Usando seus conhecimentos sobre propagação de calor, determine a potência média do aquecedor instalado por Carlos. Dados: calor específico da água $1\text{ cal/g}^\circ\text{C}$; considere que $1\text{ cal}=4,2\text{ J}$;

Análise da Questão Original

Esta questão apresenta barreiras significativas de **contextualização excessiva**. O texto introdutório sobre "Carlos", "cidade ensolarada", "conta de luz" e "soluções sustentáveis" exige uma carga de leitura e processamento que não contribui para a resolução do problema físico, trata-se de distratores, inseridos na questão visando o desenvolvimento da interpretação de textos de informação científica.

Um ponto crítico é a presença de um **distrator numérico**: a informação de que o chuveiro representa "**35% do valor da fatura**". Para um estudante com TEA, que tende a ter um pensamento literal e buscar utilidade para todos os dados apresentados, esse número pode gerar confusão e tentativas errôneas de incluí-lo nos cálculos.

Além disso, a conversão de unidades está implícita e misturada ao texto (litros para kg, horas para segundos, calorias para Joules), criando uma questão "multicamada" que dificulta a organização do raciocínio lógico.

Questão adaptada

Carlos instalou um aquecedor solar em sua casa. O reservatório tem **200 litros de água** (equivalente a **200 kg**). Em um dia ensolarado, a água aqueceu de **25°C** para **55°C** em **4 horas**.

Dados fornecidos:

- ✓ Massa da água (m): 200 kg
- ✓ Calor específico da água (c): 4200 J/kg°C
- ✓ Tempo (t): 4 horas = **14.400 segundos**

Qual é a potência média do aquecedor solar em watts (W)?

Por que funcionou?

Organização Visual e Mapeamento de Variáveis

A apresentação dos dados em lista com a identificação explícita das variáveis entre parênteses (m, c, t) é uma estratégia de organização lógica. Para estudantes com TEA, isso funciona como uma "pista visual" que conecta diretamente o texto à fórmula que será usada, reduzindo a carga cognitiva de ter que "caçar" os números no meio do parágrafo.

Eliminação de Barreiras "Multicamadas" (Conversão de Unidades)

Por que isso é importante? Estudante com TEA costumam apresentar menor desempenho em questões "multicamadas" (que exigem várias etapas prévias antes do cálculo principal). Ao fornecer o tempo já em segundos e a massa em kg, você remove a barreira matemática da conversão e foca a avaliação exclusivamente na compreensão do conceito físico (Potência e Energia Térmica) e na aplicação da fórmula. É uma adaptação válida quando o objetivo é avaliar se o estudante sabe o que é potência, e não se ele sabe multiplicar por 3600.

Clareza do Comando:

O comando final "Qual é a potência média... em watts (W)?" reforça a solicitação feita no início ("Calcular a potência..."). Essa repetição, neste contexto, é positiva pois delimita claramente o início e o fim do problema, servindo como um reforço da tarefa solicitada.

11. Resultados e discussões

A estudante, com 15 anos de idade na data da aplicação, cursava a 2ª série do Ensino Médio no CMRJ e possui diagnóstico clínico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), classificada com Nível 1 de suporte, e Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). No que tange ao desenvolvimento cognitivo, a estudante apresenta um raciocínio verbal e linguagem destacados, contudo, manifesta barreiras significativas no processamento de figuras de linguagem, metáforas e na expressão de pensamentos e emoções complexas.

No âmbito socioafetivo, observa-se uma dificuldade persistente na interação social, incluindo a manutenção de contato visual e a interpretação de expressões faciais e gestos. Adicionalmente, apresenta hipersensibilidade sonora, o que demanda o uso ocasional de protetores auriculares em ambientes de alta carga sensorial, e indicativos de ansiedade, que podem impactar sua concentração e controle emocional diante de imprevistos ou normas rígidas. Para o ensino de Física, o perfil da estudante revela que, embora possua autonomia cognitiva, as barreiras enfrentadas não são de ordem intelectual, mas de processamento e execução.

Conforme mapeado em seu Plano Educacional Individualizado (PEI), a estudante demonstra dificuldade em lidar com enunciados ambíguos ou informações implícitas, tendendo a um pensamento estritamente literal. Sob a ótica de Vygotsky, tais características representam o "defeito secundário" — barreiras pedagógicas que dificultam o acesso ao conhecimento — exigindo uma mediação intencional para atuar em sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Nesse sentido, a metodologia aplicada baseou-se nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), focando na remoção de distratores contextuais e linguísticos.

As avaliações aplicadas, cujas resoluções são apresentadas a seguir, foram adaptadas para oferecer instruções claras e diretas, suporte visual por meio de diagramas e a explicitação de dados que, na questão original, estariam implícitos. Tais "andaimes" (*scaffolding*) pedagógicos visaram garantir que a avaliação mensurasse efetivamente o seu conhecimento real em Física, eliminando o ruído comunicacional que frequentemente mascara o potencial cognitivo de estudantes neurodivergentes.

Desempenho da estudante na questão do exemplo 1:

ESCORES = 5	ACERTOS = 03
-------------	--------------

1ª Questão. Um jogador de futebol americano lança uma bola com uma velocidade inicial de 20 m/s, buscando atingir o maior alcance horizontal possível. Considere que a resistência do ar é desprezível e que a aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$.

a) Qual deve ser o ângulo de lançamento (θ) para que a bola atinja o maior alcance horizontal possível? — 45°

45°, porque para atingir o alcance máximo θ deve ser = 45°
 R: 45° ✓

b) Calcule o alcance máximo (A) atingido pela bola.

$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 20 \\ \hline 400 \end{array}$$

$A_{\text{máx}} = \frac{V_0^2}{g} \sim \frac{20^2}{10} \sim \frac{400}{10} \rightarrow A_{\text{máx}} = 40$
 R: 40 m ✓

Foto 1: Digitalização da avaliação realizada pela estudante do estudo de caso

Em geral, a estudante apresentou capacidade de compreensão e resolução do problema com erros dentro do esperado e similares ao restante da turma.

Desempenho da discente na questão do exemplo 2: Nesta questão, o contexto esportivo não foi retirado devido à simplicidade e informação direta no texto, entretanto, se fez necessário informar a altura do atleta, que na questão original está implícito na equação, devido à dificuldade da estudante, portadora de TEA, em interpretar enunciados com informações implícitas e ambíguas, conforme relatado em seu PEI. Além disso, foi adaptada a tarefa cobrada na questão, de modo que a estudante receba um comando direto para realizar uma tarefa, estudantes inseridos no transtorno do espectro autista costumam apresentar menor desempenho em questões multicamadas.

As adaptações não criaram uma vantagem injusta. Elas removeram barreiras desnecessárias e permitiram que a estudante demonstrasse seu conhecimento real, colocando-a em igualdade com a turma.

2ª Questão. Um jogador de basquete arremessa a bola em direção à cesta. A equação que descreve a altura (y) da bola em função do tempo (t) durante o arremesso é:

$$y = 2 + 6t - 5t^2$$

Na equação acima:

- $y(t)$ é a altura da bola em metros.
- t é o tempo em segundos.
- altura do lançamento é igual a 2m

A bola é lançada a partir da altura do jogador, a velocidade forma um ângulo de 30° com a horizontal, e a cesta está a uma altura de 3,0 m. Sabendo que a bola entra na cesta, calcule o tempo que a bola leva desde o arremesso até entrar na cesta.

$6 \times 6 = 36$
 $4 \times 12 = 48$
 $83,66$

Handwritten work:

$$y = -5t^2 + 6t + 2 = 3$$

$$y = -5t^2 + 6t + 2 - 3 = 0$$

$$y = -5t^2 + 6t - 1 = 0 \quad (-1)$$

$$y = 5t^2 - 6t + 1 = 0$$

$\Delta = (-6)^2 - 4 \cdot 5 \cdot 1 = 36 - 20 = 16$

$$x = \frac{6 \pm \sqrt{16}}{10}$$

$x = \frac{6 \pm 4}{10} \rightarrow \frac{10}{10} = 1$ ✓

$x = \frac{2}{10} = 0,2$

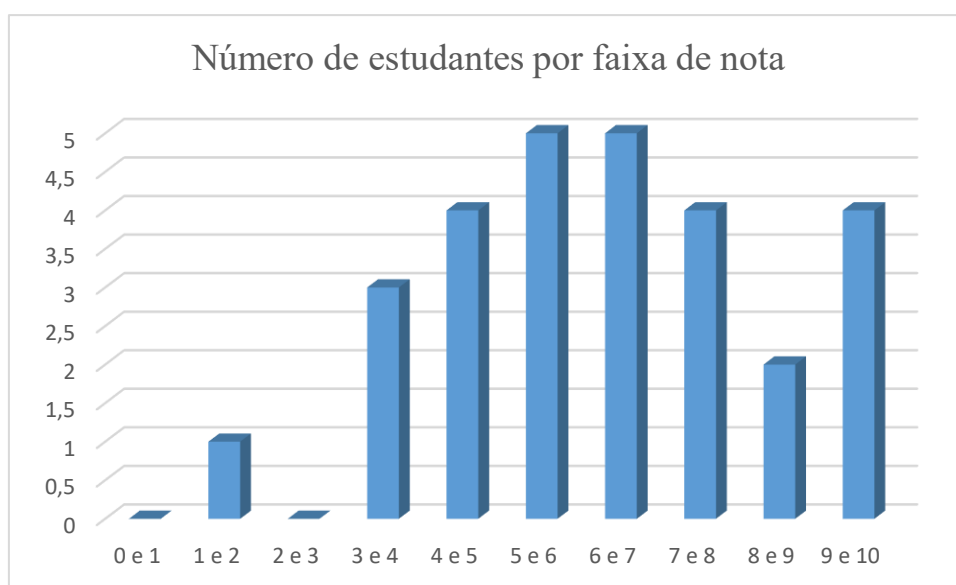
$x = v_0 \cdot t \rightarrow x = 6 \cdot 1 = x = 6$ ✗

$R: 6s$ ✗

Foto 2: Digitalização do desenvolvimento da questão pela discente na avaliação

Novamente, a estudante apresentou boa compreensão do enunciado e seguiu com o desenvolvimento da questão dentro do esperado para a turma, os erros são comuns a outros discentes da turma que realizaram a avaliação com a questão original, nota-se que o desempenho da estudante é dentro da média, respeitando as suas habilidades e dificuldades, sem maquiar resultados com avaliações facilitadas.

Analizando toda a avaliação, o desempenho da estudante (que obteve nota 7,0) foi encontrado dentro da maior concentração de notas.



Fonte: Colégio Militar do Rio de Janeiro – CMRJ

11.1 Análise do Desempenho da Estudante com Adequações Avaliativas

Ao acompanhar os resultados da turma, observamos que a estudante que recebeu adaptação no processo avaliativo, como tempo adicional e avaliação adaptada, alcançou 7,0 pontos. Esse desempenho se mostra ligeiramente acima da média da turma (6,7) e dentro da faixa onde se concentram a maior incidência de notas (entre 6,1 e 7,0). Esse cenário nos revela algo importante: as adaptações garantiram condições mais justas de avaliação, mas não representaram vantagens desproporcionais.

Os dados nos contam uma história interessante. A nota dessa estudante não apenas se manteve próxima à média da turma, como também se alinhou ao padrão mais comum de desempenho. Isso sugere que as adequações aplicadas cumpriram seu papel essencial de

oferecer igualdade de oportunidades sem comprometer a validade dos resultados ou criar distorções na avaliação.

Essa experiência reforça o que muitos educadores já observam em sala de aula: quando bem planejadas, as adaptações avaliativas não significam "facilitação", mas sim a remoção de barreiras desnecessárias. A estudante em questão demonstrou um desempenho condizente com suas reais capacidades, sem que as adequações interferissem na medida objetiva de seu aprendizado.

A compreensão aprofundada dos desafios docentes na adaptação de avaliações exige um mergulho na realidade cotidiana dos professores do CMRJ. Para tanto, a investigação se valeu de um questionário como principal instrumento de coleta de dados, concebido para captar a perspectiva dos educadores que atuam diretamente com estudantes neurodivergentes. A estrutura do instrumento articula uma abordagem quantitativa, por meio de escalas que permitem dimensionar a frequência e a intensidade de dificuldades específicas, com uma abordagem qualitativa. Esta última, materializada em questões abertas, foi fundamental para colher narrativas e percepções detalhadas, oferecendo o contexto que os números isoladamente não revelam.

Essa dualidade metodológica mostrou-se estratégica não apenas para diagnosticar o cenário, mas, sobretudo, para aferir a pertinência e o potencial de impacto do produto desta pesquisa, o guia de adaptações, assegurando que sua elaboração parta de demandas concretas e validadas pelo próprio corpo docente.

11.2 A Voz Docente: Diagnóstico e Validação da Demanda

A compreensão aprofundada dos desafios inerentes à adaptação de avaliações exigiu uma investigação direta da realidade vivida pelos professores do Colégio Militar do Rio de Janeiro. Para tanto, a pesquisa valeu-se de um questionário estruturado como instrumento de coleta de dados, desenhado para captar tanto a percepção subjetiva quanto as demandas objetivas do corpo docente.

A metodologia do questionário articulou uma abordagem mista. Na vertente quantitativa, utilizou-se uma escala Likert de cinco pontos para mensurar o grau de segurança, formação e suporte percebido pelos professores. Na vertente qualitativa, questões abertas permitiram aos educadores expressarem suas angústias e sugestões livremente. A análise das respostas obtidas revela um cenário paradoxal e desafiador: embora o corpo docente seja altamente qualificado, com a vasta maioria possuindo pós-graduação, mestrado ou doutorado e

mais de 10 anos de magistério, há uma lacuna expressiva na formação específica para a inclusão.

Os dados revelam que a insegurança não advém da falta de domínio do conteúdo disciplinar, mas do desconhecimento técnico sobre como adaptar. Uma parcela significativa dos respondentes indicou sentir-se "pouco preparada" ou "nada preparada" para adaptar avaliações, correlacionando esse sentimento à escassez de formação continuada focada na prática inclusiva.

A análise qualitativa das respostas abertas permitiu categorizar as dificuldades em três eixos principais, corroborados pelas falas dos próprios professores:

- i. **O Dilema entre Adaptação e Facilitação:** Uma das barreiras mais citadas reforça a tese central desta dissertação: o medo de comprometer o rigor acadêmico. Um dos docentes sintetizou essa angústia ao afirmar que *"a principal dificuldade é saber até onde vai a adaptação para não virar apenas uma facilitação"*. Outro colega complementou, apontando a dificuldade em *"saber dosar a cobrança e a adaptação para que a avaliação seja justa"*. Esses relatos validam a proposta deste Produto Educacional, que justamente busca demonstrar que adaptar é remover barreiras de acesso, e não de conteúdo.
- ii. **A Escassez de Tempo e o Tamanho das Turmas:** A logística escolar impõe um ritmo que muitas vezes inviabiliza a personalização idealizada na teoria. A *"falta de tempo para preparar o material diferenciado"* foi uma queixa recorrente, agravada pela necessidade de *"conciliar a atenção aos estudantes de inclusão com a demanda dos demais estudantes em turmas numerosas"*. O relato de que *"com turmas cheias, fica difícil dar a atenção individualizada que esses estudantes necessitam"* expõe a necessidade de materiais prontos e estratégias otimizadas, como as sugeridas no Guia, que permitam ao professor atuar de forma inclusiva sem sobrecarga laboral excessiva.
- iii. **A Carência de Modelos Práticos:** Ao serem questionados sobre sugestões, os professores não pediram mais teoria, mas sim instrumentalização prática. As respostas clamam por *"exemplos práticos de adaptações"* e *"bancos de questões adaptadas"*. Um docente foi enfático ao solicitar *"cursos de capacitação com oficinas práticas de elaboração de material"*, evidenciando que a teoria da inclusão já é conhecida, mas a sua operacionalização na Física e em outras ciências ainda é uma lacuna.

