

# ENSINO DE FÍSICA PARA ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO DO AUTISMO: O desenvolvimento de uma sequência de ensino fundamentada no Desenho Universal para a Aprendizagem

Physics Instruction for Students with Autism Spectrum Disorder: Development of a Teaching Sequence Based in Universal Design for Learning

**Alice Rodrigues da Silva**

ars17@discente.ifpe.edu.br

**Thiago Vinicius Sousa Souto**

thiago.souto@pesqueira.ifpe.edu.br

---

## RESUMO

O trabalho apresenta uma sequência de ensino e aprendizagem de Física desenvolvida com base no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que busca oferecer um ensino acessível a todos os estudantes, incluindo as pessoas com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA). O estudo adotou uma abordagem predominantemente qualitativa que teve como objetivo planejar, aplicar e avaliar uma sequência de ensino sobre os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica, seguindo os princípios do DUA. Os participantes da pesquisa foram estudantes de uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola privada do agreste de Pernambuco, que contava com um aluno com TEA. Para a coleta de dados, foram utilizados registros escritos dos alunos, diário de bordo e gravações em áudio das aulas. Os resultados evidenciaram a importância de atividades práticas e contextualizadas, o impacto de um ambiente acolhedor no aprendizado de alunos com TEA e a necessidade de diversificar as formas de avaliação para que todos os estudantes possam expressar seus conhecimentos de maneira adequada. Assim, o estudo demonstrou que o Desenho Universal para a Aprendizagem, embora ainda relativamente novo e necessitando de maior aprofundamento teórico, tem grande potencial para promover um ensino mais inclusivo.

Palavras-chave: Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Ensino de Física. Transtorno do Espectro do Autismo (TEA).

## ABSTRACT

The study presents a teaching sequence in Physics aimed at students with Autism Spectrum Disorder (ASD), developed based on the Universal Design for Learning (UDL) framework, which seeks to provide accessible education to all students, including those with Special Educational Needs (SEN). The research adopted a predominantly qualitative and exploratory approach, aiming to plan, apply, and evaluate a teaching sequence on the concepts of heat, temperature, and thermal

sensation, according to UDL principles. The participants were students from a second-year high school class at a private school in the Agreste region of Pernambuco, which included a student with ASD. Data collection involved written records from students, a teaching journal, and audio recordings of the lessons. The results highlighted the importance of practical and contextualized activities, the positive impact of a welcoming environment on the learning of students with ASD, and the need to diversify assessment methods so that all students can express their knowledge appropriately. Thus, the study demonstrated that the Universal Design for Learning, although still relatively new and requiring further theoretical exploration, has great potential to promote more inclusive education.

Keywords: Universal Design for Learning (UDL). Physics Education. Autism Spectrum Disorder (ASD).

---

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2023, o número de matrículas de alunos considerados público-alvo da Educação Especial - pessoas com deficiência, Transtornos Globais de Desenvolvimento (TGD) e/ou altas habilidades ou superdotação - chegou a 1,8 milhão, representando um crescimento de 55% em comparação a 2013. No caso específico dos alunos diagnosticados com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), também houve um aumento expressivo, com mais de 200 mil novas matrículas registradas somente no último ano. Em 2022, havia 429.521 alunos matriculados, e em 2023 esse número subiu cerca de 32,5%. (INEP, 2023).

Nesse contexto, apesar do avanço em relação ao número de matrículas, fatores como a falta de estratégias acessíveis fazem com que esses alunos não estejam sendo incluídos de fato no processo escolar. Diante disso, observa-se um aumento nas discussões acerca da relevância da integração dos estudantes com necessidades educacionais especiais, respaldados por um conjunto de leis que asseguram a acessibilidade e a participação dos alunos nas classes regulares comuns (Nascimento; Monteiro; Braun, 2016). E uma dessas necessidades cada vez mais presentes nas salas de aula são a de estudantes com o Transtorno do Espectro do Autismo (INEP, 2023).

O Transtorno do Espectro do Autismo é caracterizado por um comprometimento no desenvolvimento da comunicação e interação social, fazendo com que o indivíduo necessite de apoio profissional. O termo espectro é utilizado pois o transtorno pode ser manifestado de variadas formas dependendo da gravidade da condição autista (APA, 2014).

A pergunta de pesquisa deste trabalho é: como um(a) professor(a) de Física poderia ensinar conceitos de Termodinâmica, em uma classe de uma escola regular, que tivesse um(a) estudante com TEA?

Os objetivos desta pesquisa são desenvolver e aplicar uma sequência de ensino e aprendizagem de conceitos de Termodinâmica para estudantes do Ensino Médio, que favoreça a aprendizagem inclusive de pessoas com TEA, tendo como referencial o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).

Nesse cenário, é justificável a sugestão de uma abordagem educacional inovadora no ambiente escolar para promover o progresso dos estudantes com TEA. Assim, cabe ao professor buscar alternativas, ferramentas e metodologias que se proponham a tornar a aprendizagem da Física acessível para esses estudantes. Dentre as diversas possibilidades, uma delas é o DUA. Desenvolvido por David Rose, Anne Meyer e outros colaboradores do Centro de Tecnologia Especial Aplicada (CAST) nos Estados Unidos, o DUA trata-se de uma abordagem elaborada a partir de diversos estudos de diferentes áreas do conhecimento com orientações e princípios baseadas em estudos sobre como o cérebro aprende (Nunes; Madureira, 2015).

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. O direito à educação da pessoa com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA)**

Segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5), um documento criado pela Associação Americana de Psiquiatria (APA), o Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é caracterizado, primordialmente, por i) déficits na comunicação social e na interação social e ii) padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades. O termo espectro é utilizado pois o transtorno pode ser manifestado de variadas formas dependendo do comprometimento das condições da pessoa com TEA (APA, 2014).

O TEA é dividido em três níveis: o nível 1, exige apoio moderado e é caracterizado por i) interesse reduzido por interações sociais e dificuldades para iniciá-las e ii) problemas para organização, planejamento e resistência à troca de atividade. O nível 2, que exige apoio substancial, apresenta i) déficits graves nas habilidades de comunicação social verbal e não verbal e limitação em dar início a interações sociais, e ii) dificuldade para mudar o foco e lidar com mudanças. Por fim, o nível 3, que exige apoio muito substancial, é caracterizado por i) déficits graves nas habilidades de comunicação social verbal e não verbal que causam grande limitação em dar início a interações sociais e ii) extrema dificuldade para mudar o foco e lidar com mudanças (APA, 2014).

No que se refere à educação de pessoas com TEA, de acordo com Neves et al. (2014), até o ano de 1992 não existia estudos em teses e dissertações sobre inclusão educacional da pessoa com autismo. Esse tema começou a ganhar relevância somente com a associação de movimentos sociais de direitos humanos da pessoa com deficiência, como a Declaração de Salamanca de 1994 e a promulgação da Lei nº 9.394 (Brasil, 1996) que estabeleceu as diretrizes e bases da educação nacional e dedicou o capítulo V à educação especial, destacando no art. 58 que a educação para pessoas com deficiência seja oferecida preferencialmente na rede regular de ensino.

Entretanto, apesar das discussões sobre autismo e educação terem início ainda na década de 90, a garantia efetiva dos direitos da pessoa com deficiência e o Transtorno do Espectro do Autismo, por meio da legislação e criação de políticas públicas, foi estabelecida somente a partir dos anos 2000 (Matiskei, 2004). Dentre elas, podemos citar a Lei nº 12.764 (Brasil, 2012), que instituiu a política nacional de proteção dos direitos da pessoa com TEA e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa

com Deficiência, nº 13.146 (Brasil, 2015), que assegura e promove o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais para pessoa com deficiência.

Ainda assim, apesar desses avanços no marco legal, fatores como a falta de produção de materiais e estratégias acessíveis fazem com que esses alunos não estejam sendo incluídos de fato no processo escolar. Essa inacessibilidade aos currículos surge devido à falta de estratégias e recursos que possibilitem a inserção desses alunos nos contextos de ensino e aprendizagem superando, assim, as barreiras de aprendizagem.

