

LEIS DA TERMODINÂMICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM LÚDICA PARA UMA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA INCLUSIVA

Laws of Thermodynamics in the early years of elementary school: a playful approach to inclusive scientific literacy

Rafaela Farias Pereira [rafaelaseabra21@gmail.com]

Vanessa Carvalho de Andrade [vcandrade@unb.br]

Letícia Gonçalves Nunes Coelho [lcoelho@unb.br]

Alessandra Ferreira Albernaz [albernaz@unb.br]

Universidade de Brasília

Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília-DF, CEP 70910-900

Simone da Graça de Castro Fraiha [fraiha@ufpa.br]

Universidade Federal do Pará.

Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém - PA, CEP 66075-110

José Ronaldo Alves Araújo [jose.araujo@ufop.edu.br]

Universidade Federal de Ouro Preto

Morro do Cruzeiro, s/n, Bairro Bauxita, Ouro Preto - MG, CEP 35400-000

Recebido: 18/01/26

Aceito: 09/04/26

Resumo

No âmbito das reflexões sobre estratégias de ensino que favoreçam à alfabetização científica inclusiva, com a intenção de promover equidade no aprendizado de ciências, desde os primeiros anos escolares, este artigo tem como objetivo apresentar a estruturação de uma sequência de ensino investigativo para as leis da termodinâmica por meio de estratégias lúdicas e inclusivas. Sob pressupostos da teoria histórico-cultural de Vygotsky e suas adequações para o ensino de ciências, como desdobramento de uma pesquisa de mestrado em ensino de física, a estrutura da sequência toma como aporte metodológico etapas previstas para uma sequência de ensino investigativa e incorpora a ela intencionalidades baseadas nos princípios do desenho universal para a aprendizagem. A estrutura da sequência, projetada para ser implementada com alunos do terceiro ano do Anos Iniciais do Ensino Fundamental, conta com quatro momentos e prevê, por meio de um jogo investigativo de caça ao tesouro, a mobilização de noções relativas a conceitos presentes nas leis da termodinâmica. *A priori*, as considerações para cada momento previsto na sequência trazem discussões sobre aspectos da natureza investigativa que, ao contemplarem princípios do desenho universal para a aprendizagem, viabilizam a criação de condições sociointeracionistas favoráveis à alfabetização científica inclusiva. Nessa perspectiva, a proposta assume a intencionalidade de incentivar o envolvimento dos estudantes com a ciência ao propor enfrentamento a fragilidade dos processos de enculturação científica, frequentemente originada nos primeiros anos escolares pela ideia de que as descobertas científicas se restringem a “gênios”, desconsiderando a ciência como construção histórica, social, coletiva, marcada por tentativas, erros e reformulações.

Palavras-chave: Leis da termodinâmica; Alfabetização científica inclusiva; Ensino por Investigação; Sociointeracionismo; MNPEF.

Abstract

Within the scope of reflections on teaching strategies that support inclusive scientific literacy, with the aim of promoting equity in science learning from the early school years, this article aims to present the structuring of a teaching sequence for the laws of thermodynamics through playful and inclusive strategies. Based on the assumptions of historical-cultural theory and its adaptations for science teaching, as an extension of a master's research in physics education, the structure of the sequence takes as its methodological basis the stages outlined for an investigative teaching sequence and incorporates intentionalities based on the principles of universal design for learning. The structure of the sequence, designed to be implemented with third-year students of the early years of elementary education, includes four stages and provides, through an investigative treasure hunt game, the mobilization of notions related to concepts present in the laws of thermodynamics. A priori, this study brings discussions when considering aspects of a sequence of investigative teaching, which, by encompassing principles of universal design for learning, enables the creation of socio-interactionist conditions favorable to inclusive scientific literacy. From this perspective, the proposal aims to encourage student engagement with science by addressing the weaknesses in the processes of scientific enculturation, often originating in the early school years from the idea that scientific discoveries are limited to 'geniuses,' disregarding science as a historical, social, collective construction, marked by trials, errors, and revisions.