A aplicação das estratégias sistematizadas neste Guia ao longo do ano letivo revelou que a barreira entre o estudante com TEA e a Física é, majoritariamente, de natureza comunicacional. Durante as aulas de resolução de exercícios do primeiro trimestre, observou-se que a estudante apresentava fadiga cognitiva precoce ao enfrentar questões com enunciados longos e repletos de contextualizações sociais. Tal comportamento indicou que, embora a estudante dominasse as leis físicas envolvidas, ele despendia um tempo desproporcional tentando decifrar a "história" por trás do problema, o que resultava em questões em branco ou erros por distração.

A introdução das questões adaptadas, focadas na neutralização de distratores e no suporte visual das fórmulas, alterou esse cenário de forma qualitativa. Um episódio marcante ocorreu durante o ensino de Termologia: ao substituir descrições literárias de trocas de calor por diagramas de fluxo claros, notou-se um aumento imediato na autonomia da discente. Ela deixou de solicitar auxílio para a interpretação de texto e passou a focar na execução dos cálculos e na análise fenomenológica. Esse dado corrobora a tese de que, ao respeitarmos a Coerência Central (Frith, 1989), permitimos que as funções executivas do estudante sejam alocadas para o raciocínio físico.

Além disso, o uso da Inteligência Artificial como assistente de redação permitiu uma agilidade que o planejamento manual não comportava. No entanto, alguns episódios confirmaram a necessidade da curadoria: em uma das tentativas de adaptação automatizada, a IA sugeriu uma simplificação que alterava princípios físicos de forma muito grosseira, o que teria induzido a estudante ao erro conceitual. Este fato reforça a relevância do princípio do *human-in-the-loop* (UNESCO, 2024) discutido anteriormente. Em suma, os resultados do ano escolar demonstram que a inclusão efetiva ocorre no detalhe do *design* da questão, onde o rigor da Física e a sensibilidade pedagógica se encontram.

11.3 Vivências no CMRJ: Entre a Prática Pedagógica e a Mediação Afetiva

A investigação direta no cotidiano do Colégio Militar do Rio de Janeiro permitiu não apenas captar dados estatísticos, mas compreender as nuances da subjetividade docente e discente frente ao desafio da inclusão. Relatos colhidos junto à Seção de Atendimento Educacional Especializado (SAEE) indicam um cenário de heterogeneidade nas tentativas de adaptação curricular. Observou-se que, na ausência de diretrizes sistematizadas dentro da bibliografia de cada disciplina, as adaptações oscilam entre dois extremos problemáticos: a mera eliminação de al-

ternativas em questões de múltipla escolha ou a redução drástica da complexidade cognitiva, o que descaracteriza o desafio intelectual inerente à Física.

Este trabalho não se propõe a exercer um juízo de valor sobre as práticas dos pares, mas sim oferecer uma fagulha de reflexão sobre a necessidade de metodologias que busquem a equidade. Conforme a perspectiva de Vygotsky, a adaptação não deve ser um processo de facilitação que subestima o estudante, mas uma forma de compensação que cria caminhos de acesso ao conhecimento científico. Quando o nível de exigência é reduzido a ponto de não configurar desafio, o docente deixa de atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do estudante, estagnando o seu desenvolvimento potencial.

A interação contínua com a estudante do estudo de caso permitiu um acompanhamento microgenético de sua evolução. A cada sessão, o *feedback* imediato sobre a compreensão dos conceitos servia como bússola para o ajuste da mediação docente. Sob a ótica de Ausubel, esse diálogo constante garantiu que a estrutura cognitiva da estudante fosse respeitada, permitindo que as novas informações de Termodinâmica e Mecânica fossem ancoradas de forma não arbitrária e substantiva.

É indispensável relatar, no entanto, que o processo de aprendizagem não ocorre em um vácuo social ou emocional. Durante o segundo trimestre, a estudante enfrentou desconfortos decorrentes de questões de ordem pessoal que impactaram seu desempenho momentâneo. Longe de ser um dado irrelevante, esse episódio reforça a premissa de que o estudante neurodivergente é, antes de tudo, parte integrante do corpo discente, sujeito aos mesmos ímpetos, desafios e oscilações humanas que seus pares. A inclusão, portanto, não deve visar a manipulação de uma realidade artificial ao entorno do indivíduo, mas sim integrá-lo ao ambiente escolar em sua totalidade complexa.

Ao longo do ano letivo, a estudante demonstrou conforto e segurança com o formato das avaliações adaptadas, mesmo quando não obtinha a pontuação máxima. Esse fato evidencia que a satisfação escolar e o sentimento de pertencimento não estão atrelados exclusivamente ao resultado numérico, mas à percepção de que o instrumento avaliativo é justo e acessível. A conexão afetiva estabelecida entre docente e discente desde o início do processo atuou como um elemento facilitador indispensável. Segundo a teoria histórico-cultural, o afeto e o intelecto são funções indissociáveis; a relação de confiança construída serviu como a "janela aberta" para

uma predisposição prévia em superar os obstáculos inerentes à Física, transformando a mediação pedagógica em um encontro humano capaz de promover a aprendizagem significativa.

Em suma, as práticas relatadas no CMRJ demonstram que a sistematização de métodos em busca da equidade — unindo o rigor da Física à sensibilidade da mediação — é o caminho para que a inclusão deixe de ser um desafio solitário e se torne uma construção coletiva viável e eficaz.

12. Conclusões e considerações finais

A presente investigação consolidou-se como um esforço para converter a obrigação legal da educação inclusiva em uma realidade pedagógica concreta dentro do ensino de Física. Ao longo desta trajetória, buscou-se transpor o abismo existente entre a prescrição da Lei Brasileira de Inclusão (LBI) e as barreiras metodológicas que frequentemente segregam estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) nas disciplinas de Ciências Exatas.

O Produto Educacional desenvolvido, materializado no Guia de Práticas Inclusivas, não se limitou a ser um manual de instruções, mas configurou-se como um instrumento de mediação docente fundamentado na premissa de que a barreira para a aprendizagem reside na rigidez do currículo e não na condição neurodivergente do discente.

12.1. Revisitando a Questão Norteadora e a Eficácia das Adaptações

Ao retomar a questão central desta pesquisa, como adaptar práticas pedagógicas e avaliativas garantindo a acessibilidade sem a perda do rigor científico, os resultados obtidos no Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ) indicam que o equilíbrio entre inclusão e excelência acadêmica é plenamente atingível. A análise do desempenho da estudante acompanhada revelou que, ao atingir a nota 7,0 em uma avaliação adaptada, ela não apenas superou a média aritmética da turma (6,7), como se posicionou dentro da zona de maior frequência estatística do grupo.

Entretanto, devemos ressaltar que, em um estudo de caso único, esse dado não deve ser interpretado como uma métrica de generalização estatística para toda a população autista, mas sim como uma evidência de validade interna da intervenção. O desempenho observado corrobora a hipótese de que a remoção de distratores contextuais e a explicitação de dados implícitos permitem que o potencial cognitivo real do estudante emergja. A estudante demonstrou domínio sobre as Leis de Newton e os conceitos de Conservação de Energia quando

as barreiras de natureza linguística e interpretativa foram neutralizadas, indicando que o rigor da Física foi mantido enquanto a acessibilidade comunicacional foi ampliada.

12.2. A Convergência Epistemológica: Vygotsky, Ausubel e Moreira

A fundamentação teórica deste trabalho não serviu apenas como adorno acadêmico, mas como o alicerce que sustentou cada adaptação proposta. Sob a ótica da perspectiva histórico-cultural de Vygotsky, as avaliações adaptadas funcionaram como uma mediação qualificada na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) da estudante. As intervenções pedagógicas atuaram como "andaimes" (*scaffolding*), fornecendo o suporte necessário para que funções psicológicas ainda em maturação fossem exercitadas e consolidadas. A mediação docente intencional permitiu que o conhecimento físico fosse internalizado através de caminhos compensatórios, transformando o "defeito secundário" — as barreiras sociais e pedagógicas — em uma oportunidade de desenvolvimento cultural e científico.

Paralelamente, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel forneceu a métrica para a estabilidade do conhecimento. A utilização estratégica do hiperfoco da estudante como organizador prévio foi fundamental para a criação de subsunçores específicos. Como definido pelo professor Marco Antônio Moreira, a aprendizagem só é de fato significativa quando o material é logicamente significativo e o aprendiz manifesta uma predisposição para aprender. Ao ancorar a abstração das leis físicas em centros de interesse com alta carga afetiva, este trabalho assegurou que o conhecimento não fosse armazenado de forma mecânica ou arbitrária, mas incorporado de maneira substantiva à estrutura cognitiva da estudante.

A diferenciação progressiva foi observada quando os conceitos gerais da Física foram gradualmente detalhados através de recursos visuais e multissensoriais, garantindo a reconciliação integradora entre o conhecimento cotidiano e o formalismo científico.

12.3. Contribuições do Produto Educacional e Limitações do Estudo

O Guia de Práticas Inclusivas demonstrou ser uma ferramenta viável para instrumentalizar o corpo docente. A escuta ativa realizada com os professores do CMRJ legitimou a pertinência social do trabalho, revelando que a insegurança relatada pelos colegas não decorre da falta de empatia, mas da carência de instrumentais técnicos de adaptação. O Guia oferece um caminho replicável para que o professor de Física atue como um arquiteto da acessibilidade, utilizando inclusive o suporte ético de tecnologias assistivas para a construção de um ambiente de aprendizagem equitativo.

Contudo, reconhecem-se as limitações desta pesquisa. O cenário de aplicação, o Colégio Militar do Rio de Janeiro, possui uma estrutura de apoio (SAEE e SAP) e um corpo docente qualificado com carga horária bem dividida, que não refletem a realidade de todas as escolas públicas do país. Portanto, a transposição destas estratégias para contextos com menor infraestrutura ou turmas superlotadas exige cautela e futuras investigações que analisem a escalabilidade dessas intervenções em cenários mais desafiadores.

A sistematização das experiências geradas nesta pesquisa-ação permitiu validar o Guia como uma estratégia de **autoformação docente**. Conforme defendido por Thiollent, a pesquisa-ação em instituições de ensino promove uma '**ecologia dos saberes**', propiciando a troca necessária entre o rigor do conhecimento científico e a realidade social e cultural da diversidade presente em sala de aula. Assim, a inclusão deixa de ser um ajuste técnico e passa a ser uma **mudança cultural** na forma de conduzir o ensino de Física.

13.4. Considerações Finais: A Justiça Pedagógica no Ensino de Física

Em última análise, esta dissertação reafirma que a inclusão no ensino de Física exige técnica, planejamento e uma sólida fundamentação teórica. A adaptação curricular e avaliativa não é uma forma de "facilitação", mas um ato de justiça pedagógica que garante o direito ao saber científico. Ao assegurar que o estudante neurodivergente tenha acesso ao conhecimento com rigor e qualidade, a escola cumpre sua função social de promover não apenas a matrícula, mas a aprendizagem efetiva e o sentimento de pertencimento. Espera-se que este estudo sirva como suporte para que a Física seja, de fato, um campo de conhecimento acessível, onde a diversidade humana seja vista como um valor que enriquece a construção do saber, e não como um obstáculo à excelência acadêmica.

13.Referências

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ATTWOOD, Tony. **Guia completo do autismo**: um guia essencial para quem convive com o transtorno do espectro autista. Tradução de M. A. V. Veronese. Porto Alegre: M. Books, 2015.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Universitárias, 2003.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

_____. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, [2015]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm.

_____. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo. Brasília, DF: Presidência da República, [2009].

CAMPOS, P. M.; PICCINATO, C. A. **Inclusão escolar e autismo**: desafios e estratégias. São Paulo: Summus, 2019.

CARVALHO, A. R.; LIMA, M. S. **Avaliação inclusiva no ensino de ciências**: da teoria à prática. Belo Horizonte: Autêntica, 2023.

CASTANHO, S.; CASTANHO, M. E. **O que é Psicologia da Aprendizagem**. São Paulo: Brasiliense, 2002 (para suporte sobre mediação).

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield, MA: CAST, 2018. Disponível em: <http://udlguidelines.cast.org>.

CRUZ, M. G. A. Processos de acompanhamento escolar de adolescentes com autismo. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2009.

FERNANDES, J. P.; SILVA, L. M. Ensino de física para estudantes com TEA: estratégias inclusivas. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2022.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. Lições de física de Feynman: edição definitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008. v. 1.

FONSECA, A. M. A identidade profissional de professores que trabalham com alunos com autismo. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

FRITH, Uta. Autism: Explaining the Enigma. Oxford: Blackwell, 1989.

GRAY, Carol. The New Social Story Book. 10. ed. Arlington: Future Horizons, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física: Mecânica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

_____. **Inclusão escolar:** a igualdade que se faz na diferença. São Paulo: Summus, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica: 1 - Mecânica. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

ORRÚ, S. E. Autismo, linguagem e educação: interação social no cotidiano escolar. Rio de Janeiro: Wak, 2012.

PICCININI, Waldomiro et al. Epistemologia. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016. (Série Graduação).

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1994.

ROSE, D. H.; MEYER, A. **Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning**. Alexandria: ASCD, 2002.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**. 7. ed. Rio de Janeiro: WVA, 2006.

SERRA, D. C. G. **A inclusão de alunos com autismo em classes regulares: um estudo sobre os processos de escolarização**. 2008. 210 f. Tese (Doutorado em Psicologia Clínica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, Y. T. Metodologias alternativas no ensino de física: a eficácia de práticas experimentais de baixo custo em contextos educacionais vulneráveis. **Revista Campo da História**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 01-20, 2025. ISSN 2526-3943.

THIOLLENT, Michel Jean Marie; COLETTE, Maria Madalena. Pesquisa-ação, formação de professores e diversidade. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v. 36, n. 2, p. 207-216, jul./dez. 2014.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1.

UNESCO. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org>.

VILELA, J. L. L.; ARAÚJO, M. S. T. Mapeamento de teses e dissertações sobre ensino de física envolvendo estudantes diagnosticados com TEA. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 30, n. 1, p. 1-19, 2024. ISSN 1982-4866.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Anexo A: Produto educacional

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 30

PRODUTO EDUCACIONAL

Guia para Adaptações Metodológicas e Avaliativas no ensino de física para
estudantes com TEA

AUTORES: Bruno Soares da Silva, Leonardo Mondaini e Fábio Pascoal dos Reis

Rio de Janeiro
2026

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: PRÁTICAS INCLUSIVAS NO ENSINO DE FÍSICA PARA ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA): UM GUIA PARA ADAPTAÇÕES METODOLÓGICAS E AVALIATIVAS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 30 – UNIRIO, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este material foi pensado e construído de professor para professor, desenvolvido por Bruno Soares da Silva, Leonardo Mondaini e Fábio Pascoal dos Reis, a partir da inquietação comum a muitos de nós no cotidiano escolar: como transformar a obrigatoriedade legal da inclusão em uma prática pedagógica real e efetiva nas aulas de Física? Sabemos que o desafio não é apenas garantir a matrícula, mas assegurar que o ensino de uma ciência tão abstrata seja acessível e significativo para todos.

Este guia destina-se, principalmente, a docentes de Física da educação básica que buscam estratégias concretas para trabalhar com estudantes neurodivergentes, especificamente aqueles no Espectro Autista. Nossa intenção não é ditar regras rígidas, mas oferecer um repertório de ferramentas práticas que vão desde a adaptação de enunciados e avaliações até o uso estratégico da tecnologia.

A motivação para este produto reside na urgência de superarmos a visão de que adaptar currículo significa facilitar ou empobrecer o conteúdo. Pelo contrário, defendemos aqui que adaptar é remover barreiras de comunicação e interpretação, permitindo que o estudante demonstre seu real potencial cognitivo.