Pletsch, Souza e Orleans (2017) defendem que uma alternativa para desviar desses obstáculos é considerar práticas e currículos mais flexíveis tomando como referência o conceito de diferenciação curricular e o Desenho Universal para a Aprendizagem. Para os autores, a relação entre esses dois conceitos favorece o ensino tornando-o acessível tanto aos alunos com deficiência intelectual como aqueles que não possuem deficiência, pois oferece múltiplas possibilidades para que o ensino e a aprendizagem se desenvolvam levando em consideração as especificidades de cada aluno.

Para possibilitar a oferta de um ensino que incorpore essas estratégias, é necessário reformular as políticas públicas educacionais, garantindo não só o acesso, mas também a permanência dos alunos com autismo em escolas regulares, conforme estabelecido pela Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Nesse sentido, a formação de professores é essencial, pois a permanência desses estudantes pode ser viabilizada pela presença de um acompanhante especializado, que desempenharia um papel crucial na mediação do processo de inclusão (Serra, 2008).

Nesse contexto, a necessidade de uma adequada formação desses profissionais também é salientada por Gomes e Mendes (2010). Uma pesquisa realizada pelas autoras revelou que 80% dos professores de apoio nas escolas municipais de Belo Horizonte eram apenas estudantes do ensino médio, sem formação específica em Educação Especial. A carência de formação adequada e a falta de supervisão podem levar esses profissionais a perderem suas funções educacionais, limitando-se a atuar apenas como cuidadores.

Outro aspecto que representa um obstáculo à inclusão escolar é a falta de apoio que os professores frequentemente enfrentam ao lidar com esses alunos, sem contar com o suporte da gestão escolar ou de profissionais especializados. Cruz (2009) e Fonseca (2009) destacam que os docentes são frequentemente responsáveis, de forma isolada, por estabelecer as condições necessárias para atender e educar alunos com deficiência. Como resultado, ter um aluno com autismo é encarado como um "desafio", o que impulsiona os educadores a procurar, por iniciativa própria, uma formação profissional continuada.

Portanto, a inadequação na formação dos professores constitui um obstáculo relevante para a realização da inclusão escolar (Glat; Pletsch, 2011). Para que as instituições de ensino possam atender de maneira eficaz às necessidades educacionais dos alunos, é essencial que os educadores recebam formação inicial e continuada que inclua reflexão, ação e crítica. Além disso, fomentar uma cultura de colaboração entre professores, gestão escolar e profissionais de apoio pode ser um passo inicial para assegurar a permanência desses estudantes, conforme garantido por lei.

No que se refere especificamente ao Ensino de Física para estudantes com TEA, Vilela e Araújo (2024) destacam, em um mapeamento de trabalhos disponíveis nas bases de dados brasileiras, que, embora existam produções sobre o tema, elas ainda são limitadas em número e profundidade. Em uma busca realizada no período de 2013 a 2023, os autores encontraram apenas 7 dissertações de mestrados abordando a temática. Os resultados sugerem a necessidade de mais pesquisas que explorem metodologias inclusivas e adaptem o currículo de Física, além de reforçar a importância de capacitar professores para atender de forma mais eficaz às demandas educacionais dos alunos com TEA.

## **2.2. Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)**

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) é um conceito desenvolvido por David Rose, Anne Meyer e outros colaboradores do Center for Applied Special Technology (CAST) nos Estados Unidos na década de 90. Essa abordagem trata-se de uma adaptação do conceito de Desenho Universal, utilizado na arquitetura, que tem como objetivo projetar espaços físicos que sejam acessíveis a todos. Dessa forma, a abordagem do DUA visa superar as barreiras de aprendizado e criar ambientes de aprendizagem que sejam inclusivos e eficazes para uma ampla variedade de estudantes, incluindo aqueles com necessidades educacionais especiais (Nunes; Madureira; 2015).

Um exemplo que ilustra claramente esse conceito é a ideia de uma rampa. Ela pode ser usada não apenas por pessoas com deficiências físicas ou dificuldades de mobilidade, mas também por indivíduos sem deficiências, como idosos ou pessoas com sobrepeso. Essa abordagem de acessibilidade para todos inspirou a integração desse conceito nos processos de ensino e aprendizagem. Com isso, o ensino passa a ser planejado para atender às diversas necessidades dos alunos, reconhecendo que, além das barreiras físicas, existem também barreiras pedagógicas (Zerbato; Mendes, 2018).

Para Zerbato e Mendes (2018), a proposta de ensino fundamentada no DUA tem como objetivo planejar a instrução e garantir o acesso ao conhecimento para todos os alunos. Ela leva em conta as características individuais no processo de aprendizagem, reconhecendo que cada pessoa é única e possui ritmos e estilos de aprendizado distintos. Essa abordagem oferece uma base para que professores e outros profissionais desenvolvam práticas e estratégias focadas na acessibilidade, buscando criar caminhos educacionais que eliminem barreiras para o aprendizado.

Segundo Alves, Ribeiro e Simões (2013), a educação inclusiva promove uma mudança de paradigma em relação à prática pedagógica. Ao invés de oferecer adaptações individualizadas para cada aluno, o foco passa a ser a diversificação das estratégias de ensino para toda a turma. Essa abordagem valoriza as diferenças individuais e reconhece que recursos como materiais concretos para alunos com deficiência visual, por exemplo, podem ser adaptados e utilizados por todos os estudantes, enriquecendo o processo de aprendizagem.

É fundamental destacar que o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) não constitui uma nova teoria pedagógica, mas sim uma síntese de diversas práticas pedagógicas que já são empregadas por professores em sala de aula (Quaglia, 2015). Com base em estudos nas áreas de educação, psicologia e neurociências, o

DUA reconhece que cada indivíduo aprende de maneira diferente, tornando a aprendizagem um processo complexo, envolvendo três redes cerebrais: as redes afetivas, as redes de reconhecimento e as redes estratégicas. A primeira rede está relacionada à motivação, a segunda ao conteúdo que se aprende, e a terceira ao modo como aprendemos e às ações que adotamos a partir disso (Nunes; Madureira; 2015).

Assim, partindo do entendimento de que essas três redes estão correlacionadas e influenciam na aprendizagem, não é possível dissociá-las. Para isso, o professor que deseja utilizar a abordagem do DUA em suas aulas para torná-las mais inclusivas precisa levar essas três redes em consideração ao fazer o planejamento de suas aulas. Além disso, essas redes não funcionam da mesma forma em todas as pessoas uma vez que cada indivíduo possui suas próprias especificidades. Desse modo, esse planejamento deve adotar estratégias mais flexíveis para que o ensino se torne acessível.

Com base nisso, o CAST desenvolveu três princípios que são subdivididos em 9 diretrizes que possuem alguns pontos de verificação que podem ajudar os docentes a tornarem suas aulas mais inclusivas (Quadro 1). O primeiro princípio, proporcionar múltiplos meios de representação, está relacionado ao fato de se abordar um mesmo conteúdo de diferentes maneiras para que todos os estudantes possam ter acesso e compreender. O segundo princípio, proporcionar múltiplos meios de ação e expressão, propõe que o professor ofereça diferentes estratégias avaliativas para os alunos expressarem o que aprenderam. Por fim, o terceiro princípio, proporcionar múltiplos meios de envolvimento, diz respeito a motivar os alunos para aprendizagem utilizando diferentes opções para tal (CAST, 2024).