Keywords: Laws of thermodynamics; Inclusive scientific literacy; Inquiry-based teaching; Sociointeractionism; MNPEF.

1. Introdução

O conceito de educação inclusiva refere-se ao ato de reconhecer e valorizar a diversidade humana, que são diferenças individuais como idade, sexo, etnia, deficiência, estado de saúde, língua ou classe social, em consonância com o princípio constitucional da igualdade e do direito à educação (Brasil, 1988). E a reflexão sobre a implementação de práticas de inclusão nas escolas é uma possibilidade de promover o aprimoramento contínuo das ações educacionais inclusivas (Riboli & Pertuzzatti, 2025). Nesse âmbito, definir a alfabetização científica inclusiva é considerar que o processo educativo precisa contemplar todos os envolvidos, independente de suas características pessoais ou sociais, como participantes ativos do processo de aprendizagem e desenvolvimento científico.

Desde a Constituição da República de 1988 (Brasil, 1988) há uma crescente legitimação da inclusão no Brasil e, hoje, há arcabouço legal que garante a educação inclusiva, no entanto, na prática, ainda há desafios, reflexos de um sistema que ainda não conseguiu incluir efetivamente. Isso pode ser observado nas práticas de profissionais que sentem dificuldade em desenvolver um trabalho intencional, contemplando abordagens inclusivas com adequação curricular e utilização de diferentes recursos e metodologias que contemplem a acessibilidade ao conhecimento científico e tecnológico.

Nesse sentido, Bueno (1999) e Glat (2007), Lippe e Camargo (2009) explicam que existem obstáculos que impedem que a política de inclusão aconteça plenamente. No âmbito escolar, para os autores, as fragilidades na formação dos professores do ensino regular é um desses obstáculos. No tocante à inclusão na alfabetização científica, o problema não se restringe apenas ao saber como incluir estudantes com necessidades diversas, mas, também, decorre de uma insegurança relacionada à transposição do conhecimento científico e às metodologias de ensino da ciência. Especialmente os docentes que atuam nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (AIEF) não possuem ou carecem de formação adequada para atuar nesse campo (Souza et al., 2020), o que pode acarretar uma abordagem insegura e pouco efetiva no ensino de ciências. Essa lacuna formativa prejudica a alfabetização científica dos estudantes, limitando a aprendizagem (Hamlin & Wisneski, 2012).

Briccia e Carvalho (2015) também complementam essa ideia quando, em contato com professores dos AIEF, sua pesquisa mostrou um distanciamento da prática docente relacionada ao ensino de ciências. Sobre questões relativas à prática desses professores, as autoras apontam que “as práticas em ciências ainda estão muito próximas de aulas tradicionais e “mecânicas”, que incluem ainda questionários, repetições, leitura de textos pouco críticos etc” (Briccia & Carvalho, 2015, p. 4).

No entanto, mesmo diante desses desafios, a acessibilidade ao conhecimento científico deve ser assegurada, por meio de um planejamento pedagógico fundamentado em metodologias nas quais materiais, estratégias e recursos didáticos sejam estabelecidos, desde sua origem, para contemplar a diversidade de alunos. Desde as múltiplas dimensões, que incluem aspectos etários e desenvolvimentais, identitários (como sexo e gênero), socioculturais e territoriais, bem como diferenças cognitivas, sensoriais e comunicacionais, é necessário garantir que todos possam compreender e se beneficiar dos conhecimentos científicos.

Nesse sentido, destaca-se a importância de propostas que promovam a alfabetização científica desde os primeiros anos escolares, considerando a diversidade humana como princípio constitutivo do processo educativo. Conforme afirma a Declaração da UNESCO, na Conferência Mundial sobre Ciência para o Século XXI:

O acesso ao conhecimento científico, a partir de uma idade muito precoce, faz parte do direito à educação de todos os homens e mulheres, e que a educação científica é de importância essencial para o desenvolvimento humano, para a criação de capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados (UNESCO, 2005, p. 29).