Ao explorar este material, você encontrará exemplos práticos de adaptação de questões ("antes e depois"), além de estratégias baseadas no Desenho Universal para Aprendizagem (DUA);

Finalizamos o guia com um capítulo sobre como utilizar a Inteligência Artificial como aliada na criação de materiais adaptados, atuando como "Arquiteto do *Prompt*". Embora o foco seja o estudante com TEA, as estratégias aqui apresentadas possuem uma abrangência maior, podendo ser aplicadas para beneficiar estudantes com outras especificidades ou mesmo a turma como um todo, tornando o ambiente escolar mais acolhedor e menos ansioso.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Sumário

1. Justificativa.....	Erro! Indicador não definido.
2. Fundamentação teórica	5
3. Um olhar atento sobre o transtorno do espectro autista.....	7
4. Da teoria à prática: A linguagem como tecnologia inclusiva.....	12
5. Obrigação legal.....	15
6. Os eixos de atuação prática	17
5. Estudo de caso: O antes e depois de uma questão	25
6. Desenho Universal para Aprendizagem: DUA	30
7. O uso da Inteligência Artificial: Vilão ou herói?	34
8. Considerações finais	40
Referências bibliográficas	41
Anexo I: Glossário de termos	43
Anexo II: Modelo de PEI	44
Anexo III: Banco de questões adaptadas	47

1. Justificativa

Este material foi pensado com o objetivo de oferecer estratégias pedagógicas e avaliativas para o ensino de Física, com foco em estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O grande desafio na Física não é apenas fazer pequenos ajustes, mas repensar nossas metodologias para que todos possam aprender de forma significativa. As estratégias aqui apresentadas podem (e devem) ser adaptadas para outros contextos de inclusão.

Não seria possível iniciar sem antes provocar uma reflexão aos caros colegas do magistério. Se excetuarmos os casos extremos e absurdos (que existem, eu acredito), me parece claro que a exclusão de discentes com necessidades educacionais especiais não é o objetivo de ninguém. Na busca pelo melhor ambiente escolar há divergências entre pensamentos e esse trabalho não tem o objetivo de apontar o dedo para os erros ou ideias de qualquer profissional da educação, pelo contrário, a ideia aqui é levantar pontos para que encontremos um caminho para uma escola de fato inclusiva, que possa se adequar e estar preparada para receber a todos os estudantes, sem discriminação.

Partindo desse cenário, em que estamos todos em busca de um objetivo comum (estar lendo esse material já é um indicativo), é preciso compreender que, assim como a educação, a inclusão acontece através de um processo e passa pela ação e mudança voluntária de todos os envolvidos. Não é possível criar um ambiente inclusivo se os indivíduos que ali convivem não se incluírem na mudança.

O ponto de partida desse produto educacional será então um pequeno glossário de termos que precisam ser renomeados no cotidiano escolar (anexo A). É preciso entender que cada estudante é um indivíduo, com suas potencialidades e características pessoais, gostos, desgostos, temperamento e personalidade. O estudante não é o transtorno que eventualmente possui, ele apenas se encaixa dentro de alguma faixa de um espectro de características. Alguns termos, usados por muitas pessoas e as vezes até pela própria família, são inadequados, independente da intenção do interlocutor e até mesmo da compreensão de quem ouve, é necessário caminhar nessa mudança de abordagem.

2. Fundamentação teórica

A construção de uma educação verdadeiramente inclusiva no Brasil encontra seu alicerce legal na Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que transcende a mera garantia de matrícula ao estabelecer a obrigatoriedade de suportes que assegurem a participação plena dos estudantes. No entanto, para que a letra da lei se converta em realidade na sala de aula, é necessário ir além das normas jurídicas e buscar respaldo nas teorias de aprendizagem que justificam a necessidade de adaptação curricular.

Nesse contexto, encontramos convergência na perspectiva sociointeracionista de Lev Vygotsky, que compreende a deficiência não como um fator limitante absoluto, mas como uma condição que exige caminhos alternativos para o desenvolvimento cultural. Para Vygotsky, o aprendizado ocorre na interação social e é mediado por instrumentos e signos. Ao propormos adaptações em enunciados e avaliações de Física, estamos atuando diretamente como mediadores qualificados na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do estudante. As adaptações visuais, a simplificação textual e a estruturação lógica sugeridas neste guia funcionam como "andaimes" pedagógicos, removendo as barreiras de acessibilidade, o que Vygotsky chamaria de impedimentos sociais, para que o estudante possa demonstrar seu potencial cognitivo real, que muitas vezes permanece oculto por trás de dificuldades de comunicação ou interpretação.

Essa mediação torna-se ainda mais eficaz quando dialoga com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Considerando as especificidades do estudante com Transtorno do Espectro Autista (TEA), que frequentemente apresenta interesses restritos e intensos (hiperfocos), a estratégia pedagógica consiste em utilizar esses interesses como "subsunçores" ou âncoras para o novo conhecimento. Quando o professor contextualiza um problema de Cinemática por exemplo, utilizando um tema de interesse do estudante, ele não está apenas "agradando" o estudante, mas criando uma ponte cognitiva sólida que conecta a Física à estrutura mental já existente naquele indivíduo, facilitando a retenção e o sentido do aprendizado.

Portanto, a adaptação curricular defendida por autores contemporâneos da inclusão, como Mantoan e Sassaki, e especificamente para o autismo, como Attwood e Gray, materializa-se na prática docente através da eliminação de barreiras atitudinais e comunicacionais. No ensino de Física, isso significa abandonar a rigidez de métodos tradicionais em favor de abordagens multissensoriais e concretas. Ao alinhar o rigor conceitual da ciência com a

flexibilidade metodológica do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), transformamos a avaliação: ela deixa de ser um instrumento de verificação de déficits para se tornar uma ferramenta de inclusão, onde o estudante é avaliado pelo seu conhecimento físico e não pela sua capacidade de decifrar "pegadinhas" textuais ou implícitas.

A Ciência da Adaptação: Transposição Didática sem Perda de Rigor

Muitas vezes, ao ouvirmos falar em "adaptar conteúdos" para estudantes com TEA, surge o receio de que estejamos "facilitando" a Física ou reduzindo o nível de exigência da disciplina. No entanto, o conceito de Transposição Didática nos ensina que o nosso papel como educadores não é simplificar a ciência, mas sim construir pontes eficazes entre o conhecimento científico e o estudante.

O que é Transposição Didática no TEA?

Imagine que o conhecimento de Física seja uma mensagem transmitida por uma frequência de rádio. O estudante com TEA possui o "receptor" perfeitamente funcional, mas muitas vezes a mensagem chega com "estática" ou "ruídos" (enunciados longos, metáforas confusas, excesso de informações visuais desnecessárias).

Adaptar, portanto, é limpar o ruído para que a física apareça.

Como aplicar no cotidiano do Ensino de Física?

Para realizar uma transposição didática inclusiva e rigorosa, considere os seguintes pilares:

- i. **Foco no Conceito Estruturante:** Antes de elaborar uma aula ou avaliação, pergunte-se: *"Qual é o conceito físico essencial que o estudante deve dominar aqui?"*. Se o objetivo é entender a Terceira Lei de Newton, o enunciado não precisa de um contexto histórico de três parágrafos que pode causar exaustão cognitiva no estudante autista. Vá direto ao fenômeno.
- ii. **O Hiperfoco como Alavanca:** A Transposição Didática ganha força quando utilizamos os interesses específicos do estudante (hiperfoco) como contexto. Se um estudante tem interesse por trens, a cinemática escalar explicada através do movimento ferroviário será muito mais "significativa" (conforme a teoria de Ausubel) do que um exemplo genérico.
- iii. **Apoio Visual e Estruturação:** A Física é, por natureza, abstrata. Para o estudante com TEA, a transposição deve transformar o abstrato em visual. Utilize diagramas de corpo livre claros, evite vetores poluídos visualmente e utilize cores de forma funcional (ex: vermelho para forças de atrito, azul para forças normais).

- iv. **A Eliminação de Distratores:** No rigor acadêmico, costumamos usar questões com "pegadinhas" ou dados numéricos extras que não são usados no cálculo. Para o estudante com TEA, isso não mede conhecimento de física, mas sim capacidade de filtragem de ruído. Uma transposição ética remove esses distratores, permitindo que o estudante demonstre se sabe, de fato, aplicar a lei física solicitada.

Lembre-se: Uma adaptação adequada beneficia não apenas o estudante com TEA, mas toda a turma. Quando tornamos a linguagem da Física mais clara e direta, estamos elevando a qualidade do ensino para todos, sem renunciar ao rigor científico que a nossa disciplina exige.

3. Um olhar atento sobre o transtorno do espectro autista

Antes de discutirmos estratégias de ensino, é fundamental alinharmos nossa visão sobre quem é esse estudante que chega às nossas aulas de Física. Frequentemente, o laudo médico pode assustar ou criar uma barreira invisível, como se o discente fosse definido exclusivamente por suas limitações.

Nesse sentido, Campos e Piccinato (2019) nos convidam a desconstruir estereótipos antigos, como a ideia equivocada de que a pessoa com autismo vive em um "mundo próprio" e isolado. Os autores esclarecem que o indivíduo com TEA vive no nosso mundo, compartilha da mesma realidade, mas a processa e interage com ela de maneira singular. O autismo não é uma doença a ser curada, mas uma condição do neurodesenvolvimento que traz uma forma diferente de existir.

Para o professor, essa compreensão muda tudo. A sala de aula deixa de ser apenas um local de transmissão de conteúdo e passa a compor a rede de apoio multidisciplinar essencial para o desenvolvimento desse indivíduo. Quando adaptamos uma questão de Física ou ajustamos nossa comunicação, não estamos apenas "facilitando" a matéria; estamos validando a funcionalidade desse estudante e garantindo seu direito de pertencer e atuar na sociedade.

Portanto, ao observarmos as características listadas abaixo, lembre-se: elas não são defeitos, são particularidades de processamento que, se bem compreendidas, podem ser pontes para o aprendizado.

3.1 O Perfil Cognitivo do Estudante com TEA: O que o Docente deve observar

Para que a inclusão no ensino de Física seja efetiva, é fundamental que o professor compreenda como o estudante com Transtorno do Espectro Autista (TEA) processa as informações. Mais do que observar comportamentos isolados, o docente deve atentar-se ao funcionamento mental que dita a aprendizagem no espectro.

Um dos pontos centrais é a tendência do discente em focar excessivamente nos detalhes. Na literatura especializada, isto é conhecido como uma dificuldade em manter a "coerência central". Na prática das aulas de Física, significa que o estudante pode tornar-se um especialista num componente isolado de uma fórmula ou num detalhe de um gráfico, mas sentir grande dificuldade em unir essas partes para compreender o conceito geral ou o fenômeno como um todo. O desafio aqui é ajudá-lo a fazer a síntese entre o detalhe e o contexto geral.

Além disso, é essencial observar as chamadas funções executivas, que funcionam como o "maestro" do nosso cérebro. Muitos estudantes com autismo enfrentam barreiras para planejar etapas, organizar sequências lógicas de pensamento e mudar o foco de uma tarefa para outra com rapidez. Resolver um problema de Física que exige vários passos coordenados pode ser paralisante. Frequentemente, o estudante perde-se no meio de enunciados muito longos ou contextualizados demais, não por falta de conhecimento da matéria, mas porque o seu cérebro tem dificuldade em filtrar o que é essencial e o que é apenas "ruído" ou informação secundária.

Outro aspecto crucial é a sensibilidade sensorial. O ambiente da escola, o barulho das lâmpadas, a textura de certos materiais de laboratório ou o excesso de cartazes nas paredes, pode causar um desconforto profundo. Esse excesso de estímulos compete com a atenção necessária para a aula. O desempenho acadêmico do estudante está, portanto, diretamente ligado ao seu bem-estar sensorial e à previsibilidade da rotina.

Por fim, o professor deve recordar que a comunicação com estes estudantes deve ser direta. A preferência pela linguagem literal não é apenas um detalhe, mas a forma como o seu sistema mental opera. Metáforas, ironias ou instruções ambíguas podem tornar-se verdadeiros obstáculos, enquanto instruções claras e objetivas abrem caminho para que o estudante demonstre todo o seu potencial científico.

3.4 Compreendendo o Espectro: Níveis de Suporte e Necessidades Educacionais

Para que o ensino de Física seja de fato inclusivo, o professor precisa compreender que o Transtorno do Espectro Autista não é uma condição estática, mas um "espectro" de funcionalidades e necessidades. De acordo com o *DSM-5*, o diagnóstico é classificado por **níveis de suporte**, que indicam o grau de assistência que o estudante necessita para navegar nas demandas sociais e acadêmicas.

A Visão Pedagógica dos Níveis de Suporte

Diferente da visão puramente clínica, no ambiente escolar esses níveis devem ser interpretados como indicadores para a nossa mediação pedagógica:

- **A Mediação e a ZPD (Vygotsky):** Os níveis de suporte representam, na prática, a distância entre o que o aluno consegue realizar sozinho (Desenvolvimento Real) e o que ele alcança com ajuda (Desenvolvimento Potencial). Atuar no Nível 1 exige um *scaffolding* mais voltado para a comunicação e organização, enquanto níveis superiores exigem intervenções mais intensas na autonomia.
- **Ancoragem (Ausubel):** Independentemente do nível, o aluno com TEA possui formas únicas de processar informações. O papel do professor é identificar o **hiperfoco** do estudante e utilizá-lo como um subsunçor, uma âncora cognitiva que facilita a Aprendizagem Significativa de conceitos abstratos da Física.

É fundamental notar que, com o suporte adequado e a plasticidade neuronal, o nível de exigência de apoio de um aluno pode ser reduzido ao longo do seu desenvolvimento escolar.

Classificação dos Níveis de Suporte no TEA

A tabela abaixo resume como cada nível se manifesta e o que ele sinaliza para o planejamento do seu **Plano Educacional Individualizado (IEP)**:

Nível de Suporte	Comunicação Social	Comportamentos Inflexíveis	Foco Educacional Sugerido
Nível 1: <i>Exige Suporte</i>	Dificuldade em iniciar interações; falhas na compreensão de ironias, metáforas ou regras sociais implícitas.	Rigidez cognitiva que interfere na alternância de tarefas; dificuldade de organização e planejamento (<i>executive functions</i>).	Adaptação de Enunciados: Redução de ambiguidades e uso de destaques visuais para conceitos-chave.
Nível 2: <i>Exige Suporte Substancial</i>	Déficits marcantes na comunicação verbal e não verbal; interações sociais limitadas mesmo com apoio.	Grande dificuldade em lidar com mudanças; comportamentos repetitivos frequentes que interferem em vários contextos.	Apoio Visual Intenso: Uso de cronogramas visuais e fluxogramas de resolução passo a passo.
Nível 3: <i>Exige Suporte Muito Substancial</i>	Déficits graves; fala funcional mínima ou ausente; resposta mínima a interações sociais.	Extremo sofrimento frente a mudanças; comportamentos repetitivos que impedem a execução de tarefas básicas.	Mediação Contínua: Foco em habilidades funcionais e suporte extensivo para qualquer transição de atividade.

Além dos níveis de suporte, resumindo as características desses estudantes, preparamos uma tabela para facilitar a visualização:

Dimensão Cognitiva	Processamento Neurotípico	Perfil no TEA (Barreiras de Aprendizagem)	Estratégia de Mediação (Docente de Física)
Coerência Central	Integra os dados do experimento para compreender a lei física global.	Foca em detalhes isolados (ex: o oscilar do ponteiro) sem conectar ao fenômeno.	Utilizar roteiros que conectem explicitamente cada etapa ao objetivo final do experimento.
Funções Executivas	Planeja e executa a montagem do aparato seguindo instruções gerais.	Dificuldade em organizar a sequência de montagem ou manusear múltiplos instrumentos.	Oferecer <i>checklists</i> visuais passo a passo e organizar a bancada por setores de execução.
Teoria da Mente	Compreende instruções implícitas e colabora intuitivamente em grupo.	Dificuldade em interpretar comandos subjetivos ("ajuste com cuidado") ou dividir tarefas.	Utilizar comandos diretos e quantitativos (ex: "gire o seletor 2 unidades") e definir papéis claros no grupo.
Flexibilidade Cognitiva	Adapta-se rapidamente quando um experimento gera um resultado inesperado.	Pode apresentar frustração ou bloqueio se o resultado divergir do previsto ou da teoria.	Antecipar possíveis erros experimentais como parte do método científico e da coleta de dados.
Processamento Sensorial	Filtra ruídos de fundo e luzes para focar na coleta de dados.	Sobrecarga sensorial com ruídos de fontes de tensão, ventoinhas ou texturas de materiais.	Permitir o uso de abafadores ou realizar a prática em horários/ambientes com menor estímulo sonoro.