Quadro 1 - Princípios, diretrizes e pontos de verificação do DUA

<b>Princípios Orientadores do Desenho Universal da Aprendizagem</b>		
<b>Proporcionar múltiplos meios de apresentação</b>	<b>Proporcionar múltiplos meios de ação e expressão</b>	<b>Proporcionar múltiplos meios de envolvimento</b>
<p><b>1. Proporcionar opções para a percepção</b></p> <p>1.1 Oferecer meios de personalização na apresentação da informação. 1.2 Oferecer alternativas à informação auditiva. 1.3 Oferecer alternativas à informação visual.</p>	<p><b>4. Proporcionar opções para a atividade física</b></p> <p>4.1 Diversificar os métodos de resposta e o percurso. 4.2 Otimizar o acesso a instrumentos e tecnologias de apoio.</p>	<p><b>7. Proporcionar opções para promover o interesse por parte dos estudantes</b></p> <p>7.1 Otimizar a escolha individual e a autonomia. 7.2 Otimizar a relevância, o valor e a utilidade das atividades. 7.3 Minimizar a sensação de insegurança e as distrações.</p>
<p><b>2. Oferecer opções para o uso da linguagem, expressões matemáticas e símbolos</b></p> <p>2.1 Esclarecer a terminologia e símbolos. 2.2 Esclarecer a sintaxe e a</p>	<p><b>5. Oferecer opções para a expressão e a comunicação</b></p> <p>5.1 Usar múltiplos para a comunicação. 5.2 Usar instrumentos múltiplos para a construção de composição.</p>	<p><b>8. Proporcionar opções para manter o esforço e a persistência</b></p> <p>8.1 Elevar a relevância das metas e objetivos. 8.2 Variar as exigências e os recursos para otimizar os</p>

estrutura. 2.3 Facilitar a decodificação do texto, notações matemáticas e símbolos. 2.4 Promover a compreensão em diversas línguas. 2.5 Complementar uma informação com outras formas de apresentação	5.3 Construir fluências com níveis graduais de apoio à prática e ao desempenho.	desafios. 8.3 Promover a colaboração e a cooperação 8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido.
<b>3. Oferecer opções para a compreensão</b>  3.1 Ativar ou substituir os conhecimentos anteriores. 3.2 Evidenciar pontos essenciais, ideias principais e conexões. 3.3 Orientar o processamento da informação, a visualização e a manipulação. 3.4 Maximizar o transferir e o generalizar.	<b>6. Oferecer opções para as funções executivas</b>  6.1 Orientar o estabelecimento de metas adequadas. 6.2 Apoiar o planejamento e o desenvolvimento da estratégia. 6.3 Facilitar o gerenciamento de informações e recursos. 6.4 Aumentar a capacidade de acompanhar os progressos.	<b>9. Oferecer opções para a autorregulação</b>  9.1 Promover expectativas e antecipações que otimizem a motivação 9.2 Facilitar a capacidade individual de superar dificuldades. 9.3 Desenvolver a autoavaliação e a reflexão.

Fonte: CAST (2024).

Dessa maneira, ao planejar aulas mais inclusivas, seguindo os princípios do DUA, o professor deve definir objetivos, estratégias de ensino, recursos, materiais e estratégias avaliativas que sejam abrangentes e flexíveis. Para que isso ocorra, no entanto, é importante que o professor conheça bem seus alunos e o contexto de ensino.

Com relação aos resultados obtidos a partir da implementação do DUA em sala de aula, Nunes e Madureira (2015), a partir de revisão da literatura, apontam que a utilização dessa abordagem promove a inclusão de alunos com necessidades educativas especiais, mas também promove oportunidades de aprendizagem a todos os estudantes. Em se tratando de alunos com Transtorno do Espectro do Autismo, permite reduzir as barreiras de aprendizagem fazendo com que estes alunos consigam alcançar os objetivos definidos.

Tiziotto e Oliveira Neto (2010) relataram que, ao aplicar o DUA em cursos superiores de ensino a distância, observaram um potencial significativo para reduzir a evasão dos alunos e aumentar a motivação e a participação nas aulas. Isso ocorre porque o DUA leva em conta as preferências e capacidades individuais dos estudantes ao planejar as aulas.

Por outro lado, Souza e Pereira (2015) utilizaram os princípios do DUA na Educação de Jovens e Adultos (EJA) com Necessidades Educativas Especiais (NEE) e encontraram que isso gerou um maior interesse entre os estudantes. Eles notaram que o currículo foi capaz de atender à diversidade da turma sem a necessidade de adaptações individuais para os alunos com NEE.

Apesar de ter surgido na década de 1990, no Brasil o tema ainda é recente e passou a ser estudado a partir de 2010, portanto possui poucas produções publicadas no país (Prais; Rosa, 2016). Nesse sentido, com relação às pesquisas

sobre a aplicação do DUA em aulas de ciências, foram identificados, em uma busca realizada no Google Acadêmico, estudos abrangendo as áreas de química, biologia e matemática. No entanto, não encontramos nenhuma publicação específica sobre o uso do DUA no Ensino de Física, tanto no Google Acadêmico quanto no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Sendo assim, a realização deste trabalho se justifica pela escassez de estudos científicos publicados nessa área, especialmente no que diz respeito ao Ensino de Física.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Caracterização do estudo**

O objetivo da nossa pesquisa consiste em criar uma sequência de ensino de conceitos de Termodinâmica destinada a estudantes com Transtorno do Espectro do Autismo do Ensino Médio, fundamentada nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem. Neste contexto, a metodologia adotada neste trabalho se caracteriza, quando à natureza, como majoritariamente qualitativa. Conforme Gil (2010), a pesquisa qualitativa pode ser descrita como um conjunto inicial de categorias que costuma ser reavaliado e ajustado continuamente, com o objetivo de alcançar conceitos mais amplos e significativos.

Com relação aos objetivos, a pesquisa é definida como pesquisa-ação. A pesquisa-ação, segundo Barbier, é um método que se caracteriza por uma abordagem colaborativa e reflexiva, onde os participantes se envolvem ativamente no processo de pesquisa. Esse modelo é voltado para a transformação social e a melhoria das práticas educativas. A pesquisa-ação se distingue por permitir que os educadores investiguem e modifiquem suas próprias práticas, ao mesmo tempo em que promovem a participação e o engajamento da comunidade escolar. Dessa forma, a pesquisa-ação não é apenas uma técnica de coleta de dados, mas um meio de aprendizagem coletiva que visa a mudança e a reflexão crítica sobre as realidades educativas (Bezerra, Tanajura, 2015).

A escolha da pesquisa-ação como metodologia se justifica pela necessidade de um trabalho que não apenas busque compreender a realidade educacional, mas que também a transforme. Esse enfoque é especialmente valioso no contexto do ensino para alunos com TEA, onde a inclusão e a implementação de práticas pedagógicas são fundamentais. A pesquisa-ação permite a interação entre professores e alunos, favorecendo um ambiente colaborativo onde todos podem contribuir para o processo educativo.

#### **3.2. Local da pesquisa**

A pesquisa foi desenvolvida ao longo do primeiro e segundo semestre de 2024 em uma escola privada situada no agreste do estado de Pernambuco, que oferece educação nos níveis de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. A escolha dessa escola como campo de estudo foi motivada pelo fato de a pesquisadora atuar como professora na mesma, o que facilitou o acesso e a compreensão do contexto educacional da instituição.



### **3.3. Participantes da pesquisa**

Participaram da pesquisa 28 alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, com faixa etária entre 15 e 16 anos. Além disso, a turma inclui um estudante com diagnóstico de Transtorno do Espectro do Autismo, que requer nível 2 de suporte. Sendo assim, este estudante, de 16 anos, recebe acompanhamento de um professor auxiliar, formado em Pedagogia, durante as aulas. Apesar de estar no nível 2, ele é verbal e não enfrenta grandes dificuldades de comunicação.

### **3.4. Procedimentos metodológicos**

Nosso processo metodológico baseou-se no pressuposto teórico-metodológico do DUA. Sendo assim, foi realizado da seguinte maneira: para a elaboração da sequência de ensino, conduzimos uma revisão da literatura abordando temas relacionados ao processo de escolarização de alunos com TEA, bem como sobre a natureza do transtorno. Posteriormente, realizamos uma revisão da literatura sobre o DUA, explorando como essa abordagem pode ser aplicada para planejar aulas inclusivas que atendam aos alunos com TEA no processo de ensino e aprendizagem.