Nesse período de desenvolvimento infantil, marcada pela necessidade do brincar como forma de interação com o mundo, o lúdico assume importância ainda maior, em comparação a outras fases da escolarização, por constituir uma mediação adequada aos modos de aprender da infância e por favorecer processos iniciais de enculturação científica. No entanto, a ludicidade não se define apenas pelo aspecto recreativo da atividade, mas pela experiência de plenitude que o sujeito vivencia ao se envolver integralmente na ação, o que constitui seu elemento central. (Luckesi, 2017).

Assim, como parte dos desdobramentos de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), pela primeira autora, que considera a mobilização de estratégias lúdicas e inclusivas como meio para promover a alfabetização científica, este artigo tem como objetivo apresentar a estruturação de uma sequência de ensino para as leis da termodinâmica, por meio de um jogo de caça ao tesouro. Tal objetivo se sustenta no sentido de favorecer a enculturação científica, ampliar a participação ativa dos estudantes e contribuir para viabilizar meios de alfabetização científica inclusiva, desde os AIEF.

2. Contextualização

A curiosidade é uma característica essencialmente humana que nos impulsiona a explorar o desconhecido, questionar conhecimentos estabelecidos e buscar novas informações. A busca por explicações de fenômenos físicos sempre motivou a tentativa de compreender sua ocorrência na natureza, inicialmente por meio da observação e, posteriormente, através do método científico. Colombo et al. (2016) ressaltam a relevância do ensino de ciências desde as séries iniciais, uma vez que a curiosidade e a motivação se mostram aguçadas nessa fase, de tal forma que “o ensino de ciências com as crianças pode significar a oportunidade de compreensão do mundo em que vivem” (p. 494).

As aulas de ciências devem partir de ambientes que proporcionem o estímulo e a motivação para a aprendizagem (Colombo et al., 2016). Especificamente, sobre o ensino de física no Ensino Fundamental, “uma das maneiras de atingir este objetivo é por meio de atividades e experimentos investigativos, com os quais o aluno discute e argumenta com seus pares na busca por uma conclusão

compartilhada por todos a respeito de determinado conceito” (Colombo et al., 2016 p. 494). Ao aproximar essa discussão para a alfabetização científica, como um processo de inserção dos estudantes na cultura científica, que possibilita-lhes interagir com novas formas de interpretar o mundo e seus fenômenos, Sasseron e Carvalho (2008, 2011) destacam expressões como letramento científico, enculturação científica e educação científica dialogam entre si e compartilham um mesmo horizonte formativo, voltado à construção de sentidos, práticas e valores associados à ciência.

O termo “alfabetização científica” neste estudo é intencional e contextual, pois se refere a estudantes dos AIEF, que se encontram em um processo de alfabetização ampla, não apenas linguística, mas também conceitual, social e cultural. Nessa perspectiva, alfabetizar cientificamente significa garantir o acesso equitativo aos saberes científicos, respeitando ritmos, diferenças e singularidades, especialmente no contexto da educação inclusiva. Ao citar Lorenzetti e Delizoicov (2001), Sasseron (2008, p. 36), no contexto do ensino de ciências naturais nas séries iniciais, define a educação científica, “como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

Nos AIEF, planejar e implementar aulas exige reflexão para que a abordagem contemple os diferentes campos das ciências. Como afirmam Campos, et al (2012), ao restringir o ensino de Ciências quase exclusivamente aos objetos de conhecimento da biologia, a escola priva os estudantes do contato com outros objetos, os físicos, por exemplo, essenciais para interpretar situações cotidianas. Essa privação, também observada por Souza et al. (2020), pode comprometer o acesso à formação científica no sentido amplo e integrado. Campos et al. (2012) advogam, ainda, que o ensino de Física nos AIEF provoca reflexões importantes para a prática docente.

Ao trazerem relatos de experiências emergentes de práticas docentes, Campos et al (2012) mostram que atividades investigativas e mediadas revelam o potencial das crianças para compreender fenômenos físicos. Ao mesmo tempo, esses autores, assim como Souza et al. (2020) sinalizam à necessidade de investir na formação dos professores que atuam nesse nível de ensino.