4. Da teoria à prática: A linguagem como tecnologia inclusiva

A apropriação dos fundamentos legais e teóricos, embora indispensável, não garante por si só a efetivação da inclusão no "chão da escola". Se assumimos a premissa vygotskyana de que a linguagem é o principal instrumento de mediação entre o sujeito e a cultura, torna-se indispensável reconhecer que o discurso docente carrega o poder de abrir portas ou erguer barreiras.

Muitas expressões que permeiam o cotidiano escolar, frequentemente naturalizadas pelo hábito ou pela falta de formação específica, trazem marcas de uma visão assistencialista e, por vezes, capacitista. A revisão dessas terminologias não deve ser encarada como mero preciosismo semântico ou "policiamento" do vocabulário, mas sim como uma exigência ética e pedagógica. Afinal, a forma como nomeamos nossos discentes revela a concepção que temos sobre seu potencial de aprendizagem.

Nesse sentido, propomos neste guia (anexo I) uma reconfiguração do nosso discurso. O quadro proposto no anexo não pretende determinar uma lista de proibições, mas um instrumento de vigilância reflexiva, contrastando termos do senso comum com a nomenclatura técnica vigente, convidando o professor a alinhar sua fala à perspectiva de que a deficiência é apenas uma característica humana, e não a totalidade do indivíduo.

5. Guia de Operacionalização: O Protocolo de Observação Mediada

A aplicação de avaliações adaptadas exige que o docente transcenda a correção meramente somativa e adote uma postura de pesquisador em sala de aula. Este protocolo foi desenvolvido para facilitar a identificação dos processos cognitivos do estudante com TEA, permitindo que o professor compreenda como o aluno aprende, e não apenas o que ele acerta.

Justificativa das Ações Pedagógicas

Cada etapa do acompanhamento possui uma base teórica sólida que justifica sua aplicação no ensino de Física:

- i. **A Identificação de *Subsunçores* (Ausubel):** Antes de iniciar o cálculo, o estudante precisa encontrar em sua estrutura cognitiva conceitos prévios que sirvam de "gancho" para a nova informação. A utilização de negritos, ícones e palavras-chave atua como um organizador prévio que ativa essas ideias-âncora, reduzindo a sobrecarga semântica comum no *ASD*.

- ii. **A Mediação por Instrumentos e Signos (Vygotsky):** O uso de apoios visuais, como diagramas de corpo livre ou fluxogramas, funciona como uma ferramenta de mediação. Esses recursos visam atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal (*ZPD*), fornecendo o suporte necessário para que o estudante realize a tarefa de forma independente, transformando o desenvolvimento potencial em real.
- iii. **O Processo de *Scaffolding* ou Andaime:** A intervenção do professor deve ser planejada como um andaime (*scaffolding*), sendo retirada progressivamente à medida que o estudante ganha autonomia. Observar o nível de suporte necessário permite ajustar o Plano Educacional Individualizado (PEI) com precisão.
- iv. **Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa:** Estes processos ocorrem quando o aluno consegue reorganizar o conhecimento. A diferenciação permite que ele saia do exemplo específico para a lei geral (generalização), enquanto a reconciliação permite que ele conecte tópicos diferentes, como Mecânica e Energia, de forma coesa.

Tabela de Operacionalização da Coleta de Dados

Etapa da Resolução	Foco da Observação (Indicador Pedagógico)	Fundamentação Teórica Aplicada	Registro de Evidência (Exemplo de Preenchimento)
Leitura do Enunciado Adaptado	Identificação de Subsúncões: O estudante reconhece os conceitos físicos fundamentais ou se perde na semântica?	Ausubel: Verificação da existência de ideias-âncora na estrutura cognitiva.	<i>"O estudante identificou prontamente a Conservação de Energia ao ver o ícone correspondente."</i>
Uso de Apoios Visuais	Eficácia da Mediação: O diagrama ou <i>flowchart</i> permitiu iniciar a tarefa sem auxílio verbal direto?	Vygotsky: Atuação na ZPD através de instrumentos e signos.	<i>"Utilizou o diagrama de forças para isolar as variáveis, dispensando explicação oral."</i>
Conexão de Conceitos	Capacidade de Reconciliação Integrativa: O estudante relaciona o novo dado com o que já foi aprendido?	Ausubel: Organização de novas informações relacionando-as a conceitos estabilizados.	<i>"Ao resolver potência, o estudante relembrou o conceito de trabalho, demonstrando ancoragem."</i>
Intervenção do Pesquisador	Nível de Scaffolding (Andaime): Quanta ajuda externa foi necessária para transpor o bloqueio?	Vygotsky: Análise da distância entre o desenvolvimento real e o potencial.	<i>"Necessitou de suporte apenas na conversão de unidades, indicando autonomia na Física."</i>
Generalização do Fenômeno	Diferenciação Progressiva: O estudante aplica a Lei em um contexto diferente do exemplo padrão?	Ausubel: Evolução do conceito geral para as especificidades e aplicações.	<i>"Conseguiu transpor a 1ª Lei de Newton de um bloco para um elevador em movimento."</i>

6. Obrigação legal

A Lei Brasileira de Inclusão (LBI), instituída pela Lei nº 13.146 de 2015, representa um marco histórico na legislação nacional, consolidando os princípios firmados na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, ratificada pelo Brasil em 2008. Também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência e em vigor desde 2016, a norma não apenas assegura o direito à educação inclusiva em escolas públicas e privadas, mas estabelece a obrigatoriedade de adaptações curriculares, metodológicas e avaliativas, proibindo a recusa de matrículas e cobranças adicionais, visando garantir a plena participação e aprendizado de todos os estudantes.

6.1 A BNCC e o Princípio da Equidade: Por que adaptar é necessário?

Além da legislação específica (LBI), a adaptação curricular encontra respaldo pedagógico na própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O documento normativo que rege a educação brasileira estabelece a equidade como um de seus fundamentos pedagógicos.

Diferente da igualdade, que ofereceria o mesmo tratamento a todos, ignorando as diferenças. A equidade exige que a escola reconheça as necessidades singulares de cada estudante. A BNCC é clara ao determinar que as redes de ensino e as escolas devem *"construir currículos e propostas pedagógicas que considerem as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes, assim como suas identidades linguísticas, étnicas e culturais"*.

No contexto do ensino de Física para estudantes com TEA, isso significa que "cumprir a BNCC" não é apenas garantir que o conteúdo de Mecânica ou Termodinâmica (ou qualquer outro assunto) seja dado, mas garantir que ele seja acessível.

Quando o professor adapta um enunciado, simplifica a linguagem ou permite o uso de tecnologias assistivas, ele está operacionalizando o conceito de equidade. Ele está garantindo que o Direito de Aprendizagem, que é o fim, não seja obstruído pela rigidez da metodologia, que é apenas o meio. Portanto, as adaptações propostas neste guia não são desvios da norma, mas sim a ferramenta necessária para que a competência prevista na BNCC seja efetivamente alcançada pelo estudante neurodivergente.

Extraíndo da LBI os pontos cruciais que afetam diretamente a escola e os professores, destacamos:

i. Definição de Pessoa com Deficiência (Art. 2º)

A lei define que a deficiência não está apenas no corpo da pessoa, mas na interação dela com as barreiras do ambiente.

"Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas."

ii. Direito à Educação (Capítulo IV - Arts. 27 a 30)

Este é o coração da LBI para as escolas. O Artigo 28 lista as obrigações do poder público e das instituições (privadas e públicas):

- **Currículo adaptado:** É obrigatória a adaptação de provas e materiais didáticos.
- **Não à cobrança extra:** Escolas privadas não podem cobrar taxas adicionais para matricular estudantes com deficiência (Art. 28, § 1º).
- **Projeto pedagógico:** A educação inclusiva deve estar prevista no projeto da escola, e não ser um "puxadinho".
- **Profissional de apoio:** Garante a oferta de profissionais de apoio escolar (mediadores) quando necessário.

iii. Capacidade Civil (Arts. 6º e 84)

A lei muda o Código Civil e afirma que a deficiência não afeta a plena capacidade civil da pessoa. Ou seja, a pessoa com deficiência tem o direito de decidir sobre sua própria vida, casar-se, exercer direitos sexuais e reprodutivos etc.

iv. Acessibilidade (Art. 53 em diante)

Trata não só de rampas (acessibilidade física), mas também de acessibilidade comunicacional (Libras, Braille, sites acessíveis) e atitudinal (combate ao preconceito).

À parte de discussões e opiniões favoráveis ou contrárias à LBI, fica claro que a inclusão não é uma opção, mas sim uma obrigação legal. No dia a dia, isso se traduz em:

Garantir acesso e participação: É preciso assegurar que todos os estudantes participem ativamente, adaptando o planejamento e até o espaço da sala.

Adaptar avaliações: Deve-se usar linguagem clara, recursos visuais e formatos diferentes, como projetos ou apresentações orais.

Colaborar com o AEE: É fundamental trabalhar em conjunto com o Atendimento Educacional Especializado (AEE).

Eliminar barreiras: O professor deve ficar atento não só às barreiras físicas, mas às atitudinais e de comunicação.

Valorizar a diversidade: É necessário reconhecer que cada estudante é único e adaptar as práticas para promover o respeito.

6.2 Entendendo o estudante com TEA (O que importa na prática?)

Estudantes com TEA podem apresentar desafios na comunicação e interação social, além de padrões de comportamento e interesses restritos. Para nós, professores, o mais comum é encontrar discentes que apresentem:

Dificuldade com o implícito: Eles podem ter dificuldade em interpretar informações ambíguas ou "nas entrelinhas". A ação recomendada é ser direto e objetivo.

Desafio com o abstrato: Conceitos de Física podem apresentar elevado grau de complexidade. O ideal é usar abordagens multissensoriais e concretas.

Interesses específicos: Isso não é uma distração, é uma ferramenta. Uma maneira de usar isso a favor dos objetivos pedagógicos é usar os interesses específicos (hiperfocos) deles para engajar na aula.

Necessidade de estrutura: Mudanças e situações sociais podem gerar ansiedade. O ideal é usar rotinas, previsibilidade e recursos como "Histórias Sociais" (por exemplo, para regras de segurança no laboratório).

7. Os eixos de atuação prática

Como tornar a Física, que é abstrata, mais acessível? É recomendado ser multissensorial, usando mais de um sentido. Utilize recursos visuais, como diagramas, gráficos claros, fluxogramas e vídeos. Invista em recursos táteis, como experimentos práticos e modelos táteis. Além disso, contextualize os conceitos, conectando os fenômenos físicos ao dia a dia do estudante.

Como trazer o estudante para a aula? Use os interesses específicos do estudante. Se o estudante gosta de trens, por exemplo, use trens para explicar Movimento Retilíneo Uniforme

ou Termodinâmica (máquinas térmicas). Use tecnologia, explorando aplicativos de comunicação alternativa ou softwares de simulação.

Como avaliar de forma justa? Tenha clareza absoluta, com enunciados objetivos e diretos. Diversifique o formato, permitindo respostas orais, escritas ou práticas (por exemplo, montar um circuito). Flexibilize, dando mais tempo, se necessário. Forneça suporte, deixando fórmulas e dados essenciais visíveis e claros. Por fim, foque no formativo, usando a avaliação para dar *feedback* constante, não apenas para dar nota.

Entretanto, é preciso lembrar que o processo de adaptação é individualizado e passa pelo olhar atento do professor às necessidades e características do estudante. A ideia aqui é apresentar um modelo de adaptação que preserva a estrutura básica da avaliação proposta para a turma, mantendo as habilidades e competências cobradas, objetos do conhecimento e descritores abordados, alterando apenas a apresentação da questão para otimizar a compreensão pelo estudante neurodivergente, sem gerar facilitação, complicação ou vantagem.

7.1 Da Teoria à Prática: O Papel da Mediação Pedagógica

A compreensão das bases neurocognitivas do Transtorno do Espectro Autista (TEA) é o primeiro passo para a construção de uma prática inclusiva no ensino de Física. No entanto, para o docente regente, o desafio reside na transposição desses conceitos para a realidade da sala de aula, seja no momento da exposição teórica, na resolução de listas de exercícios ou nas atividades de laboratório.

As particularidades no processamento da informação, como a atenção focada em detalhes (Coerência Central) e as barreiras na organização de etapas lógicas (Funções Executivas), não devem ser vistas como impedimentos ao aprendizado da Física, mas como indicadores para a necessidade de adaptações metodológicas. Conforme os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), a barreira não reside no estudante, mas na forma como o conteúdo é apresentado e na rigidez dos instrumentos de avaliação.

Para orientar o planejamento docente e facilitar a identificação de pontos de intervenção, a tabela a seguir sintetiza as principais dimensões cognitivas do TEA, contrastando o processamento esperado (neurotípico) com os desafios enfrentados pelo estudante no espectro. Mais do que um diagnóstico, estas tabelas oferecem **estratégias de mediação** aplicáveis tanto ao ambiente experimental quanto à resolução de atividades teóricas, visando reduzir a carga cognitiva irrelevante e potencializar o raciocínio científico do estudante.

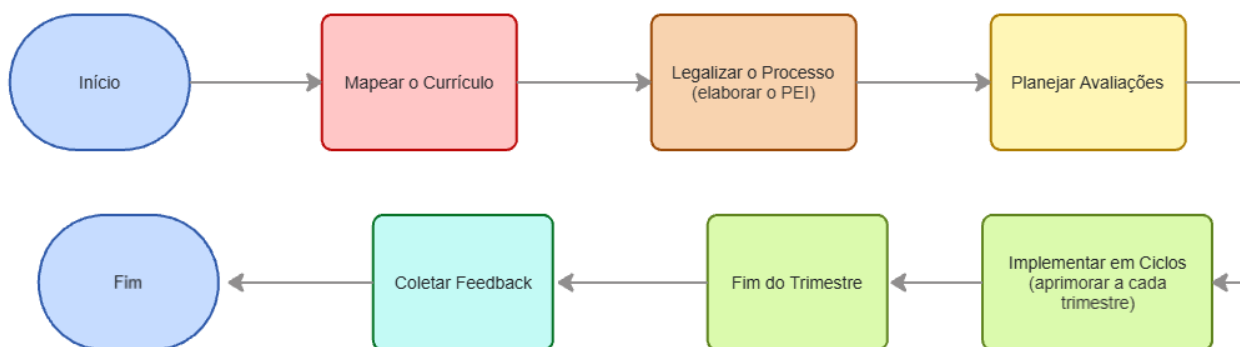
Figura: Esquema em fluxograma ilustrando características de um estudante com TEA

Dimensão Cognitiva	Processamento Neurotípico	Perfil no TEA (Barreiras na Resolução de Questões)	Estratégia de Adaptação (Exercícios e Avaliações)
Coerência Central	Consegue filtrar o "contexto" da questão e focar no comando principal.	Perda de foco em informações irrelevantes ou excesso de contextualização no enunciado.	Destacar visualmente (negrito ou cores) os dados numéricos e a pergunta principal.
Funções Executivas	Organiza mentalmente os passos: dados, fórmula, substituição e cálculo.	Dificuldade em iniciar a tarefa (<i>starting deficit</i>) ou em seguir a hierarquia de resolução.	Disponibilizar um "Mapa de Resolução" ou <i>template</i> estruturado com campos específicos para cada etapa.
Teoria da Mente	Interpreta o que o examinador "quis dizer" em enunciados ambíguos ou irônicos.	Interpretação puramente literal; dificuldade com analogias, metáforas ou "pegadinhas".	Redigir enunciados diretos, evitando figuras de linguagem e garantindo que o comando seja unívoco.
Flexibilidade Cognitiva	Transita facilmente entre diferentes tópicos (ex: uma questão de Óptica e outra de Termologia).	"Inércia cognitiva"; dificuldade em mudar o modelo mental de um conteúdo para outro rapidamente.	Agrupar questões por similaridade temática ou sinalizar visualmente a mudança de tópico no exame.
Linguagem e Simbolismo	Associa símbolos variáveis (v, a, t) aos conceitos físicos de forma fluida.	Pode fixar-se em um único símbolo para um conceito, confundindo-se se a notação mudar.	Manter padronização rigorosa de notação e fornecer um glossário de fórmulas/símbolos anexo à atividade.