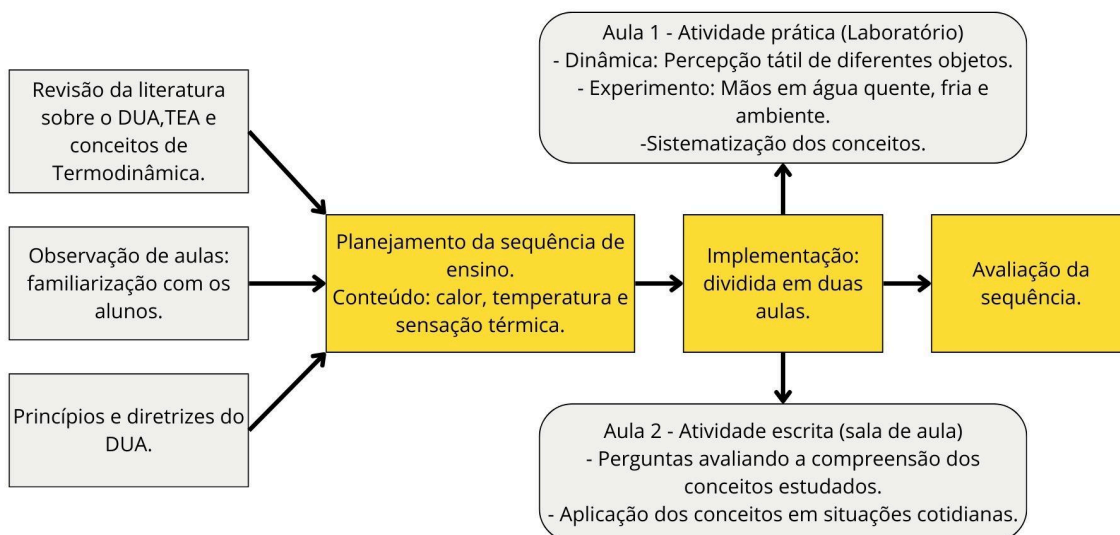
Ao mesmo tempo, deu-se início à etapa que envolveu a observação das aulas em uma turma do segundo ano do Ensino Médio, a qual constituiu o foco da pesquisa. Essa etapa foi realizada durante o primeiro semestre de 2024. O objetivo foi de familiarizar-se com a turma e o estudante diagnosticado com o Transtorno do Espectro do Autismo.

Após o contato com a turma, o planejamento da sequência de ensino foi iniciado, a qual foi desenvolvida para ser aplicada em duas etapas, ao longo de duas aulas. A sequência foi elaborada com base nos princípios e diretrizes do Desenho Universal para a Aprendizagem e abordou os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica. Posteriormente, foi aplicada na turma, seguida por uma análise da

### **3.5. A sequência de ensino e aprendizagem**

Com base no referencial teórico do Desenho Universal para a Aprendizagem, foi elaborada uma sequência de ensino desenvolvida em duas etapas, distribuídas em duas aulas de 50 minutos cada. A sequência incluiu atividades diversificadas, como experimentos, dinâmicas e avaliações, visando promover uma aprendizagem significativa de conceitos de Termodinâmica, como a distinção entre calor, temperatura e sensação térmica. A Figura 1 mostra um panorama geral da elaboração da sequência de ensino.

Figura 1 - Etapas da construção da sequência de ensino e aprendizagem.



Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

O Quadro 2, a seguir, traz um resumo das atividades propostas na sequência de ensino e aprendizagem desenvolvida:

Quadro 2 - Resumo da sequência de ensino.

Etapa	Atividades	Objetivos	Resultados esperados
1	Atividade experimental: mergulhar as mãos em água quente e fria, depois em água morna, e discutir as sensações térmicas.	Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes e compreensão das diferenças entre os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica.	Identificar as concepções prévias dos alunos sobre temperatura, calor e sensação térmica, e proporcionar a construção desses conceitos.
2	Atividade escrita	Propor uma narrativa e instigar os estudantes a elaborarem explicações com base nos conhecimentos sobre os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica.	Identificar os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica por meio de uma narrativa envolvendo um cachorro.

Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

A sequência didática foi desenvolvida em duas etapas. A primeira aula, realizada no laboratório de ciências da escola, teve como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica. Para essa finalidade, foi proposta uma atividade prática que envolveu a percepção tátil de diferentes objetos, com o intuito de observar as sensações térmicas geradas

por cada um. Após essa exploração inicial, foi promovida uma discussão coletiva para que os alunos compartilhassem suas impressões sobre as variações de sensação térmica e suas possíveis causas.

Na sequência, foram preparados três recipientes com água em diferentes temperaturas: uma quente, uma fria e outra em temperatura ambiente. A atividade consistiu em os alunos colocarem uma mão em água quente e a outra em água fria, por um período aproximado de 30 segundos, e, em seguida, ambas as mãos no recipiente com água em temperatura ambiente. Esse procedimento foi repetido com outros estudantes interessados em participar. Posteriormente, foi realizada uma nova discussão, em que os alunos refletiram sobre a experiência e os conceitos envolvidos. Com base nas interações observadas, foi feita a sistematização dos conceitos de temperatura, calor e sensação térmica, relacionando-os à prática experimental. A construção do conhecimento foi conduzida de forma dialógica entre professor e estudantes.

A segunda aula consistiu em uma atividade escrita (Figura 2), na qual os alunos receberam um texto descritivo sobre as aventuras de um cachorro, chamado Pitoco, em um dia quente. Após a leitura do texto, os alunos responderam a quatro perguntas, que buscavam avaliar a compreensão dos conceitos de calor, temperatura e sensação térmica apresentados na aula anterior, além de sua capacidade de aplicar esses conceitos a situações cotidianas. As respostas da atividade serão discutidas detalhadamente na seção de resultados deste trabalho.

Figura 2 - Atividade proposta aos alunos

**A Aventura de Pitoco no Dia Quente**

Pitoco era um cachorro muito animado. Um dia, resolveu brincar no parque com sua bola favorita. O sol estava forte e Pitoco começou a correr e pular muito. De repente, ele sentiu muito calor! Sua língua começou a sair da boca e ele procurou um lugar com sombra para se deitar.

Encontrou um lago e decidiu entrar na água. A água estava bem gelada e Pitoco sentiu um grande alívio. Depois de um tempo brincando na água, ele saiu e se deitou na grama úmida. A brisa fresca o fez se sentir muito melhor.

Depois de um dia divertido no parque, Pitoco voltou para casa cansado, mas feliz. Sua dona o recebeu com um abraço e uma tigela com água fresca. Pitoco bebeu toda a água e se deitou em sua caminha macia. Logo, ele adormeceu profundamente, sonhando com suas aventuras.



Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

### 3.6 Instrumentos de coleta de dados

Para a coleta de dados, optamos pelo uso de registros escritos elaborados pelos alunos da turma que foi objeto da pesquisa, registros feitos pelo pesquisador por meio de um diário de bordo e gravação por meio de áudio das aulas.

## 4. RESULTADOS E ANÁLISE

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir da análise e discussão dos dados. Propomos estruturar a discussão nas seguintes categorias: os pontos de verificação do DUA que foram atingidos na sequência e a análise da aplicação da sequência.

### 4.1 Pontos de verificação do DUA

O Quadro 3 a seguir apresenta os pontos de verificação do Desenho Universal para a Aprendizagem que foram considerados na elaboração da sequência de ensino. As ações educativas correspondentes foram implementadas ao longo das aulas para atender às necessidades dos alunos, especialmente do estudante com

Transtorno do Espectro do Autismo. É relevante mencionar que, embora existam 31 pontos de verificação no total, nem todos foram abordados, mas aqueles selecionados foram aplicados integralmente. A escolha desses pontos foi feita com base nas características e no contexto dos estudantes da turma onde a sequência foi implementada.

Quadro 3 - Pontos de Verificação do DUA e Ações Educativas.