No sentido curricular, considerações como as apresentadas no estudo de Campos et al. (2012) aparecem, de alguma forma, contempladas. Basta observar que, com a normatização da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), o ensino de Ciências nos AIEF passou a contar com uma organização curricular mais clara e sistematizada, estruturada em eixos temáticos como Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, os quais também se fazem presentes nos currículos das redes de ensino. Para exemplificar, no Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal (Distrito Federal, 2018), o eixo Matéria e Energia abrange o estudo dos materiais, de suas transformações e das diferentes formas de energia presentes no cotidiano, incluindo reflexões sobre produção, uso consciente e apropriação histórica dos recursos naturais.

Nos AIEF, essa abordagem privilegia situações concretas e próximas da realidade dos estudantes, ao prever a exploração de objetos do dia a dia, suas propriedades e fenômenos associados, de modo articulado ao contexto social e ambiental em que estão inseridos. Dessa forma, as normatizações curriculares permitem, ao professor, identificar objetos de conhecimento e abordá-los de modo articulado, reconhecendo as interações entre os conhecimentos científicos, os avanços tecnológicos e seus impactos sociais e ambientais. A valorização desta abordagem no ensino de ciência constitui um dos principais objetivos dos currículos de ciências, quando orientados pela perspectiva da alfabetização científica (Sasseron, 2011), que “pode e deve partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia a dia” (Sasseron, 2008, p. 22-23).

Considerando essa abordagem baseada em atividades problematizadoras, é possível e coerente, basear sua estruturação a partir de um jogo, que poderá dar sustentação ao aspecto lúdico. No entanto, é importante considerar que na perspectiva de Luckesi, o lúdico, quando associado ao jogo, não se define pela atividade lúdica em si, mas pela experiência interna vivenciada pelo sujeito ao jogar, caracterizada pelo envolvimento integral com a ação realizada (Luckesi, 1998).

Fundamentada nessa concepção, a estruturação de uma sequência de ensino para as leis da termodinâmica, por meio de estratégias lúdicas, a ser apresentada neste artigo, considera explorar a alfabetização científica sob uma perspectiva inclusiva, ou seja, por um processo de inserção intencional de todos os estudantes, para garantir o acesso equitativo aos conceitos, práticas e modos de pensar as ciências, respeitando a diversidade de ritmos, linguagens e formas de aprender. Assim, para investigar a alfabetização científica inclusiva, como um processo cultural, socialmente situado e intencionalmente planejado para a diversidade deste estudo, propõe um acercamento a pressupostos teóricos relativos ao sociointeracionismo de Vygotsky (1991), também denominada de teoria histórico-cultural, ao compreender o desenvolvimento humano como um processo de apropriação da experiência histórica e cultural socialmente construída nas interações mediadas (Lima, 2003).

3. Fundamentação Teórica

Vygotsky (1991), desenvolve uma compreensão do desenvolvimento humano ancorada na perspectiva histórico-cultural, segundo a qual as funções psicológicas superiores não se originam de processos biológicos isolados, mas se constituem nas relações sociais mediadas pela cultura. Nessa perspectiva, o que distingue o ser humano é a capacidade de transformar o ambiente por meio do uso de instrumentos e signos, especialmente a linguagem, que passa a desempenhar um papel central na organização do pensamento, da ação e do comportamento voluntário. Assim, percepção, ação e fala formam uma unidade indissociável no desenvolvimento infantil, configurando modos especificamente humanos de interação com o mundo.

Ao analisar situações experimentais envolvendo crianças pequenas, Vygotsky (1991) evidencia que a fala não apenas acompanha a ação prática, mas atua como elemento organizador e planejador da atividade. Sob essa ótica, à medida que a criança enfrenta tarefas mais complexas, a linguagem assume função reguladora, permitindo antecipar ações, elaborar estratégias e refletir sobre o próprio comportamento, um movimento que revela o processo de internalização, pelo qual funções inicialmente sociais e externas tornam-se funções psicológicas internas, constituindo o pensamento consciente. Nesse sentido, o desenvolvimento não ocorre por maturação espontânea, mas por meio da apropriação ativa da experiência histórica e cultural acumulada socialmente.