7.2 Roteiro de Aplicação: Mãos à Obra!

Este é um passo a passo para implementar o guia no seu ano letivo:

- I. **Mapear o Currículo:** Identifique no seu planejamento quais tópicos permitem mais dinamismo (experimentos, vídeos e outros).
- II. **Legalizar o Processo (Criar o PEI):** Elabore o **Plano Educacional Individualizado (PEI)**. Faça isso em parceria com a equipe de Atendimento Educacional Especializado (AEE), professores e a família. O PEI define as estratégias personalizadas para aquele estudante. (o anexo B traz um modelo de PEI como sugestão)
- III. **Planejar Avaliações:** Com base no PEI, crie as avaliações adaptadas. Use linguagem clara, recursos visuais e pense em formatos diferentes.
- IV. **Implementar em Ciclos (Trimestres por exemplo):** Organize a aplicação em ciclos. No **início do trimestre**, revise o PEI com a equipe. **Durante o trimestre**, aplique as metodologias e avaliações adaptadas. No **fim do trimestre**, analise o desempenho e ajuste as estratégias para o próximo ciclo.
- V. **Coletar Feedback:** Converse com o estudante, professores e a equipe de apoio para aprimorar o processo.



7.3 Da Teoria à Prática: Estruturando a Aula Inclusiva

Após compreendermos os pilares da Transposição Didática e do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), surge a questão fundamental: como essas abstrações se materializam no cotidiano do docente de Física? A inclusão não ocorre apenas no momento da avaliação, mas deve ser gestada na fase de planejamento da aula.

Antes de analisarmos os estudos de caso de questões adaptadas, apresentamos a seguir um Modelo de Plano de Aula. Este modelo foi desenhado para o ensino de Lançamento Oblíquo, e serve como um mapa de como aplicar "andaimes" pedagógicos durante a instrução.

O objetivo deste roteiro é demonstrar que, ao estruturarmos a aula com previsibilidade, suporte visual e foco na essência do fenômeno físico, reduzimos a carga cognitiva para o estudante com TEA sem comprometer o rigor exigido em instituições como o Colégio Militar do Rio de Janeiro. Este plano funciona como o contexto pedagógico necessário para que as questões de avaliação, que discutiremos na seção seguinte, façam sentido dentro de uma trajetória de aprendizagem coerente.

7.4 Plano de aula modelo: Física

Assunto: Lançamento oblíquo e independência de movimentos

Público-alvo: 1ª Série do Ensino Médio (Contexto CMRJ)

Duração: 2 aulas (90 minutos)

I. Objetivos de Aprendizagem

- Compreender que o lançamento oblíquo é a composição de dois movimentos independentes (Princípio de Galileu).
- Analisar o comportamento da velocidade nas direções vertical (MUV) e horizontal (MU).
- Calcular alcance e tempo de voo em situações-problema.

II. Fundamentação Metodológica

- **Transposição Didática:** Limpeza de ruídos textuais e foco no fenômeno físico.
- **DUA:** Múltiplas formas de representação (Visual, Analítica e Experimental).
- **Mediação (Vygotsky):** Uso de organizadores prévios para diminuir a ansiedade cognitiva.

III. Desenvolvimento da Aula

Momento 1: Organizador Prévio e Antecipação (15 min)

- *Estratégia TEA:* Entregar um roteiro visual da aula (Checklist). Estudantes com TEA beneficiam-se da previsibilidade.
- *Ação:* Apresentar um vídeo curto de um lançamento (pode ser um esporte ou um simulador como o PhET).

Momento 2: Decomposição do Fenômeno (30 min)

- *Estratégia de Transposição:* Em vez de iniciar pela fórmula complexa, separar as cores para as direções.
- *Prática:* No quadro e no material impresso, usar **azul** para o eixo X (sempre constante) e **Vermelho** para o eixo Y (variável). Isso ajuda na diferenciação visual, reduzindo a sobrecarga de processamento.

Momento 3: Atividade Prática/Experimental (25 min)

- *Estratégia:* Uso de um simulador digital ou lançamento real com disparador de mola.
- *Ação:* O estudante deve observar que, no ponto mais alto, a velocidade vertical é zero.
Dica do Guia: Evite termos metafóricos como "o corpo para no ar". Use termos técnicos precisos: "a componente vertical da velocidade anula-se momentaneamente".

Momento 4: Verificação de Aprendizagem Adaptada (20 min)

- *Aplicação do Guia:* Entregar uma folha de atividades adaptada (de acordo com o PEI do discente atendido pelo AEE) a todos os estudantes da turma. (Exemplo abaixo).

IV. Exemplo de Questão Adaptada (Para incluir no Plano)

Questão: Um projétil é lançado com velocidade inicial $v_0 = 50\text{m/s}$ sob um ângulo que resulta em $v_{0x} = 30\text{m/s}$ e $v_{0y} = 40\text{m/s}$.

(Instrução: Foque apenas na análise do movimento vertical para responder).

Pergunta: Qual o tempo que o projétil leva para atingir a altura máxima?

Dado: $g = 10\text{ m/s}^2$

Fórmula Sugerida: $y = y_0 - gt$

Por que usar essa metodologia?

- Direcionamento:** A instrução entre parênteses elimina a dúvida sobre qual dado usar primeiro.
- Dados Prontos:** Os componentes da velocidade já estão decompostos, focando o teste no conceito de tempo de subida e não na trigonometria (que pode ser avaliada em outro momento).
- Estrutura Limpa:** Sem distratores ou textos longos sobre a história do projétil.

V. Recursos Necessários

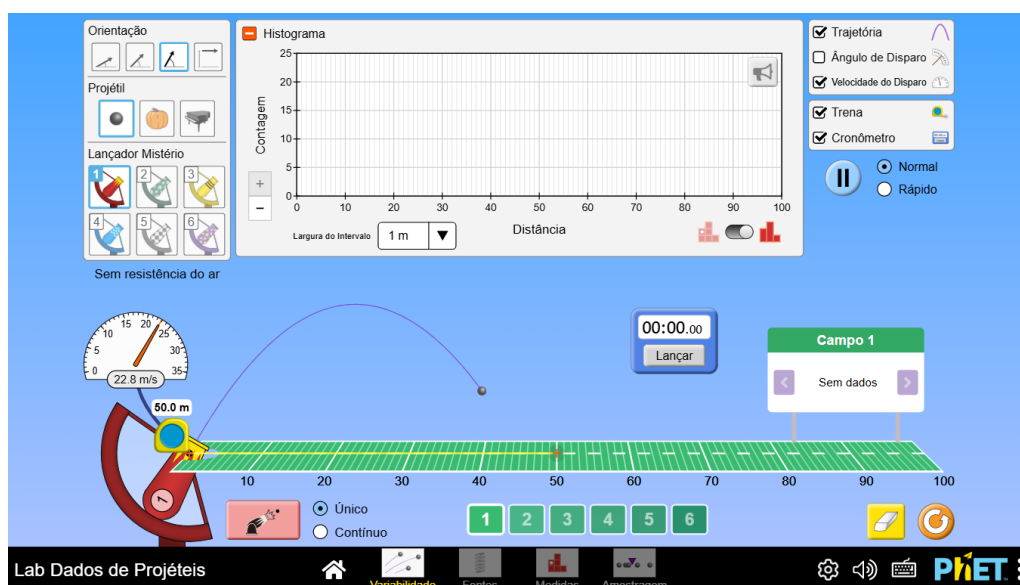
- Projetor para simulador PhET.
- Roteiro impresso com suporte visual (diagramas de vetores).
- Cores contrastantes (canetas ou lápis).

VI. Avaliação

A avaliação será contínua, observando se o estudante consegue identificar a independência dos movimentos.

Uso de recursos digitais

O laboratório virtual com simuladores pode servir também como instrumento de adaptação, o ambiente do laboratório, com mesas organizadas em grupos, configuração diferente da sala de aula, experimentos coexistentes e por vezes, por conter múltiplos estímulos, pode se tornar hostil ao estudante com TEA.



Captura de tela retirada de https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-data-lab/latest/projectile-data-lab_all.html?locale=pt_BR

Observamos aqui que a adaptação das metodologias de ensino, mesmo direcionada a algum estudante específico, partindo de um plano educacional individualizado, acaba abrangendo toda a turma. Uma vez estabelecida a estratégia de mediação em sala de aula, passamos agora à análise detalhada de como essa mesma lógica de transposição didática reflete-se na elaboração e adaptação dos itens de avaliação.

8. Estudo de caso: O antes e depois de uma questão

Adaptar não é facilitar, é remover barreiras desnecessárias. Veja este exemplo prático de adaptação de uma avaliação.

Exemplo 1: Lançamento Oblíquo (Futebol Americano)

Questão Original

“Durante o *Super Bowl*, o *quarterback* Patrick Mahomes, do Kansas City Chiefs, faz um passe para seu recebedor Tyreek Hill, que está se movendo em linha reta no campo de ataque. Mahomes lança a bola com uma velocidade inicial de 20 m/s, buscando atingir o maior alcance horizontal possível. Considere que a resistência do ar é desprezível e que a aceleração da gravidade é $g=10\text{m/s}^2$

- d) Qual deve ser o ângulo de lançamento (θ) para que a bola atinja o maior alcance horizontal possível?
- e) Calcule o alcance máximo (A) atingido pela bola.
- f) Sabendo que o recebedor Tyreek Hill tem uma massa de 80 kg e que ele parte do repouso para correr até o ponto de alcance máximo da bola, calcule a potência média que ele deve desenvolver para chegar ao ponto de recepção no mesmo instante em que a bola atinge o solo. Considere que o tempo de voo da bola é igual ao tempo que Tyreek Hill leva para percorrer a distância do alcance máximo.”

Análise: A questão é longa, cheia de nomes e informações contextuais (*Superbowl*, nomes de jogadores) que são irrelevantes para a Física. O item (c) mistura Cinemática com Dinâmica (Potência), sendo uma questão "multicamada" que pode confundir o estudante neurodivergente. Essa questão foi adaptada para uma estudante com transtorno do espectro autista (TEA), com base nos princípios do Design Universal para Avaliações (DUA) e usando as informações contidas no PEI. A intenção era a manutenção do máximo de conceitos e grau de dificuldade da questão.

Questão Adaptada

Um jogador de futebol americano lança uma bola com uma velocidade inicial de 20 m/s, buscando atingir o maior alcance horizontal possível. Considere que a resistência do ar é desprezível e que a aceleração da gravidade é $g=10\text{m/s}^2$.

- c) Qual deve ser o ângulo de lançamento (θ) para que a bola atinja o maior alcance horizontal possível?
- d) Calcule o alcance máximo (A) atingido pela bola.

Por que funcionou?

Simplificação: Removeu nomes e contexto esportivo excessivo (Patrick Mahomes, *Superbowl*, Tyreek Hill).

Foco: Manteve todos os parâmetros físicos essenciais.

Clareza: Os itens são diretos e o item 3 (multicamada) foi removido para focar na habilidade principal avaliada (Lançamento Oblíquo).

Resultado: Preservou o rigor conceitual e os objetivos de aprendizagem, mas eliminou barreiras de interpretação.

Exemplo 2: Onde a Informação Implícita Atrapalha (Basquete)

Questão Original

Um jogador de basquete arremessa a bola em direção à cesta. A equação que descreve a altura (y) da bola em função do tempo (t) durante o arremesso é:

$$y = 2 + 6t - 5t^2$$

Na equação:

- $y(t)$ é a altura da bola em metros.
- t é o tempo em segundos.

A bola é lançada a partir da altura do jogador, a velocidade forma um ângulo de 30° com a horizontal, e a cesta está a uma altura de **3,0 m**. Sabendo que a bola entra na cesta, calcule a **distância horizontal** do jogador até a cesta no momento do arremesso.

Análise: Para um estudante com TEA, a informação da altura inicial do lançamento que está implícita na equação de 2º grau pode ser uma barreira intransponível pela dificuldade com ambiguidades.

Questão Adaptada

Um jogador de basquete arremessa a bola em direção à cesta. A equação que descreve a altura (y) da bola em função do tempo (t) durante o arremesso é:

$$y = 2 + 6t - 5t^2$$

Na equação:

- $y(t)$ é a altura da bola em metros.
- t é o tempo em segundos.
- A altura do lançamento é igual a 2m

A bola é lançada a partir da altura do jogador, a velocidade forma um ângulo de 30° com a horizontal, e a cesta está a uma altura de **3,0 m**. Sabendo que a bola entra na cesta, calcule o **tempo** que a bola leva desde o arremesso até entrar na cesta.

Por que funcionou?

Informação explícita: A adaptação tornou a altura inicial (2m) um dado explícito no enunciado, o que foi necessário devido à dificuldade do estudante de TEA em interpretar informações implícitas.

Comando Direto: A pergunta foi alterada de "calcule a distância" (que exigiria múltiplos passos) para "calcule o tempo" (um comando direto e uma única tarefa), pois estudantes com TEA costumam apresentar menor desempenho em questões multicamadas.

E o resultado? As adaptações não criaram uma "vantagem injusta". Elas removeram barreiras desnecessárias e permitiram que a estudante demonstrasse seu conhecimento real, colocando-a em igualdade com a turma.

Exemplo 3: O excesso de informações, mesmo que úteis, pode ser um problema

Questão original

Carlos, morador de uma cidade com alta incidência solar, decidiu instalar um aquecedor solar em sua residência para reduzir o custo da sua conta de luz. Ele notou que o chuveiro elétrico era o maior responsável pelo consumo de energia em sua casa, representando cerca de 35% do valor da fatura. Pesquisando soluções sustentáveis, Carlos optou por um sistema de aquecimento solar com um reservatório de 200 litros (equivalente a 200 kg, considerando a densidade da água como 1 kg/L). Em um dia ensolarado, a temperatura da água no reservatório aumentou de 25°C para 55°C em um período de 4 horas.

Usando seus conhecimentos sobre propagação de calor, determine a potência média do aquecedor instalado por Carlos. Dados: calor específico da água $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; considere que $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$;

Análise da Questão Original

Esta questão apresenta barreiras significativas de **contextualização excessiva**. O texto introdutório sobre "Carlos", "cidade ensolarada", "conta de luz" e "soluções sustentáveis" exige uma carga de leitura e processamento que não contribui para a resolução do problema físico, trata-se de distratores, inseridos na questão visando o desenvolvimento da interpretação de textos de informação científica.

Um ponto crítico é a presença de um **distrator numérico**: a informação de que o chuveiro representa "**35% do valor da fatura**". Para um estudante com TEA, que tende a ter um pensamento literal e buscar utilidade para todos os dados apresentados, esse número pode gerar confusão e tentativas errôneas de incluí-lo nos cálculos.

Além disso, a conversão de unidades está implícita e misturada ao texto (litros para kg, horas para segundos, calorias para Joules), criando uma questão "multicamada" que dificulta a organização do raciocínio lógico.

Questão adaptada

Carlos instalou um aquecedor solar em sua casa. O reservatório tem **200 litros de água** (equivalente a **200 kg**). Em um dia ensolarado, a água aqueceu de **25°C** para **55°C** em **4 horas**.