Princípio	Diretriz	Ponto de verificação	Ação educativa
<b>Princípio I: Proporcionar múltiplos meios de apresentação</b>	<b>Diretriz 1: Proporcionar opções para a percepção</b>	1.2 Oferecer alternativas para informações auditivas	Na primeira aula, foram utilizadas diferentes formas de apresentação, incluindo textos, imagens, gráficos e materiais táteis, de acordo com Heredero (2020), que enfatiza a importância de diversificar a apresentação para atender a diferentes estilos de aprendizagem. Isso facilitou a compreensão dos conceitos de calor, temperatura e sensação térmica pelos alunos.
	<b>Diretriz 3: Oferecer opções para a compreensão</b>	3.1 Ativar ou substituir os conhecimentos anteriores	A dinâmica inicial com objetos do laboratório foi projetada para conectar os novos conceitos aos conhecimentos prévios dos alunos, seguindo a orientação de Heredero (2020) de que a aprendizagem é mais eficaz quando se baseia em experiências anteriores.
<b>Princípio II: Proporcionar múltiplos meios de ação e expressão</b>	<b>Diretriz 5: Oferecer opções para a expressão e a comunicação</b>	5.1 Usar múltiplos meios para a comunicação	A primeira aula incentivou a expressão oral através de perguntas e discussões, permitindo que os alunos compartilhassem suas ideias. Na segunda aula, a expressão escrita foi utilizada para reforçar a aprendizagem, como sugerido por Heredero (2020), que afirma que múltiplos meios de comunicação ajudam a reduzir barreiras de aprendizagem.
	<b>Diretriz 6: Oferecer opções para as funções executivas</b>	6.4 Aumentar a capacidade de acompanhar os progressos	Durante as aulas, foram fornecidos feedbacks constantes, conforme indicado por Heredero (2020), que enfatiza a importância do retorno para que os alunos compreendam seu progresso e ajustem suas estratégias de aprendizagem. Isso incentivou os alunos a refletirem sobre seu desempenho e a fazerem mudanças necessárias.
<b>Princípio III: Proporcionar múltiplos meios de envolvimento</b>	<b>Diretriz 7: Proporcionar opções para promover o interesse</b>	7.2 Otimizar a relevância, o valor e a utilidade das atividades	A atividade experimental no laboratório e a história do cachorro foram escolhidas para despertar o interesse dos alunos, alinhando-se aos seus interesses pessoais. Heredero (2020) ressalta que a relevância das atividades aumenta o

			engajamento dos estudantes.
		7.3 Minimizar a sensação de insegurança e as distrações	Um ambiente de aprendizagem seguro foi promovido durante todas as aulas, seguindo a sugestão de Heredero (2020) de que minimizar inseguranças e distrações é essencial para a aprendizagem eficaz. Os alunos foram encorajados a interagir, esclarecer dúvidas e participar ativamente.
	<b>Diretriz 8: Proporcionar opções para manter o esforço e a persistência</b>	8.3 Promover a colaboração e a cooperação	As atividades em grupo foram organizadas para estimular a colaboração, permitindo que os alunos compartilhassem ideias e ajudassem uns aos outros, como sugerido por Heredero (2020), que enfatiza a importância da interação entre pares em ambientes de aprendizagem colaborativa.
		8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido	Ao longo das aulas, foi aplicada a prática do reforço positivo, conforme destacado por Heredero (2020), que sugere que o feedback construtivo e relevante ajuda a manter a motivação dos alunos e a promover hábitos de aprendizagem duradouros. Isso foi feito por meio de elogios e reconhecimento do esforço dos alunos.

Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

## 4.2 A aplicação da Sequência de Ensino

### 4.2.1 A primeira aula

Iniciamos a aula com uma dinâmica em que os alunos foram convidados a tocar em diversos objetos do laboratório para sentir suas temperaturas. O Quadro 4 apresenta as interações ocorridas nesse momento. Para garantir o anonimato dos participantes, os estudantes serão identificados por nomes de cientistas que fizeram contribuições à ciência. O aluno com TEA será representado pelo nome de Albert Einstein.

Quadro 4 - Fragmento do diálogo ocorrido durante o momento em que os alunos tocaram em objetos do laboratório

Participante	Diálogos e ações observadas
Pesquisadora	<i>Em quais objetos vocês tocaram e o que sentiram?</i>
Michael Faraday	<i>Eu toquei no coração (se referindo ao coração de um modelo anatômico do torso humano) e está gelado que nem uma pedra de gelo.</i>
Lise Meitner	<i>Eu toquei em Rosalind Franklin.</i>
Marie Curie	<i>Eu toquei no mármore.</i>

Pesquisadora	<i>E como o mármore estava?</i>
Marie Curie	<i>Gelado.</i>
Albert Einstein	<i>A estante estava gelada.</i>
Pesquisadora	<i>A estante estava gelada... tocou em mais algum objeto?</i>
Albert Einstein	<i>Toquei aqui (aponta para um modelo anatômico do torso humano) e estava neutro.</i>
Pesquisadora	<i>E vocês? (se referindo aos alunos do fundo).</i>
Estudantes	<i>Na parede.</i>
Pesquisadora	<i>E como estava a temperatura?</i>
Estudantes	<i>Alta.</i>
Pesquisadora	<i>Mas estava igual aos outros objetos?</i>
Estudantes	<i>Não.</i>
Pesquisadora	<i>Vocês citaram alguns objetos que pareciam estar em diferentes temperaturas. Vocês acham que a mão de vocês, o tato, é um bom medidor de temperatura?</i>
Albert Einstein	<i>Não.</i>
Marie Curie	<i>Mais ou menos, eu acho que depende porque as vezes você toca no pescoço ou na testa e fala "eu tô com febre", mas você não está, você pensa que está, mas não está.</i>
Albert Einstein	<i>Não, porque a gente sente a temperatura, mas não sente toda a intensidade, não dá pra saber toda a temperatura.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

O diálogo apresentado no Quadro 4 revela as primeiras percepções e explicações dos alunos sobre como sentiram a temperatura dos objetos ao tocá-los. Eles relataram diferentes sensações, como o coração, que estava gelado; o modelo anatômico, que parecia neutro; e a parede, que estava quente. Em seguida, foi questionado aos alunos se o tato seria um bom medidor de temperatura. A resposta de Marie Curie indicou uma conexão com um fato cotidiano: ela mencionou o hábito de tocar o pescoço ou a testa para verificar se alguém está com febre. Essa associação ocorreu porque a atividade foi relevante e significativa, como destaca o ponto de verificação 7.3 do DUA, que afirma que os estudantes se envolvem mais quando as atividades estão alinhadas aos seus interesses e objetivos (HEREDE).

Em seguida, iniciamos a atividade experimental, que consistia em os alunos mergulharem uma das mãos em um recipiente com água gelada e a outra em um com água quente. Depois, ambas as mãos foram colocadas em um recipiente com água em temperatura ambiente. Cinco estudantes se voluntariaram para participar: a primeira foi Marie Curie, seguida por Albert Einstein, Emmy Noether, Galileu Galilei e Lise Meitner. A cada um deles foi perguntado o que esperavam sentir ao colocar as duas mãos na água em temperatura ambiente, e todos responderam que acreditavam sentir as duas mãos na mesma temperatura da água.

Na sequência, perguntamos a cada participante quais foram suas percepções ao colocarem as duas mãos simultaneamente na água em temperatura ambiente, e todos relataram ter sentido ambas as mãos geladas. Como comentou a estudante Emmy Noether: "Eu senti trocando a temperatura na mão que estava morna, ficando gelada, as duas bem geladas." O objetivo do experimento era que os estudantes percebessem as trocas de calor entre as mãos e a água, e que, ao colocar a mão que estava na água quente na água em temperatura ambiente, essa fosse sentida mais fria, enquanto a mão que estava na água gelada fosse sentida mais quente.

No entanto, isso não ocorreu como previsto; os alunos apenas perceberam as duas mãos geladas. Apesar disso, eles identificaram uma mudança de temperatura e notaram que as mãos não ficaram na temperatura ambiente, como haviam imaginado. Embora a experiência não tenha ocorrido exatamente como planejado, essa questão foi discutida novamente ao final da aula, e foi explicado aos alunos o que era esperado que eles sentissem e os fatores que influenciaram suas sensações.

Após isso, com o intuito de introduzir o conceito de calor como a energia que se transfere de um corpo mais quente para um corpo mais frio devido à diferença de temperatura entre eles, conseguimos construir essa ideia junto com os estudantes, partindo de seus conhecimentos prévios e das interações ocorridas ao longo da aula. O Quadro 5 apresenta as interações que ocorreram durante esse momento.

Quadro 5 - Fragmento do diálogo ocorrido após os estudantes fazerem a atividade experimental.