[...] quando as crianças se confrontam com um problema um pouco mais complicado para elas, apresentam uma variedade complexa de respostas que incluem: tentativas diretas de atingir o objetivo, uso de instrumentos, fala dirigida à pessoa que conduz o experimento ou fala que simplesmente acompanha a ação e apelos verbais diretos ao objeto de sua atenção. Quando analisado dinamicamente, esse amálgama de fala e ação tem uma função muito específica na história do desenvolvimento da criança; demonstra, também, a lógica da sua própria gênese. Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social. (Vygotsky, 1991, p. 24).

Essa concepção histórico-cultural fundamenta a noção de que o aprendizado desempenha um papel decisivo no desenvolvimento e o ensino, adequadamente organizado, promove o

desenvolvimento de funções psicológicas ainda em formação. É nesse contexto que se insere o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida como a distância entre aquilo que a criança consegue realizar de forma independente e aquilo que é capaz de realizar com o auxílio de um outro mais experiente, seja um adulto ou um par. A aprendizagem, quando mediada socialmente, atua como motor do desenvolvimento, impulsionando a necessidade de novas capacidades.

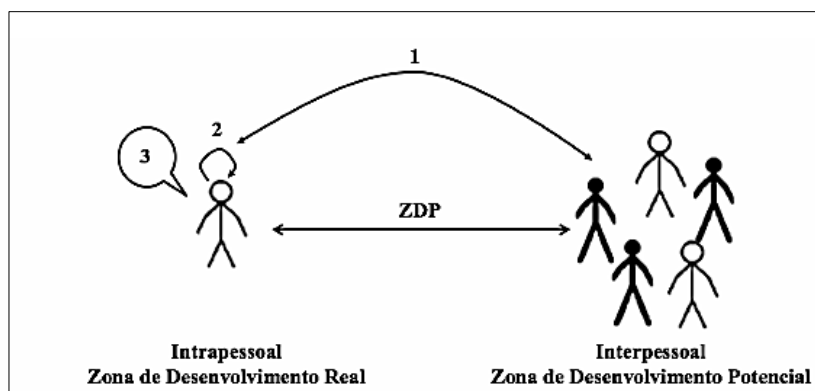


Figura 1 - Esquema de representação para a Zona de Desenvolvimento Proximal
Fonte: Sato (2019, p. 3)

Nesse esquema, 1 refere-se ao compartilhamento, desenvolvimento e construção conceitos (predominância intersíquica); 2 à internalização da fala social (predominância intrapsíquica); e 3 à história da socialização do intelecto prático (Sato, 2019). Para Chaiklin (2011), os estudos com foco na aprendizagem de conceitos acadêmicos ou escolares aportados na ZDP são evidentes porque esse desenvolvimento é relevante na idade escolar, embora esse referencial não esteja delimitado apenas a esse contexto. Vale observar que a ZDP pode aportar análises sobre importância social, interativa e intencional do processo educativo, basta pensar que, ao solicitar ajuda, dialogar, argumentar e cooperar, a criança participa de práticas culturais que ampliam seu campo de possibilidades cognitivas. Esse processo não se limita à aquisição de conteúdos, mas envolve a formação de modos de pensar, agir e ver o mundo, reforçando a importância da interação social e da linguagem na constituição do sujeito.

Ainda nesta perspectiva, o desenvolvimento real refere-se ao nível de funcionamento cognitivo já consolidado do indivíduo, evidenciado pela capacidade de resolver problemas de forma autônoma. A Zona de Desenvolvimento Proximal corresponde ao espaço entre esse nível já alcançado e aquele que pode ser atingido com a mediação de um adulto ou de pares mais experientes, por meio da interação social e da linguagem. Já o desenvolvimento potencial diz respeito às aprendizagens e capacidades que ainda não se encontram plenamente internalizadas, mas que podem se efetivar a partir das experiências vivenciadas na ZDP, transformando-se, posteriormente, em desenvolvimento real. Esse movimento evidencia que a aprendizagem, socialmente mediada, antecede e impulsiona o desenvolvimento cognitivo (Vygotsky, 1988, *apud* Moreira, 1999).