Dados fornecidos:

- ✓ Massa da água (m): 200 kg
- ✓ Calor específico da água (c): 4200 J/kg°C
- ✓ Tempo (t): 4 horas = **14.400 segundos**

Qual é a potência média do aquecedor solar em watts (W)?

Por que funcionou?

Organização Visual e Mapeamento de Variáveis: A apresentação dos dados em lista (*bullet points*) com a identificação explícita das variáveis entre parênteses (m, c, t) é uma estratégia de organização lógica. Para estudantes com TEA, isso funciona como uma "pista visual" que conecta diretamente o texto à fórmula que será usada, reduzindo a carga cognitiva de ter que "caçar" os números no meio do parágrafo.

Eliminação de Barreiras "Multicamadas" (Conversão de Unidades)

Por que isso é importante? Estudantes com TEA costumam apresentar menor desempenho em questões "multicamadas" (que exigem várias etapas prévias antes do cálculo principal). O impacto: Ao fornecer o tempo já em segundos e a massa em kg, você remove a barreira matemática da *conversão* e foca a avaliação exclusivamente na compreensão do conceito físico (Potência e Energia Térmica) e na aplicação da fórmula. É uma adaptação válida quando o objetivo é avaliar se o estudante sabe *o que é* potência, e não se ele sabe multiplicar por 3600.

Clareza do Comando

O comando final "Qual é a potência média... em watts (W)?" reforça a solicitação feita no início ("Calcular a potência..."). Essa repetição, neste contexto, é positiva pois delimita claramente o início e o fim do problema, servindo como um reforço da tarefa solicitada.

Conclusão:

Esta versão é um exemplo de adaptação de alta intensidade. Ela é adequada para um estudante que, além das dificuldades de interpretação de texto, possui dificuldades com a organização sequencial de cálculos matemáticos.

Ao entregar as conversões prontas, você garante o suporte necessário para que o estudante demonstre que sabe relacionar Energia e Tempo, sem ser penalizado por se perder nas etapas preliminares de conversão. O rigor conceitual da Física (Conservação de Energia/Potência) é mantido, mas a barreira da aritmética e da análise dimensional é removida.

9. Desenho Universal para Aprendizagem: DUA

O Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) é uma abordagem pedagógica que visa eliminar barreiras ao aprendizado antes mesmo que elas surjam. A ideia central não é criar uma aula diferente para cada estudante, mas desenhar uma aula (e uma avaliação) flexível o suficiente para acolher a todos.

Pense na rampa de acesso de um prédio: ela é essencial para o cadeirante, mas também facilita a vida de quem carrega peso, de quem usa muletas ou de quem empurra um carrinho de bebê. Na sala de aula, uma adaptação coerente beneficia o estudante com TEA e ajuda o estudante ansioso, o desatento ou aquele que aprende melhor vendo do que ouvindo.

Os 3 Princípios do DUA na Adaptação de Questões

Ao criar ou adaptar uma questão de Física, utilize estes três princípios como um "filtro de qualidade":

9.1 Princípio do Engajamento (O "Porquê" de aprender) O objetivo é motivar o estudante e manter seu interesse.

- **Na prática:** Contextualize a questão com algo real e significativo, mas sem exageros. Se o estudante tem um interesse específico (hiperfoco), use-o como alavanca.
- **Na adaptação:** Remova contextos sociais irrelevantes que causam distração (como na questão do chuveiro do Carlos) e foque no fenômeno físico.

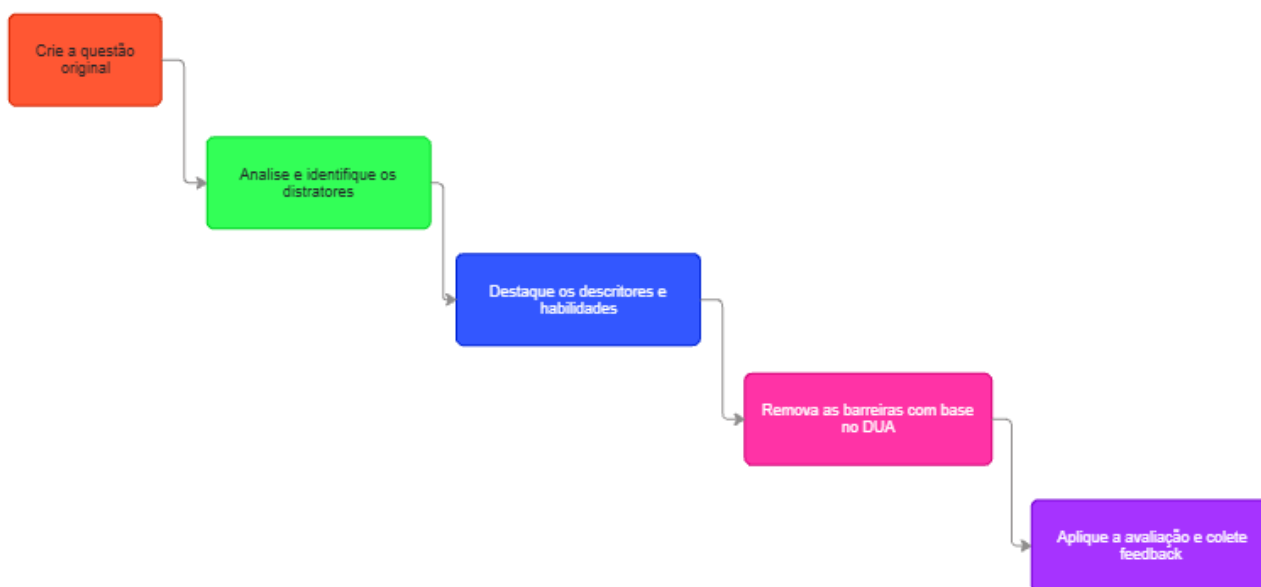
9.2 Princípio da Representação (O "O quê" aprender) O objetivo é apresentar a informação de formas diferentes para garantir a compreensão.

- **Na prática:** Não confie apenas no texto. Use gráficos, diagramas, esquemas visuais e destaque as informações vitais.

- **Na adaptação:** Organize os dados em listas (bullet points) em vez de parágrafos densos. Deixe fórmulas e conversões explícitas e visíveis, reduzindo a necessidade de memorização mecânica.

9.3 Princípio da Ação e Expressão (O "Como" aprender) O objetivo é oferecer formas diferentes para o estudante demonstrar o que sabe.

- **Na prática:** Flexibilize o modo de resposta. O estudante pode saber a Física, mas travar na escrita ou no cálculo sequencial.
- **Na adaptação:** Permita respostas orais, o uso de calculadora, ou simplifique a matemática (entregando conversões prontas) para avaliar o conceito físico isoladamente, sem que a dificuldade aritmética mascare o saber científico.



Checklist Rápido: Sua Questão é Acessível?

Antes de aplicar a avaliação, passe a questão por esta análise:

- **Clareza:** O comando do que deve ser feito está no imperativo e destacado? (Ex: "Calcule a potência", em vez de "Gostaria que você determinasse").
- **Poluição Visual:** Retirei imagens meramente decorativas ou textos que não servem para a resolução?
- **Suporte:** As fórmulas e constantes necessárias estão próximas da questão ou exigem que o estudante folheie a prova procurando?
- **Barreira Multicamada:** A questão exige muitas etapas prévias antes de chegar ao conceito principal? Se sim, forneça suportes para as etapas iniciais.

interpretar texto > converter unidades > isolar variável



dados na unidade correta > destacar informações relevantes > comando direto

Dominando o Conceito de Distratores: O que Realmente Importa?

Para nós, professores de Física, o termo "distrator" geralmente se refere às alternativas incorretas de uma questão. No entanto, quando falamos de inclusão e TEA, o distrator é algo mais sutil e perigoso: é o "ruído" cognitivo.

O que é um Distrator no Contexto do TEA?

É qualquer elemento presente na questão que consome o processamento mental do estudante sem ser necessário para a resolução do problema físico. Devido à Coerência Central Fraca (a tendência de focar nas partes e não no todo), o estudante com TEA pode "se perder" em um detalhe do enunciado e esgotar sua energia antes mesmo de chegar à fórmula.

"Limando" a Questão

Ao preparar seu material, faça as seguintes perguntas:

Checklist de Adaptação:

- ☒ Este adjetivo é necessário? Se eu retirar a palavra "veloz" ou "ensolarado", o cálculo muda? (Se não mudar, retire).
- ☒ A imagem é um diagrama? Ela ajuda a entender os vetores/forças ou é apenas ilustração?
- ☒ O comando está isolado? A pergunta final (o que se pede) está clara e, preferencialmente, ao final do texto?
- ☒ Há fórmulas de suporte? Eu estou testando a memória de fórmulas ou o raciocínio físico?

Como identificar distratores nas suas questões?

Para saber se sua questão está "limpa" ou poluída por distratores, verifique a presença dos seguintes elementos:

Contextualização Adjacente:

"No último domingo de sol, os amigos decidiram ir ao parque para jogar futebol..."

Por que é um distrator?

Para um estudante com TEA, por exemplo, o cenário social (amigos, domingo, parque) pode gerar dúvidas interpretativas que não têm relação com a Física. Se a questão é sobre o movimento da bola, foque nos parâmetros da bola.

"O projétil 'beija' o solo a uma distância de..."

Por que é um distrator? A tendência à literalidade faz com que o estudante busque o sentido real da palavra "beijar", criando um obstáculo linguístico desnecessário.

Imagens meramente ilustrativas (exemplo: um desenho de um termômetro sorrindo em uma questão de Termometria).

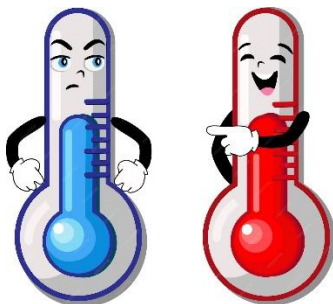


Imagem retirada de https://img.freepik.com/vetores-premium/termometros-com-rostos-e-maos-dois-personagens-engracados-eles-expressam-emocoes-colorido-em-um-fundo-branco_422344-920.jpg?w=1380

Por que é um distrator? A imagem deve ser um diagrama funcional. Imagens decorativas dividem a atenção e podem ser interpretadas como dados do problema. A criatividade e a opção por uma via cômica podem ser uma importante estratégia de descompressão nas aulas e avaliações de física, mas um estudante neurodivergente pode acabar se perdendo na busca por utilizar todas as informações presentes no documento.

10. O uso da Inteligência Artificial: Vilão ou herói?

Atualmente o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) tem se tornado a principal base de apoio para diversos profissionais nas mais diversas áreas. Seria, portanto, muita inocência acreditar que o magistério seria blindado dessa tecnologia e acaba sendo inevitável a busca por estratégias de ensino que integrem as inovações que surgem e evoluem a uma velocidade assustadora.

O Papel Humano na Adaptação Curricular via IA

O advento da Inteligência Artificial Generativa trouxe uma promessa sedutora para a Educação Inclusiva: a capacidade de adaptar materiais em segundos. No entanto, para o professor, essa facilidade esconde um risco silencioso, o desalinhamento pedagógico. (ARRUDA, E.P, 2024)

Potencialidade e necessidade de vigilância:

De acordo com o Guia da UNESCO (2024), essas tecnologias podem ampliar significativamente a acessibilidade, desde que sua implementação seja pautada por princípios éticos e pelo controle humano, evitando que a automação substitua o discernimento pedagógico.

No entanto, o uso da IA no ensino de Física exige cautela. Conforme alerta o professor Arruda (2024), existe um risco real de "desalinhamento pedagógico" e de uma prática mecanicista caso o docente confie cegamente na ferramenta. A IA não conhece as particularidades sensoriais ou os hiperfocos do seu discente, como os registrados no PEI.

Portanto, neste guia, propomos o uso da IA não como uma solução final, mas como um **assistente de redação**. O papel do professor de Física permanece central: cabe a você realizar a curadoria do conteúdo gerado, garantindo que o rigor científico seja mantido e que os distratores, que a IA muitas vezes insere por vício de linguagem, sejam devidamente eliminados.

O uso indiscriminado de *prompts* genéricos (como "*simplifique esta questão para um estudante com TDAH*") frequentemente resulta em materiais que, embora mais curtos, mutilam o objetivo de aprendizagem ou infantilizam o conteúdo. A IA, por si só, não compreende a nuance cognitiva do estudante; ela apenas prevê texto. Sem a curadoria do professor, a adaptação deixa de ser uma ponte para o conhecimento e torna-se um atalho para o esvaziamento curricular.

Um dos pontos mais sensíveis destacados pela UNESCO (2024) refere-se ao fenômeno das "**alucinações da máquina**". Como a IA trabalha com probabilidades estatísticas e não com a compreensão real de leis físicas, ela pode gerar informações que soam corretas, mas que contêm erros conceituais graves, trocas de unidades de medida ou fórmulas inventadas. No ensino de Física, onde a precisão é o que sustenta o saber, uma alucinação não detectada pode comprometer toda a lógica de uma questão adaptada.

Por essa razão, o princípio do controle humano (*human-in-the-loop*) é a sua maior salvaguarda. Ao utilizar a IA para formatar um exercício sobre lançamento oblíquo ou terminologia, sua função é atuar como um validador técnico. Isso significa conferir se a simplificação da linguagem não acabou alterando o fenômeno físico descrito. Lembre-se: a IA é excelente para ajustar a forma e o *design*, mas o rigor da ciência e a garantia de que o desafio cognitivo permanece elevado são responsabilidades exclusivas suas.

O objetivo não é que a tecnologia faça o seu trabalho, mas que ela limpe o "ruído" da comunicação. Ao final do processo, a questão deve ser acessível para o estudante com TEA em sua leitura, mas permanecer como um desafio autêntico de Física em sua resolução. Para que a IA seja uma ferramenta de inclusão efetiva, e não uma "muleta" que gera distorções, o professor deve assumir o papel de Arquiteto do Prompt.

Esse processo exige a integração rigorosa de quatro pilares fundamentais:

i. O PEI como Bússola

O Plano de Ensino Individualizado (PEI) não é burocracia; é a "regra de negócio" da adaptação. A IA precisa saber quais são as barreiras específicas daquele estudante. Ele precisa de suporte visual? Ele tem dificuldade com textos longos ou com a abstração matemática? Sem alimentar a IA com as necessidades descritas no PEI, a adaptação é um tiro no escuro.

ii. A Questão Base

A adaptação não deve criar um currículo paralelo. O ponto de partida deve ser sempre a questão aplicada à turma neurotípica. Isso garante que o estudante neurodivergente esteja inserido no mesmo contexto temático e social de seus colegas, preservando a isonomia e o sentimento de pertencimento.

iii. Os Descritores e Habilidades

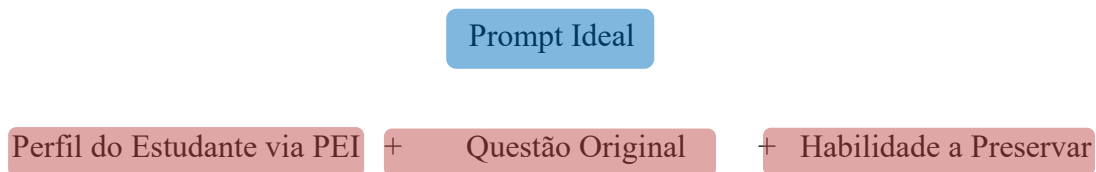
Este é o ponto aonde a IA mais falha sem supervisão. Ao adaptar uma questão de Física a IA pode remover o cálculo e transformá-la em uma pergunta de interpretação de texto, eliminando a competência física que se desejava avaliar. O professor deve explicitar no prompt: *"Mantenha a cobrança da habilidade X (ex: relacionar velocidade e tempo), alterando apenas a forma de apresentação."*

iv. O Tipo de Adaptação

O professor deve definir *como* a barreira será removida. Não basta pedir para "melhorar". É preciso especificar: *"Fragmente o texto em tópicos"*, *"Converta os dados do enunciado em uma tabela"*, *"Substitua a descrição do experimento por uma imagem descritiva"*. É aqui que entra o conhecimento docente sobre as barreiras multicamada.