Participante	Diálogos e ações observadas
Pesquisadora	<i>Pessoal, por que, ao colocarem a mão na água quente, vocês sentiram a mão mais quente, e, ao colocarem-na na água gelada, sentiram a mão mais fria?</i>
Marie Curie	<i>Porque uma é gelada e a outra é quente.</i>
Pesquisadora	<i>Mas o que vocês acham que está acontecendo para que você sinta a sensação de quente e a sensação de frio?</i>
Katherine Johnson	<i>Tem a ver com absorver e liberar calor?</i>
Pesquisadora	<i>Quando é que se absorve ou libera calor? O que é calor? Alguém sabe?</i>
Marie Curie	<i>Ah, tia... muitas perguntas!</i>
Pesquisadora	<i>Respondam a partir do que vocês conhecem. Vocês já devem ter falado em algum momento "eu estou com calor".</i>
Marie Curie	<i>Calor é a sensação de quente, temperatura alta...</i>
Albert Einstein	<i>É uma onda.</i>
Pesquisadora	<i>Uma onda?</i>
Albert Einstein	<i>É... uma sensação quando o raio (de sol) bate na Terra.</i>
Pesquisadora	<i>Isso! Essa é uma das formas de propagação do calor. Quem mais?</i>



<i>Albert Einstein</i>	<i>É a melhor pergunta...</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Oi?</i>
<i>Albert Einstein</i>	<i>Foi a melhor pergunta que já tive, que eu consegui falar sem ficar mal explicado</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Sim, está vendo? Você consegue explicar... Quem mais? O que é calor?</i>
<i>Cesar Lattes</i>	<i>É uma espécie de temperatura de um determinado corpo?</i>
<i>Galileu Galilei</i>	<i>O calor é uma energia, né?</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Isso! O calor é uma forma de energia que se transfere de um corpo para o outro. Então se você coloca sua mão na água quente... quem está com a temperatura mais alta?</i>
<i>Estudantes</i>	<i>A água.</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Isso! A água está com uma temperatura maior do que a sua mão, então você sente a sua mão esquentar porque a água transfere energia, em forma de calor, para a sua mão.</i>
<i>Albert Einstein</i>	<i>Eu entendi!</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Entendeu?</i>
<i>Albert Einstein</i>	<i>Vai se estabilizar a temperatura?</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Exatamente! Se você deixar sua mão na água por muito tempo, a temperatura da sua mão vai entrar em equilíbrio com a temperatura da água.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

A partir da análise dos diálogos apresentados no Quadro 5, percebe-se que os conhecimentos prévios dos estudantes estão ligados a experiências sensoriais cotidianas. Isso fica evidente nas falas dos estudantes Marie Curie e Cesar Lattes, que associam o conceito de calor ao de temperatura, uma confusão comum entre estudantes, conforme também relatado por Freitas, Melo e Silva (2023). Por outro lado, outros estudantes, como Katherine Johnson, Albert Einstein e Galileu Galilei, trouxeram diferentes concepções de calor, como a ideia de absorção e liberação (relacionada à transferência de energia), a visão de calor como uma onda transmitida pelos raios solares (associada à transferência de calor por radiação), e a compreensão de calor como uma forma de energia.

Um outro momento marcante ocorrido durante essas interações foi o momento em que o estudante Albert Einstein responde a uma pergunta feita pela professora dizendo que “foi a melhor pergunta que já tive, que eu consegui falar sem ficar mal explicado”. A fala dele não apenas demonstra compreensão do conceito, como também expressa satisfação com a forma como a pergunta foi formulada, fazendo com que ele conseguisse responder, o que indica que a abordagem utilizada pode ter sido eficaz para ele.

Podemos citar dois possíveis motivos que contribuíram para a fala do estudante Albert Einstein. O primeiro pode estar relacionado ao fato de que a pergunta fez sentido para o estudante ao se conectar com seus conhecimentos prévios sobre o

tema, o que lhe permitiu construir uma resposta mais elaborada. De acordo com o ponto de verificação 3.1 (Quadro 1) do DUA, conceitos e ideias são mais facilmente assimilados quando apresentados de forma que acionem os conhecimentos prévios dos alunos (Herdero, 2020). Além do DUA, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel e que embasa o próprio DUA, afirma que o conhecimento prévio — ou subsunçores já presentes na estrutura cognitiva do aluno — é o principal fator responsável pela assimilação de novos conceitos (Moreira, 2011).

O segundo motivo pode estar relacionado à criação de um ambiente de aprendizagem seguro e acolhedor, que valorizou as habilidades do estudante sem focar exclusivamente nas suas dificuldades ou tratá-las como barreiras pedagógicas. Esse ambiente pode ter incentivado sua autoestima e motivação para participar ativamente das atividades e expressar suas ideias. No DUA, essa abordagem de criar um ambiente acolhedor, que promova a cooperação e a colaboração entre os estudantes, é destacada nos pontos de verificação 7.3, 8.3 e 8.4 (Quadro 1). Além do DUA, também encontramos na literatura práticas baseadas em evidências que favorecem a aprendizagem de estudantes com TEA, contribuindo para a construção de um ambiente acolhedor. Uma dessas práticas é o reforçamento, que consiste em aplicar uma consequência positiva após um comportamento desejado, aumentando a probabilidade de que esse comportamento ocorra novamente no futuro (Hume et al., 2020).

Outro fator que influencia na criação de um ambiente acolhedor é a modificação do ambiente ou das situações, que pode impactar o comportamento do indivíduo. Por exemplo, se uma criança tem dificuldade em iniciar uma tarefa, podemos criar um ambiente mais organizado e visualmente atraente para facilitar o início da atividade (Hume et al., 2020). Nesse sentido, a mudança do ambiente da sala de aula para o laboratório de ciências foi significativa para o estudante Albert Einstein, que demonstrou entusiasmo ao perceber que a aula seria no laboratório.

É importante ressaltar que a abordagem utilizada não beneficiou apenas o estudante Albert Einstein. Outros alunos também apresentaram uma participação ativa, como os estudantes Marie Curie e Galileu Galilei, que, durante o período de observação das aulas, foram identificados como desinteressados na disciplina e com baixo rendimento. No entanto, durante essa aula específica, eles se envolveram de forma mais ativa. Conforme defendido pelo DUA, ao planejar uma aula considerando as características individuais de um aluno específico, como os que possuem necessidades educacionais especiais, outros estudantes também podem ser beneficiados pelo planejamento inclusivo (Nunes; Madureira, 2015).

Além disso, outros alunos que, em geral, em aulas anteriores, tinham uma participação mais passiva, embora atentos e demonstrando compreensão dos conteúdos, mantiveram esse mesmo comportamento durante essa aula: participaram de maneira mais reservada, sem muitos questionamentos, mas demonstraram que conseguiram compreender o conteúdo por meio da atividade realizada na aula seguinte.

Dando continuidade a análise dos diálogos observados durante a aula, o Quadro 6 mostra as interações ocorridas após uma discussão sobre o conceito de calor e temperatura.

Quadro 6 - Fragmento do diálogo ocorrido sobre o conceito de calor e temperatura.

<i>Albert Einstein</i>	<i>Então do mesmo jeito que a água vai transferir a temperatura para a nossa mão, a nossa mão vai perder temperatura para a água né?</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Isso! Mas nesse caso, a transferência que ocorre é de calor e não de temperatura. Então quando é que sua mão vai transferir energia para a água? Quando ela estiver mais quente ou mais fria?</i>
<i>Albert Einstein</i>	<i>Quando estiver mais quente. Quando ela (a mão) estiver gelada, a energia sai da água para a mão. Fica gelada e depois quente.</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Exato! Se sua mão estiver com a temperatura mais baixa, a água vai transferir energia para a mão. E se a mão estiver com a temperatura mais alta, é a mão que vai transferir energia para a água. Então o calor é isso, uma forma de transferência de energia de um corpo mais quente para um mais frio. Já a temperatura é uma forma de medir o quão quente ou frio esse corpo está. A gente consegue medir a temperatura, por exemplo, se eu medir aqui a temperatura da água que estava mais quente... [utiliza um termômetro para medir a temperatura da água]</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>Deixa a gente tentar adivinhar a temperatura.</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Certo, vamos adivinhar. Qual o valor da temperatura que você acha que está?</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>Eu acho que deve estar uns 40 e poucos.</i>
<i>Rosalind Franklin</i>	<i>Uns 35°C.</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>E você Albert Einstein?</i>
<i>Albert Einstein</i>	<i>Está quente.</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>Fala um número, tipo 30°C, 40°C...</i>
<i>Albert Einstein</i>	<i>Eu acho que uns 35°C para cima.</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Então vamos ver. Quem quer vir olhar aqui?</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>Eu! [A estudante observa que a temperatura da água é de 36°C] Mas naquela hora estava mais quente, acho que estava uns 40°.</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>E por que a temperatura diminuiu?</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>Por causa do ar e que nós colocamos as mãos.</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Isso! água está perdendo energia para o ambiente. Então o ambiente está a uma temperatura mais alta ou mais baixa em relação a água?</i>
<i>Marie Curie</i>	<i>Mais baixa. Então se fosse em um dia que estivesse 36°, significaria que essa água ficaria desse mesmo jeito o tempo inteiro?</i>
<i>Pesquisadora</i>	<i>Exatamente! Porque só ocorre a transferência de calor quando existe uma diferença de temperatura, se não houver diferença de temperatura entre os corpos, então significa que eles já estão em equilíbrio térmico e não ocorre a transferência de energia.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

A partir da análise dos diálogos apresentados no Quadro 6, percebemos que os estudantes já estão começando a compreender os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico, embora ainda haja certa confusão entre calor e temperatura, como observado na fala do estudante Albert Einstein. A participação dos estudantes foi crescente, com eles se mostrando cada vez mais engajados e ativos durante a aula.