A adequação da perspectiva sociointeracionista (Vygotsky, 1991), ao estudo *in casu*, está na possibilidade de oferecer fundamentos para compreender a alfabetização científica como um processo de enculturação científica, isto é, de inserção progressiva dos estudantes na cultura das ciências. Sobre isso, Carvalho (2013), ao abordar o ensino de ciências por investigação, assevera que a aprendizagem ocorre pela interação social e mediação do professor, especialmente dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal, na qual o aluno aprende ao ser desafiado com problemas que consegue resolver com apoio, o que impulsiona seu desenvolvimento cognitivo. O ensino por investigação mencionado, se além a atividades planejadas em torno de problemas contextualizados, nos quais um ambiente, com mediação docente, permite que os estudantes investiguem, discutam e se apropriem da linguagem científica, desenvolvam sua alfabetização científica (Carvalho, 2013). Nessa direção, a proposta dialoga com uma perspectiva interdisciplinar, na qual diferentes áreas do conhecimento se

articulam em torno de um mesmo objeto por meio da construção de situações-problema, reconhecendo sua complexidade e demandando um processo investigativo coletivo, aberto à reelaboração contínua à medida que novas questões e compreensões emergem (Fazenda, 2015).

Ao articular pressupostos da teoria histórico-cultural de Vygotsky (1991) e a acepção de Carvalho (2013), que aproxima essa perspectiva teórica do ensino de ciências, este estudo adota uma abordagem de pesquisa qualitativa, a qual considera estruturar uma sequência de ensino investigativa para atender a todos os eventuais estudantes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Acerca dessa intencionalidade, no sentido da educação inclusiva, implica a consideração da subjetividade como dimensão constitutiva dos sujeitos – marcada por características pessoais e sociais diversas. Nesse sentido, na concepção da sequência, quando determinadas necessidades individuais demandam adaptações ou adequações para garantir a permanência digna do estudante na escola, tais ações tornar-se-ão essenciais para a promoção da equidade e do direito à aprendizagem.

Quanto a essas adaptações, previstas desde o planejamento, com o objetivo de alcançar todos os estudantes, a estrutura da sequência toma, como aporte metodológico, pressupostos da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) (Carvalho, 2013), complementados pela concepção dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), de forma a tentar romper com a lógica de um currículo padronizado e orientado para estudantes considerados típicos e viabilizar uma proposta de ensino lúdica e inclusiva, potencialmente favorável à alfabetização científica inclusiva. Para tanto, uma das formas de se implementar os princípios do DUA – os quais mencionaremos no próximo tópico – é a transposição didática Chevallard (1991).

Segundo Chevallard (1991), a transposição didática consiste no processo pelo qual o conhecimento científico elaborado, é transformado em conhecimento a ser ensinado, ou seja, adaptado para o contexto escolar e para as possibilidades de compreensão dos estudantes. Esse processo envolve seleção, simplificação e reformulação dos conteúdos, de modo que possam ser aprendidos dentro das condições pedagógicas, cognitivas e sociais da escola.

4. Aportes Metodológicos

Nesta seção explicita-se as delimitações metodológicas para este estudo. Como desdobramento de uma pesquisa de natureza qualitativa, em desenvolvimento em um curso de mestrado profissional em ensino de física, a estrutura da sequência de ensino se aporta metodologicamente em pressupostos das etapas da SEI (Carvalho, 2013) e incorpora intencionalidades, conforme os princípios do DUA (Silva et al. 2022). Por ocasião das intencionalidades inclusivas, antes de apresentar as etapas da SEI, considera-se explicitar os princípios o DUA e alguns apontamentos que permitem concebê-los como aporte complementar a estrutura metodológica da sequência de ensino.

Silva et al. (2022, p. 618) explicam que com base em estudos da neurociência são definidos três princípios para o DUA:

[...] i) possibilitar múltiplas formas apresentação do conteúdo, ii) proporcionar vários modos de ação e expressão do conteúdo pelo aluno e, iii) promover participação, interesse e engajamento na realização das atividades pedagógicas. Estes princípios servem para subsidiar a elaboração do planejamento docente voltado à prática pedagógica inclusiva, pois visam eliminar barreiras para a aprendizagem.