O *prompt* como contrato pedagógico

O sucesso da adaptação via IA reside na qualidade da instrução. Um *prompt* eficaz para adaptação de questões deve funcionar como uma fórmula estruturada:



Ao negligenciarmos essa estrutura, corremos o risco de terceirizar a inclusão para um algoritmo que não tem compromisso ético com o estudante. A IA é um acelerador potente, mas a direção deve ser dada, invariavelmente, pela intencionalidade do professor.

Exemplo de adaptação: *Prompt* genérico x Direcionamento com base no PEI

Questão original:

A atenção é um recurso cognitivo limitado. Estima-se que um motorista atento tenha um tempo de reação de 0,75 s, enquanto um motorista que desvia o olhar por 2 segundos para o GPS tem seu tempo de reação efetivo aumentado para 2,75 s (os 2 s de desvio mais os 0,75 s para reagir após voltar a olhar para a pista).

Um motorista trafega a 108 km/h (30 m/s) em uma rodovia de pista seca e avista um animal na pista. Seus freios são capazes de aplicar uma desaceleração constante de 10 m/s². Um engenheiro de segurança afirma que, para evitar a colisão, o animal deveria estar a uma distância superior à distância total de parada do veículo. Se o motorista se distraiu com o GPS no exato momento em que o animal surgiu a 120 metros de distância, pode-se afirmar que:

- a) a colisão será evitada, pois a distância total de parada do motorista distraído é de 112,5 m.
- b) a colisão ocorrerá, pois, a distância total de parada do motorista distraído é de 127,5 m.
- c) a colisão ocorrerá, pois, a distância de frenagem sozinha é de 135 m.
- d) a colisão será evitada, pois a distância de reação do motorista distraído é de apenas 82,5 m.
- e) a colisão ocorreria mesmo que o motorista estivesse atento, pois sua distância de parada seria de 122,5 m.

Prompt genérico:

" Faça a adaptação da questão para uma estudante com TEA e TDAH"

Resultado Típico da IA (Aparência de Simplicidade, Falha de Suporte):**Questão Adaptada:**

Um motorista dirige a 108 km/h (30 m/s) e se distrai com o GPS. Ele vê um animal a 120 m e pisa no freio. Sabendo que seu tempo de reação total foi de 2,75 s e que o carro desacelera a 10 m/s², marque a alternativa correta sobre a situação:

- a) O carro para em segurança, pois a distância total percorrida é menor que 100 m.
- b) A colisão acontece, pois o carro precisaria de 127,5 m para parar totalmente.
- c) A colisão acontece, pois o carro percorre 135 m apenas durante a frenagem.
- d) O carro para antes do animal, pois a distância de reação foi de apenas 50 m.

Por que essa adaptação falha (Análise baseada em um exemplo de PEI real):

- a. Barreira Cognitiva Intacta: Embora o texto esteja menor, a IA manteve a exigência de que o estudante realize mentalmente a triagem dos dados, a escolha das fórmulas (MRU e Torricelli) e a soma das etapas, sem nenhum suporte visual ou algorítmico. O PEI exige explicitamente "divisão em etapas" e "fórmulas essenciais anexas".
- b. Sobrecarga de Memória de Trabalho: As alternativas (A, B, C, D) misturam a conclusão (bate/não bate) com valores numéricos intermediários aleatórios. Isso confunde o estudante com TDAH, que pode saber calcular, mas se perde ao tentar validar quatro afirmações lógicas diferentes ao mesmo tempo.
- c. Violação do PEI: A recomendação é que sejam priorizados "problemas com dados pré-definidos" e "enunciados diretos" eliminando distratores. A adaptação genérica manteve os dados "escondidos" dentro de um parágrafo de texto corrido.

Essa versão mostra que encurtar o texto não é adaptar. A questão continua inacessível para o perfil cognitivo do estudante, testando mais a capacidade de organização mental (que é sua dificuldade) do que o conceito físico em si.

Adaptação com *prompt* direcionado com base no PEI:

Prompt usado

“Me ajude a adaptar essa questão para o estudante com TEA e TDAH (PEI anexado no chat da IA), com base nas orientações do PEI e priorizando a manutenção do grau de dificuldade, das habilidades e descritores abordados e reduzindo a questão para quatro alternativas.”

Questão adaptada:

Um veículo, nas condições abaixo, precisa parar para não colidir com um obstáculo. A distância total de parada é a soma da distância de reação com a distância de frenagem.

Dados do problema:

- Velocidade inicial do veículo: 108 km/h (ou 30 m/s).
- Tempo de reação do motorista: 2,75 s.
- Desaceleração dos freios: -10 m/s^2 .
- Distância até o obstáculo: 120 m.

Baseado nos cálculos, o veículo irá colidir com o obstáculo?

- a) Não, pois a distância total de parada é de 112,5 m.
- b) Sim, pois a distância total de parada é de 127,5 m.
- c) Sim, pois apenas a distância de frenagem é de 135 m.
- d) Não, pois a distância de reação é de 82,5 m, sobrando espaço para frear.

Ao usar o PEI como filtro para o *prompt*, conseguimos:

- i. **Manter o Rigor:** O estudante ainda precisa multiplicar, dividir e somar (física/matemática).
- ii. **Reduzir a Ansiedade:** A disposição dos dados organiza o pensamento do estudante, evitando que ele se perca na alternância entre MRU e MRUV.
- iii. **Eliminar Ruído:** Removemos a comparação com o "motorista atento", que não era necessária para a resposta final, focando na dificuldade de processamento de informações excessivas relatada no PEI.

As soluções tecnológicas revolucionárias acabam por trazer consigo armadilhas que podem acabar transformando em genérico algo que deveria ser individualizado, entretanto é importante reconhecer que podem sim constituir um importante aliado na busca pela educação inclusiva. A atenção e dedicação do professor na escolha do *prompt* adequado, além do cuidado

da elaboração de um bom plano educacional individualizado, irão auxiliar na árdua tarefa de buscar equidade entre os discentes.

Construindo Pontes para o Conhecimento

Ao percorrer as estratégias, exemplos e reflexões deste guia, fica evidente que o caminho para uma educação verdadeiramente inclusiva no ensino de Física não exige o abandono do rigor científico, mas sim a **demolição de barreiras invisíveis**.

11. Considerações finais

A inclusão é um processo contínuo de ação e mudança voluntária, esperamos que este guia sirva não como um manual de regras rígidas, mas como um ponto de partida para que você, professor, sinta-se seguro para transformar sua sala de aula.

Chegamos ao fim deste guia, mas o trabalho real começa agora, no chão da sala de aula. Ao longo destas páginas, buscamos desmistificar a ideia de que incluir um estudante com TEA em Física exige "facilitar" a matéria ou renunciar ao conteúdo. Como vimos, o segredo não está em reduzir a Física, mas em ajustar o foco da nossa comunicação.

A aplicação dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e a "limpeza" cuidadosa dos distratores que discutimos não são apenas tarefas burocráticas; são estratégias para garantir que a inteligência do nosso estudante, muitas vezes extremamente lógica e sistemática, não fique presa em barreiras de linguagem ou confusões sensoriais. Quando removemos o ruído de uma questão, estamos, na verdade, dando ao estudante a chance de ser avaliado pelo que ele realmente sabe de Física.

Também abordamos o papel das IA Generativas. Elas são aliadas incríveis para ganharmos tempo, mas, como conversamos, elas não substituem o seu olhar clínico. O "risco do desalinhamento pedagógico" só é evitado quando você, que conhece o seu discente e o PEI dele, faz a curadoria final do que a máquina produz.

Esperamos que este material seja um suporte nos dias de planejamento e um lembrete de que a inclusão é um processo de *design*. Não precisamos de soluções perfeitas todos os dias, mas de práticas intencionais. Que este guia ajude você a olhar para a neurodiversidade não como um obstáculo, mas como uma oportunidade de tornar a Física uma ciência verdadeiramente para todos.

Bom trabalho, professor!

12. Referências bibliográficas

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais: DSM-5**. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014

ARRUDA, E. P. Inteligência artificial generativa no contexto da transformação do trabalho docente. **Educação em Revista**, v. 40, 2024.

ATTWOOD, Tony. **O Guia Completo da Síndrome de Asperger**. São Paulo: AMA, 2014.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, DF: Presidência da República, 2009.

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

CAMPOS, Viviane Ferreira; PICCINATO, Ricardo. **Autismo: do diagnóstico ao tratamento; as melhores orientações sobre o universo autista**. Bauru, SP: Alto Astral, 2019.

CAST (Center for Applied Special Technology). **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield, MA: CAST, 2018.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique**: du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

GADOTTI, Moacir. **História das ideias pedagógicas**. 8ª. ed. São Paulo: Ática, 1999.

GRAY, Carol. **The New Social Story Book**. 10ª. ed. Arlington: Future Horizons, 2010.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar**: o que é? por quê? como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. 2ª. ed. ampliada. São Paulo: EPU, 2011.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão**: construindo uma sociedade para todos. 7ª. ed. Rio de Janeiro: WVA, 2006.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. Paris: UNESCO, 2024.

Anexo I: Glossário de termos

Termo a Evitar	Termo Adequado	Por que a mudança importa?
"O deficiente", "O estudante deficiente"	"Pessoa com Deficiência (PCD)"	O princípio é "a pessoa vem primeiro". A deficiência é uma característica, não a identidade inteira da pessoa. Usar "o deficiente" reduz o indivíduo à sua condição.
"Estudante autista", "O autista"	"Estudante com Transtorno do Espectro Autista (TEA)"	Semelhante ao caso anterior, o estudante tem o transtorno, ele não é o transtorno. Esta terminologia é a oficial e é mais respeitosa.
"Estudante especial", "Estudante de necessidades especiais"	"Estudante de inclusão", "Estudante com necessidades educacionais especiais", "Estudante neurodivergente"	"Especial" é um eufemismo vago que pode ser capacitista. "Necessidades educacionais especiais" é o termo técnico correto para o contexto pedagógico. "Neurodivergente" é um termo que reconhece a diversidade neurológica sem hierarquia.
"Estudante normal", "Estudante regular"	"Estudante neurotípico" (para o oposto de neurodivergente), ou simplesmente "os demais estudantes da turma"	Usar "normal" implica que o estudante de inclusão é "anormal". A palavra "neurotípico" descreve objetivamente aqueles cujo desenvolvimento neurológico é considerado padrão, sem criar um juízo de valor.
"Integração"	"Inclusão"	São conceitos diferentes. Integrar é colocar o estudante com deficiência na sala regular e esperar que <i>ele</i> se adapte ao sistema. Incluir é transformar o <i>sistema</i> (currículo, avaliação, métodos) para acolher as diferenças de <i>todos</i> .
"Facilitação" de prova	"Adaptação avaliativa"	Ninguém está "facilitando" a avaliação. O que se faz é "remover barreiras desnecessárias". A adaptação (ex: enunciados mais claros, mais tempo) garante que o estudante seja avaliado por seu conhecimento de Física, e não por sua dificuldade de interpretação ou processamento.

Anexo II: Modelo de PEI

[NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO]

ATENDIMENTO EDUCACIONAL ESPECIALIZADO - AEE

I. DADOS GERAIS

Nome do estudante:

Matrícula/Número: _____ Turma: _____ Série: _____
Data de Nascimento/Idade: / _____ (_____ anos)
Diagnóstico Clínico/Psicopedagógico:

Período de Vigência: () 1º Trimestre () 2º Trimestre () 3º Trimestre
Profissionais envolvidos:

II. ADEQUAÇÕES CURRICULARES GERAIS (Sugeridas pelo AEE)

Informações Relevantes

(Descrever brevemente o desenvolvimento cognitivo, socioafetivo e psicomotor. Ex: pontos fortes, hiperfocos, dificuldades sensoriais, barreiras de comunicação, etc.)

Recomendações Gerais aos Professores/Monitores

(Ex: uso de abafadores de ruído, permissão para saída de sala, tempo estendido, local de prova diferenciado, mediação, etc.)

Formato das Avaliações

() Prova Padrão () Prova Adaptada () Sala Separada () Com Mediador () Tempo Estendido

III. ADEQUAÇÕES ESPECÍFICAS DA DISCIPLINA: FÍSICA

ELEMENTOS DO CURRÍCULO E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO

ELEMENTOS DO CURRÍCULO	ADAPTAÇÕES E MODIFICAÇÕES (O que será feito?)	PROGRESSO (Adquirido, Com Suporte, Em Processo)
Objetos do Conhecimento (Conteúdos a serem trabalhados)	<i>Ex: Simplificação dos enunciados; Uso de vídeos; Eliminação de distratores de contextualização.</i>	
Competências (C6, C7, C9, etc. conforme BNCC/Matriz)	<i>Ex: Enunciados diretos; Conexão com exemplos do cotidiano do estudante; Uso de simuladores.</i>	
Habilidades (HB13, HB16, etc.)	<i>Ex: Anexar lista de fórmulas essenciais; Ampliar espaço para cálculo; Uso de comparações visuais.</i>	
Descritores (Códigos específicos do planejamento)	<i>Ex: Remoção de nomes complexos; Divisão da questão em etapas (a, b, c); Fornecimento de tabelas com dados prontos.</i>	

IV. METODOLOGIA E RECURSOS

Metodologia Aplicada

(Descrever como as aulas serão conduzidas para garantir a acessibilidade. Ex: Uso de múltiplas formas de representação, foco na aprendizagem significativa, eliminação de barreiras sem perda de rigor científico.)

Suporte Didático-Tecnológico

(Listar os recursos materiais. Ex: Vídeos curtos, slides esquemáticos, listas de exercícios com fonte ampliada, calculadora, etc.)

- _____
- _____
- _____

V. SISTEMA DE AVALIAÇÃO

Instrumentos e Critérios

(Descrever como será a prova ou trabalho. Ex: A avaliação será adaptada removendo distratores de contextualização (histórias longas), mantendo os dados explícitos e focando no conceito físico. O estudante terá acesso a formulário auxiliar.)

VI. ASSINATURAS

Local: _____, _____ de _____ de 20.

Professor(a) Regente

Chefe da Seção de Atendimento Educacional Especializado

Responsável pelo Estudante (Ciente)

Anexo III: Banco de questões adaptadas

Aqui, compartilho com os colegas docentes alguns exemplos de questões, de temas diversos, já adaptadas com base no PEI de estudantes atendidos pelo AEE, espero que sirvam como inspiração para as adaptações e colaborem de forma positiva na busca por um ensino inclusivo.

1) Em uma colisão frontal, um carro para bruscamente. Pela 1ª Lei de Newton (Inércia), o corpo de um passageiro tende a continuar em movimento com a velocidade que o carro possuía. A função física do cinto de segurança é aplicar uma força resultante sobre o passageiro para alterar seu estado de movimento. O benefício principal dessa atuação é que o cinto:

- a) reduz a inércia do passageiro.
- b) aumenta o intervalo de tempo da desaceleração, o que diminui a força máxima aplicada ao corpo do passageiro.
- c) aplica uma força de reação que anula a força do impacto da colisão sobre o passageiro.
- d) diminui a massa do passageiro durante a colisão para reduzir a força do impacto.

2) Dados do problema:

- Velocidade inicial do veículo: 108 km/h (ou 30 m/s).
- Tempo de reação do motorista: 2,75 s.
- Desaceleração dos freios: -10 m/s^2 .
- Distância até o obstáculo: 120 m.

Um veículo, nas condições acima, precisa parar para não colidir com um obstáculo. A distância total de parada é a soma da distância de reação com a distância de frenagem. Baseado nos cálculos, o veículo irá colidir com o obstáculo?