Além disso, analisamos a interação entre os alunos, como no momento em que a estudante Marie Curie chama o colega Albert Einstein para adivinhar a temperatura da água. Ao perceber que ele não responde com um valor numérico, ela o auxilia, explicando que a pergunta estava pedindo um número. Essa cooperação e colaboração entre os alunos é destacada nos pontos de verificação 7.3, 8.3 e 8.4 do DUA (Quadro 1), como já analisado anteriormente.

De modo geral, a maior parte da turma participou da aula, com alguns alunos interagindo mais e outros menos. No entanto, essa sequência de atividades não foi suficiente para engajar todos os estudantes. Conforme proposto por Meo (2008), o planejamento de uma aula envolve as seguintes etapas: caracterização e análise do contexto; planejamento, que inclui a definição de objetivos, estratégias, recursos e formas de avaliação com base no DUA; implementação do processo de ensino e aprendizagem; e avaliação do processo de ensino e aprendizagem. Essas etapas de planejamento, implementação e avaliação formam um ciclo contínuo (Nunes; Madureira, 2015).

Nesse contexto, a partir da autoavaliação da prática, percebe-se que, em futuras intervenções, será necessário aprofundar ainda mais o entendimento sobre os estudantes, buscando compreender suas características, gostos e preferências, a fim de utilizá-los como ferramentas para engajar aqueles que permaneceram dispersos durante a aula.

#### **4.2.2 A segunda aula**

Nesta aula, realizamos uma atividade que envolvia os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica, utilizando uma narrativa sobre um cachorro chamado Pitoco e suas aventuras em um dia quente (Figura 2). A escolha de contextualizar a história com cães se deu pelo fato de o estudante Albert Einstein demonstrar grande interesse por esses animais. Essa conexão pessoal com o conteúdo, conforme enfatizado por Heredero (2020), é fundamental para aumentar o engajamento dos alunos. Assim, a atividade foi planejada para ser aplicada a todos os estudantes, de maneira acessível e sem a necessidade de adaptações individualizadas. Ela consistia em um texto, acompanhado de imagens que representavam a situação descrita na narrativa, seguido por quatro perguntas que deveriam ser respondidas pelos alunos.

A seguir, no Quadro 7, apresentamos as quatro perguntas da atividade, juntamente com as respostas dos estudantes Albert Einstein, Katherine Johnson e Galileu Galilei. Escolhemos esses três alunos para analisar as respostas, com o intuito de representar a diversidade da turma. Albert Einstein, que mantinha um desempenho mediano durante as observações, interagiu em algumas aulas e obtinha notas na média. A estudante Katherine Johnson, que costumava participar

ativamente, fazendo perguntas e tirando dúvidas, além de manter notas acima da média, mas que apresentou uma participação mais passiva durante esta aula. Já o estudante Galileu Galilei, que nas aulas observadas não interagiu nem demonstrava interesse pela disciplina, além de manter notas abaixo da média, mostrou bastante interesse e participação nas discussões propostas durante a aplicação da sequência.

Quadro 7 - Respostas dos estudantes na atividade proposta.

<b>Pergunta</b>	<b>Resposta de Albert Einstein</b>	<b>Resposta de Katherine Johnson</b>	<b>Resposta de Galileu Galilei</b>
<i>Por que Pitoco sentiu muito calor quando brincava no Sol?</i>	<i>Porque fez muito esforço físico e ficou muito tempo no Sol, assim absorvendo o calor do ambiente.</i>	<i>Porque o Sol estava muito forte, fazendo com que a sensação térmica estivesse elevada. Além do fato dele estar correndo, o que causa a agitação no corpo, produzindo essa sensação de cansaço.</i>	<i>Esforço físico.</i>
<i>O que Pitoco fez para se refrescar?</i>	<i>Entrou na água porque a água estava muito gelada e já que Pitoco estava quente, ocorreu uma troca de temperatura.</i>	<i>Foi para dentro da água, no lago, fazendo com que a água absorvesse o calor do corpo dele, aliviando.</i>	<i>Bebeu água.</i>
<i>Por que Pitoco se sentiu melhor depois de sair da água e se deitar na grama úmida?</i>	<i>Porque a grama já estava terminando de absorver a água e porque as plantas estavam úmidas deu pra ele se secar.</i>	<i>O corpo dele liberou calor na água, fazendo com que a temperatura dele se equilibrasse e, conseqüentemente, a sensação térmica diminuiu e ele ficasse "bem".</i>	<i>Por conta da temperatura ambiente.</i>
<i>Se você fosse o dono de Pitoco, o que você faria para que ele não sentisse tanto calor?</i>	<i>Colocava um pano molhado e bem gelado e eu esfregava no pelo dele.</i>	<i>Deixaria para levar ele para brincar em dias mais frios e hidratar ele constantemente, dando água. Após brincar, deixar ele andar na água pro corpo liberar todo o calor em excesso.</i>	<i>Daria água aos poucos.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, (2024)

A análise das respostas dos estudantes apresentadas no Quadro 7 revela algumas questões pertinentes. A primeira diz respeito à compreensão dos conceitos por parte dos estudantes Albert Einstein e Katherine Johnson, os quais demonstraram entender a diferença entre esses conceitos e, de maneira geral, conseguiram responder às perguntas conforme o esperado.

Em contrapartida, o estudante Galileu Galilei respondeu às perguntas de maneira objetiva, mas sem elaborar explicações ou relacionar suas respostas aos

conceitos físicos estudados. Tal situação pode ter ocorrido porque a pergunta não especificou que as respostas deveriam incluir explicações e conexões com o conteúdo abordado, ou ainda, porque o estudante pode ter enfrentado dificuldades em se expressar por escrito. No entanto, isso não implica que ele não tenha aprendido, uma vez que, durante a primeira aula, foi evidente seu interesse e demonstração de compreensão dos conceitos por meio de suas interações.

Dessa forma, concluímos que a sequência de ensino foi eficaz para os três estudantes, embora de maneiras distintas. Para Albert Einstein e Katherine Johnson, a abordagem mostrou-se eficaz em ambas as aulas, pois houve indícios de aprendizagem, conforme analisado na seção 4.2.1. Para Galileu Galilei, a sequência revelou-se mais eficaz na primeira aula, onde ele se sentiu motivado e engajado, participando ativamente e esclarecendo dúvidas. Contudo, na segunda aula, a utilização da escrita como meio de expressar seus conhecimentos não se mostrou igualmente eficaz.

Desse modo, identificamos uma característica relevante a ser considerada ao planejar uma aula que siga o segundo princípio do DUA, o qual enfatiza a importância de proporcionar diferentes formas para que os alunos expressem o que aprenderam. Se analisássemos Galileu Galilei unicamente com base em seu desempenho na segunda aula, estaríamos realizando uma avaliação injusta e não condizente com a realidade do aluno. Ao oferecermos mais de uma alternativa para que ele possa demonstrar seu conhecimento, estamos maximizando a aprendizagem e proporcionando a oportunidade de se expressar de uma forma com a qual se sinta mais à vontade, como ocorreu em sua participação na primeira aula. Assim, ao avaliar a implementação da sequência de ensino, em futuras aulas, serão oferecidas outras opções para que os alunos demonstrem o que aprenderam, além da escrita.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível observar que a utilização do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) mostrou-se eficaz ao proporcionar acessibilidade ao estudo dos conceitos de calor, temperatura e sensação térmica, promovendo um ensino inclusivo de Física no Ensino Médio. Essa abordagem garantiu acessibilidade pedagógica tanto ao estudante com TEA quanto aos demais alunos, sem necessidades educacionais específicas.

Entretanto, é importante destacar que, para a efetivação de uma educação inclusiva eficaz, é necessário compreender que essa responsabilidade não recai exclusivamente sobre o professor. É fundamental contar com uma rede de profissionais de apoio, recursos adequados e formação contínua para a execução de um ensino de qualidade. Considerando que as mudanças necessárias no processo de ensino não são simples nem triviais, essa inclusão não deve se limitar apenas ao espaço da sala de aula (Zerbato; Mendes, 2018).

Nesse contexto, a elaboração desta sequência de ensino resultou da construção de uma cultura colaborativa de diálogos entre o professor da disciplina e o professor auxiliar, possibilitando a troca de experiências e saberes, além de proporcionar um maior conhecimento sobre o aluno com TEA e suas características. Promover essa colaboração entre professores, equipe gestora, colegas docentes, profissionais

especializados e a família é de extrema importância, pois permite o compartilhamento de informações essenciais para o processo educativo. Considerando que a realidade de muitos professores envolve uma rotina exaustiva, com múltiplas turmas e grande número de alunos, muitas vezes falta tempo para investir em práticas pedagógicas que atendam de maneira acessível a um maior número de estudantes.

Diante do exposto, considera-se que o objetivo deste trabalho foi alcançado, contribuindo para uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes. Observa-se também que o Desenho Universal para a Aprendizagem, apesar de ser uma ferramenta relativamente nova e que requer aprofundamento teórico, apresenta grande potencial para promover um ensino mais inclusivo para todos os alunos, independentemente de possuírem alguma deficiência ou não. Espera-se que esta pesquisa contribua para a construção de um ensino de Física mais inclusivo e incentive futuras investigações que explorem a aplicação do DUA em sala de aula, visto que o número de estudos sobre o tema ainda é limitado.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVES, M. M.; RIBEIRO, J.; SIMÕES, F. **Universal Design for Learning (UDL): Contributos para uma escola de todos**. *Indagatio Didactica*, v. 5, n. 4, p. 122-146, 2013.

APA. **American Psychiatric Association. DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394/96. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/lldb.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2023.

\_\_\_\_\_. **Política Nacional de Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista**, Lei nº 12.764/2012, de 27 de dezembro de 2012. Brasília, DF. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm)>. Acesso em: 28 set. 2023.

\_\_\_\_\_. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**, Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Brasília, DF. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm)>. Acesso em: 28 set. 2023.

CAST. **Design for Learning guidelines: desenho universal para a aprendizagem**. 2018. Disponível em: <[http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/Guidelines\\_2.0\\_Portuguese.pdf](http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/Guidelines_2.0_Portuguese.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2023.

CRUZ, T. S. U. R. da. **Acompanhamento da experiência escolar de adolescentes autistas no ensino regular**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências Humanas – Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba: 2009.

FREITAS, A. M.; MELO, W. S.; SILVA, A. L. A. **Proposta para o Ensino de Calorimetria Utilizando a Plataforma Arduino em uma Sequência Didática Diversificada**. Revista do Professor de Física, v. 7, n. 1, p. 20–38, 2023. DOI: 10.26512/rpf.v7i1.44793. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/44793>. Acesso em: 22 set. 2024.

FONSECA, H. V. **História de vida de uma professora de alunos com autismo: constituição da identidade profissional**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Brasília, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLAT, R.; PLETSCHE, M. D. **Inclusão escolar de alunos com necessidades especiais**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2011.

GOMES, C. G. S.; MENDES, E. G. **Escolarização inclusiva de alunos com autismo na rede municipal de ensino de Belo Horizonte**. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 16, n. 3, p. 375-396, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbee/v16n3/v16n3a05.pdf> >. Acesso em: 19 maio 2024.

HEREDERO, E. S. **Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)**. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 26, p. 733-768, 2020.

HUME, K. et al. **Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism: Third Generation Review**. Journal of Autism and other Developmental Disorders, v. 51, n. 11, p. 4013-4032, 2021.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resumo Técnico: Censo Escolar da Educação Básica 2023**.

MATISKEI, A. C. R. M. **Políticas públicas de inclusão educacional: desafios e perspectivas**. Educar em Revista, Curitiba, n.23, p.185-202, 2004.

MEO, G. **Curriculum planning for all learners: Applying universal design for learning (UDL) to a high school reading comprehension program**. Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth, v. 52, n. 2, p. 21-30, 2008.

MOREIRA, M. A. **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente**. Ensino, Saúde e Ambiente, v. 4, n. 1, p. 2–17, 2011.

NASCIMENTO, F. F.; MONTEIRO, M. da C.; BRAUN, P. **Escolarização de pessoas com transtorno do espectro do autismo a partir da análise da produção**



**científica disponível na SciELO Brasil (2005-2015).** Arquivos Analíticos de Políticas Educativas, Arizona, v. 25, n. 125, p. 1-25, 2016.

NEVES, A. J.; ANTONELLI, C. S.; SILVA, M. G. C.; CAPELLINI, V. L. M. F. (2014). **Escolarização formal e dimensões curriculares para alunos com autismo: o estado da arte da produção acadêmica brasileira.** Educação em Revista, Belo Horizonte, v.30, n.02, p. 43-70, Abr./Jun. 2014.

NUNES, C.; MADUREIRA, I. P. **Desenho universal para a aprendizagem: construindo práticas pedagógicas inclusivas.** Da Investigação às Práticas, Lisboa, v. 5, n. 2, p. 126-143, 2015.

PLETSCH, M. D. A.; SOUZA, F. F.; ORLEANS, L, F. **A diferenciação curricular e o desenho universal na aprendizagem como princípios para a inclusão escolar.** Revista Educação e Cultura Contemporânea, v. 14, n. 35, p. 264-281, mar./jul. 2017.

PRAIS, J. L. S.; ROSA, V. F. **Revisão Sistemática sobre Desenho Universal para a Aprendizagem entre 2010 e 2015 no Brasil.** Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 18, n. 4, p. 414-423, 2017.

SEBASTIÁN-HEREDERO, E. **Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).** Revista Brasileira de Educação Especial, v. 26, p. 733-768, out./dez. 2020.

SERRA, D. **Entre a esperança e o limite: um estudo sobre a inclusão de alunos com autismo em classes regulares.** Rio de Janeiro, 2008. 124p. (Tese de Doutorado) – Departamento de Psicologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SOUZA, M. M. M.; PEREIRA, B. S. S. **Adequações pedagógicas pautadas no desenho universal da aprendizagem como alternativa à dupla exclusão.** In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO, CIDADANIA E EXCLUSÃO - DIDÁTICA E AVALIAÇÃO. Rio de Janeiro. 2015. Anais... Disponível em: <[https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/ceduce/2015/TRABALHO\\_EV047\\_MD1\\_SA7\\_ID345\\_08062015212953.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/ceduce/2015/TRABALHO_EV047_MD1_SA7_ID345_08062015212953.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2024.

BEZERRA, A. A. C; TANAJURA, L. L. C. **A Pesquisa-ação sob a ótica de René Barbier e Michel Thiollent: aproximações e especificidades metodológicas.** Revista eletrônica pesquiseduca, v. 7, n. 13, p. 10-23, 2015.

TIZIOTTO, S. A.; OLIVEIRA NETO, J. D. **Design universal: solução para a acessibilidade no ensino superior a distância.** In: Congresso Internacional de Educação a Distância. 2010.

VILELA, J. L. L; DE ARAÚJO, M. S. T. **Mapeamento de teses e dissertações sobre ensino de física envolvendo estudantes diagnosticados com TEA.** Revista Dynamis, v. 30, n. Publicação contínua, p. e11476-e11476, 2024.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. **Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar**. Educação Unisinos, v. 22, n. 2, p. 147-155, 2018.