- a) Não, pois a distância total de parada é de 112,5 m.
- b) Sim, pois a distância total de parada é de 127,5 m.
- c) Sim, pois apenas a distância de frenagem é de 135 m.
- d) Não, pois a distância de reação é de 82,5 m, sobrando espaço para frear.

3) A tabela abaixo mostra dados do impacto no tórax de um boneco de testes em uma colisão. A variação da quantidade de movimento foi a mesma em ambas as situações. O Impulso é o mesmo nas duas situações. A Força média é a razão entre o Impulso e o tempo de duração.

Situação	Impulso Total (N.s)	Duração do Contato (s)
A (Apenas Cinto)	1800	0,12
B (Cinto + Airbag)	1800	0,18

Analisando a tabela, conclui-se que:

- a) o Impulso na situação B foi maior, pois o tempo de contato foi maior.
- b) a Força Média na situação A foi de 1800 N.
- c) a Força Média na situação B (10.000 N) foi menor que na situação A (15.000 N), demonstrando a eficácia do airbag em reduzir a força do impacto.
- d) a Força Média na situação A (10.000 N) foi menor que na situação B (15.000 N).

4) O assento elevatório posiciona o cinto de segurança sobre a clavícula de uma criança, que é uma área resistente. Sem o assento, o cinto ficaria sobre o pescoço, uma área vulnerável. Considere que a força aplicada pelo cinto em uma colisão é a mesma nas duas situações.

Dados:

- A área de contato na clavícula é GRANDE.
- A área de contato no pescoço é PEQUENA.

A principal razão física para usar o assento elevatório é que ele garante que:

- a) uma mesma força seja distribuída sobre uma área maior, resultando em uma pressão menor e mais segura sobre o corpo.
- b) uma mesma força seja concentrada em uma área menor, resultando em uma pressão maior e mais segura.
- c) a força aplicada na clavícula seja menor do que a força que seria aplicada no pescoço.
- d) o impulso total transferido para a criança seja reduzido.

5) No fenômeno da aquaplanagem, uma camada de água entre o pneu e a pista reduz a força de atrito a um valor próximo de zero.

De acordo com a 1ª Lei de Newton, se um carro em alta velocidade e em aquaplanagem tentar fazer uma curva, qual será a tendência do seu movimento?

- a) O carro irá parar bruscamente devido à resistência da água.
- b) O carro tenderá a manter seu movimento em linha reta, saindo pela tangente da curva.
- c) O carro irá girar em torno do seu próprio eixo, pois a força de atrito se torna nula.
- d) O carro terá sua velocidade angular aumentada, mas manterá a trajetória da curva.

6) Um carro de 1.200 kg a 72 km/h (20 m/s) colide e para. Sua estrutura frontal se deforma em 80 cm (0,8 m). Analise as afirmativas sobre a física envolvida:

- I. As "zonas de deformação" são projetadas para aumentar a distância de parada, o que resulta em uma força média de impacto menor sobre os ocupantes.
- II. A energia cinética inicial do veículo que foi dissipada na colisão era de 240.000 J.
- III. A força média que atuou sobre a estrutura do carro para causar a deformação foi de 300.000 N.
- IV. Veículos modernos são projetados para serem rígidos e indeformáveis, conservando a energia cinética dos passageiros.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e IV.
- b) II e IV.
- c) I, II e III.
- d) I e III.

- 7) Carlos instalou um aquecedor solar em sua casa. O reservatório tem **200 litros de água** (equivalente a **200 kg**). Em um dia ensolarado, a água aqueceu de **25°C** para **55°C** em **4 horas**.

Calcular a potência média do aquecedor solar.

Dados fornecidos:

- ✓ Massa da água (m): 200 kg
- ✓ Calor específico da água (c): 4200 J/kg°C
- ✓ Conversão de unidades: 1 cal = 4,2 J
- ✓ Tempo (t): 4 horas = **14.400 segundos**

Qual é a potência média do aquecedor solar em watts (W)?

- 8) O aquecimento global está acelerando o derretimento das geleiras. Suponha que uma geleira no Ártico contenha aproximadamente **$4,5 \times 10^6$ toneladas de gelo**.

Dados:

Calor latente de fusão do gelo (L): **$3,34 \times 10^5$ J/kg**

O derretimento ocorre devido a uma fonte de calor que fornece **$2,5 \times 10^{12}$ J** por ano.

- a) Quantos anos seriam necessários para que essa geleira derretesse totalmente, considerando o fornecimento constante de calor mencionado?
- b) Se a taxa de derretimento aumentar 20% devido ao aumento das emissões de CO₂, recalcule o tempo necessário para o derretimento total.

- 9) O efeito estufa é um fenômeno natural que mantém a Terra aquecida. Parte do calor que vem do Sol é absorvido pela superfície terrestre e depois refletido como radiação infravermelha. Os gases da atmosfera (como CO_2 e metano) retêm parte desse calor, impedindo que ele escape totalmente para o espaço.

Qual das alternativas descreve CORRETAMENTE o efeito estufa?

- a) Apenas uma pequena parte da radiação solar é absorvida pela Terra; o resto é refletido para o espaço.
- b) Os gases atmosféricos absorvem toda a radiação infravermelha, sem devolver calor à superfície.
- c) Parte da radiação infravermelha refletida pela Terra é absorvida por gases e reenviada para a superfície, aquecendo-a.
- d) O desmatamento reduz o CO_2 , diminuindo o efeito estufa.

- 10) Um sistema de aquecimento solar tem um coletor de 2 m^2 e aquece 100 litros de água (100 kg). Em um dia de teste:

- A radiação solar média foi de 1.000 W/m^2 durante 3 horas.
- A água estava inicialmente a 20°C e atingiu 60°C após o aquecimento.
- O calor específico da água é $4.000 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$.

O rendimento do sistema de aquecimento nesse dia do teste será:

- a) 25%
- b) 37%
- c) 50%
- d) 74%

11) O semiárido brasileiro tem grande potencial para gerar energia solar (11.908 TWh/ano), mas o Brasil ainda depende muito de hidrelétricas (68%). A energia solar é vantajosa porque:

- Reduz emissões de CO₂.
- Tem custos ambientais menores que outras fontes.
- 85% dos componentes são recicláveis.

Com base nos dados e no seu conhecimento sobre fontes de energia renováveis, analise as afirmativas abaixo e marque **V** para verdadeiro ou **F** para falso:

() V () F	A energia solar no semiárido é uma boa alternativa porque diminui a dependência das hidrelétricas e causa menos danos ao meio ambiente.
() V () F	O potencial da energia solar não é totalmente aproveitado porque faltam sistemas para armazenar e distribuir toda a energia gerada.
() V () F	A reciclagem dos painéis solares compensa parte dos custos, tornando a energia solar melhor que termelétricas.
() V () F	. Os painéis solares no semiárido perdem eficiência porque não esfriam adequadamente sem variação de estações.

12) Um objeto em Movimento Harmônico Simples (MHS) tem sua posição x em função do tempo t descrita pela equação: $x(t) = A \cos(\omega t + \Phi_0)$

Considere as seguintes condições no instante inicial ($t=0s$):

- A posição é $x = \frac{A}{2}$
- O objeto se move no sentido positivo do eixo x ($v>0$)

O valor da fase inicial Φ_0 é igual a?

a) $\frac{2\pi}{3} rad$

b) $\frac{4\pi}{3} rad$

c) $\frac{\pi}{3} rad$

d) $\frac{5\pi}{3} rad$

13) Um objeto de massa m preso a uma mola de constante k executa um MHS com amplitude A . A energia mecânica total é conservada.

Em qual posição x (em relação ao ponto de equilíbrio) a energia cinética do objeto é igual à sua energia potencial elástica?

- a) $x = \pm A$
- b) $x = 0$
- c) $x = \pm \frac{A}{2}$
- d) $x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}}$

14) O som é uma onda mecânica e a luz é uma onda eletromagnética.

Com base na classificação das ondas quanto à direção de vibração, como o som (no ar) e a luz podem ser corretamente descritos, respectivamente?

- a) Onda mecânica e longitudinal; Onda eletromagnética e transversal.
- b) Onda mecânica e transversal; Onda eletromagnética e longitudinal.
- c) Onda eletromagnética e longitudinal; Onda mecânica e transversal.
- d) Onda eletromagnética e transversal; Onda eletromagnética e longitudinal.

15) A polarização é um fenômeno que filtra as oscilações de uma onda em uma direção específica. A luz (onda eletromagnética) pode ser polarizada, mas o som propagando-se no ar (onda mecânica) não pode.

Assinale a alternativa que explica corretamente por que isso acontece.

- a) Porque a luz é eletromagnética e o som é mecânico; a polarização é exclusiva de ondas eletromagnéticas.
- b) Porque a luz se propaga no vácuo e o som não.
- c) Porque a luz tem frequência muito mais alta que o som.
- d) Porque a luz é uma onda transversal (oscila perpendicularmente à propagação), permitindo selecionar um plano de vibração; já o som no ar é uma onda longitudinal (oscila na mesma direção da propagação).

16) Um controle remoto emite ondas eletromagnéticas (infravermelho) com uma frequência a $3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

(Dado: velocidade da luz no ar = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

Usando a equação da onda, qual é o comprimento de onda aproximado dessa radiação?

- a) $1 \cdot 10^6 \text{ m}$
- b) $1,0 \text{ km}$
- c) $9 \cdot 10^{22} \text{ m}$
- d) $1 \cdot 10^6 \text{ m}$

17) Um SONAR (sistema de som) é usado para medir a profundidade do oceano. Ele emite um pulso sonoro para o fundo e mede o tempo do eco (retorno do som).

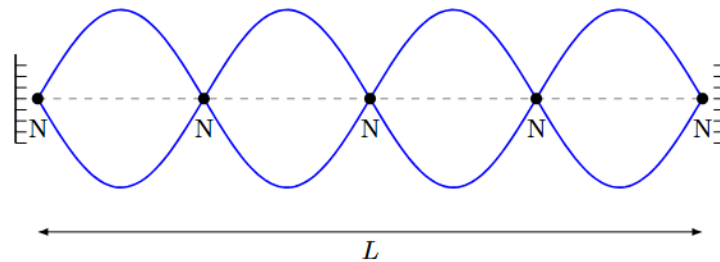
- Tempo total (ida e volta do eco): $t = 4,0 \text{ s}$.
- Velocidade do som na água: $v = 1.500 \text{ m/s}$.

Lembre-se que o som percorre a distância (profundidade) duas vezes (ida e volta).

Qual é a profundidade do oceano nesse local?

- a) 1.500 m
- b) 3.000 m
- c) 6.000 m
- d) 750 m

18) Uma corda vibra em uma onda estacionária, conforme a imagem.



Considere os seguintes dados:

- Comprimento da corda: $L = 1,0\text{m}$.
- Número de ventres (antinós): $n = 4$.
- Velocidade da onda na corda: $v = 440\text{m/s}$.

Qual é o período de oscilação da onda?

- a) Aprox. 0,0045 s
- b) Aprox. 0,0023 s
- c) Aprox. 0,0011 s
- d) 880 s

19) Um violino e um piano tocam a mesma nota musical e com a mesma intensidade.

Mesmo assim, uma pessoa consegue distinguir o som dos dois instrumentos.

A qualidade fisiológica do som que permite fazer essa distinção é:

- a) a altura (frequência).
- b) a intensidade (amplitude).
- c) o timbre (forma da onda / combinação de harmônicos).
- d) o comprimento de onda.

20) Analise as quatro situações abaixo:

- **I.** A frequência do som de uma ambulância parece mais alta (aguda) quando ela se aproxima e mais baixa (grave) quando se afasta.
- **II.** Um cantor, ao emitir uma nota com frequência específica, faz uma taça de cristal vibrar intensamente, podendo quebrá-la.
- **III.** O som contorna obstáculos, como portas e paredes, permitindo ouvir uma pessoa em outro cômodo.
- **IV.** Em certos pontos de um local, o som pode ser quase nulo devido ao encontro de ondas sonoras em oposição de fase.

Os fenômenos ondulatórios que explicam as situações I, II, III e IV são, respectivamente:

- a) Efeito Doppler, Interferência, Ressonância, Difração.
- b) Difração, Ressonância, Efeito Doppler, Interferência.
- c) Efeito Doppler, Ressonância, Difração, Interferência.
- d) Interferência, Difração, Ressonância, Efeito Doppler.

21) Quando duas ondas (por exemplo, sonoras ou na água) se encontram em um mesmo ponto do espaço, suas amplitudes se somam.

Assinale a alternativa que descreve corretamente o que acontece em uma **interferência construtiva** e em uma **interferência destrutiva**.

- a) **Construtiva:** Ocorre quando um vale encontra um vale, resultando em amplitude zero. / **Destrutiva:** Ocorre quando uma crista encontra uma crista, dobrando a amplitude.
- b) **Construtiva:** Ocorre quando uma crista encontra uma crista (ou vale encontra vale). / **Destrutiva:** Ocorre quando uma crista encontra um vale.
- c) **Construtiva:** Ocorre quando uma crista encontra um vale. / **Destrutiva:** Ocorre quando uma crista encontra uma crista (ou vale encontra vale).
- d) **Construtiva:** Ocorre apenas com ondas de luz. / **Destrutiva:** Ocorre apenas com ondas de som.

- 22) Um projétil é lançado obliquamente com uma velocidade inicial $v_0 = 100\text{m/s}$, formando um ângulo com a horizontal. Para analisar esse movimento, é necessário decompor a velocidade nas direções vertical (v_y) e horizontal (v_x).

Calcule o valor da **componente vertical da velocidade** v_y , utilizando os dados abaixo:

Dados: $\sin\theta = 0,60$ e $\cos\theta = 0,80$

Fórmula: $v_{0y} = v_0 \sin\theta$

- a) 40 m/s
- b) 60 m/s
- c) 80 m/s
- d) 100 m/s

- 23) No estudo do movimento parabólico, desconsiderando a resistência do ar, o tempo que um objeto leva para atingir a altura máxima é chamado de tempo de subida. O tempo total que o objeto permanece no ar (tempo de voo) é o dobro do tempo de subida.

Determine o **tempo total de voo** de um corpo cuja componente vertical da velocidade inicial é $v_{0y} = 30\text{m/s}$.

Considere: $g = 10\text{m/s}^2$

Fórmula: $t_v = \frac{2v_{0y}}{g}$

- a) 3 segundos
- b) 6 segundos
- c) 10 segundos
- d) 30 segundos

- 24) O alcance horizontal A de um lançamento oblíquo depende da velocidade na horizontal v_x e do tempo total que o objeto permanece no ar t_v . Neste movimento, a velocidade horizontal permanece constante durante todo o trajeto.

Calcule o **alcance máximo A** de um projétil que possui velocidade horizontal $v_x = 25\text{m/s}$ e tempo de voo $t_v = 4\text{s}$.

- a) 50 metros
- b) 75 metros
- c) 100 metros
- d) 125 metros

- 25) O calor sensível é a quantidade de energia térmica transferida que provoca apenas a variação de temperatura em um corpo, sem alterar seu estado físico. Uma amostra de ferro de massa $m = 500\text{g}$ recebe calor e sua temperatura aumenta em 20°C .

Calcule a **quantidade de calor (Q)** recebida pela amostra.

Dado: Calor específico do ferro $c = 0,11\text{cal/g}^\circ\text{C}$

Fórmula: $Q = mc\Delta T$

- a) 550 calorias
- b) 1.100 calorias
- c) 5.500 calorias
- d) 11.000 calorias

- 26) Diferente do calor sensível, o calor latente é a energia necessária para que uma substância mude de estado físico (ex: sólido para líquido) mantendo a temperatura constante. Considere um bloco de gelo de massa **m = 200 g** que está exatamente a 0 °C.

Determine a **quantidade de energia Q** necessária para fundir (derreter) todo esse gelo.

Dado: Calor latente de fusão do gelo $L = 80 \text{ cal/g}$.

Fórmula: $Q = mc\Delta T$

- a) 1.600 calorias
- b) 8.000 calorias
- c) 16.000 calorias
- d) 20.000 calorias