Ribeiro e Lustosa (2020), ao analisarem a abordagem do DUA no planejamento e na implementação de propostas didáticas em Ciências, observam que os princípios supracitados podem contribuir para o ensino, ao responderem à diversidade de ritmos e características de aprendizagem. Para eles, tal abordagem revela uma possível resignificação do papel docente – como mediador do processo de aprendizagem – e para a construção de práticas de ensino inclusivas. Ou seja, ao planejar

o ensino, considerando múltiplas possibilidades de aprendizagem, o professor amplia as oportunidades de participação e sucesso escolar, atendendo à diversidade de todos os estudantes, inclusive daqueles com deficiência ou com altas habilidades.

No entanto, é importante ressaltar que, conforme Lacerda (2020), a noção de inclusão total, muitas vezes compreendida como a presença irrestrita e homogênea de todos os estudantes em classes regulares, deve ser problematizada, especialmente quando sustenta a ideia de que princípios universais são suficientes para atender a todas as especificidades. Assim, embora o DUA represente um avanço na redução de barreiras, reconhece-se que, em determinados casos, ainda são necessárias adequações curriculares individualizadas e outras estratégias pedagógicas para responder às demandas concretas dos estudantes.

Adaptado das indicações de Carvalho (2013), para o planejamento e as interações didáticas das principais atividades que compõem as Sequências de Ensino Investigativas, a sequência de ensino apresentada neste estudo considera as seguintes etapas:

- i) Problematização inicial;
- ii) Investigação e ação experimental;
- iii) Sistematização coletiva;
- iv) Ampliação e interdisciplinaridade;
- v) Avaliação e metacognição.

A concepção dos princípios do DUA revela intencionalidades em uma perspectiva inclusiva, as quais busca-se incorporar aos objetivos da sequência de ensino em cada uma dessas diferentes etapas. Dessa forma, a proposta estrutura meios para a construção de noções iniciais e contextualizadas na vida cotidiana dos estudantes, sobre experimentos e observações circundantes às leis da termodinâmica, os quais condiciona, para as atividades lúdicas e inclusivas, um movimento de transposição didática (Chevallard, 1991) sobre esses objetos de conhecimento.

O referencial para a construção da transposição didática foi o Livro Halliday, Volume 2 – Gravitação, Ondas e Termodinâmica (4ª edição) (Halliday et al., 2001), considerando os capítulos que tratam dos conceitos de temperatura, calor e as leis da termodinâmica. A partir desses conteúdos, propõe-se uma transposição dos conceitos fundamentais das leis da termodinâmica — lei zero, primeira, segunda e terceira leis — de modo que seja aproximada da experiência diária dos alunos, sem recorrer a formalismos matemáticos ou explicações abstratas, inadequadas à faixa etária.

Dentro desta perspectiva de transposição didática, com base nos pressupostos dos referenciais metodológicos, a concepção da SEI que este artigo apresenta, inclui um jogo investigativo de “caça ao tesouro” sobre as leis da termodinâmica, a partir da seguinte situação vivenciada no ambiente escolar:

Hoje de manhã, quando os alunos chegaram à escola, todos estavam comentando a mesma coisa: Tá muito frio, professora!; Minha mão tá congelando! O banco do pátio tá gelado! Com cerca de 15 °C no Distrito Federal, até a cozinheira notou algo estranho: a água da panela demorava mais para esquentar, e o gelo do suco derreteu devagar demais! O café esfriou mais rápido! Mas o que está acontecendo com o calor?

4.1 A Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

Nesse subtópico são detalhados os procedimentos e escolhas relativos à estruturação da SEI. Antes, pelo contexto da situação vivenciada, vale explicitar as intencionalidades referentes ao público-alvo, a ambiente escolar e as características dos potenciais participantes que farão parte da implementação da SEI. Assim, a proposta está direcionada a estudantes de terceiros anos do AIEF do Centro de Ensino Fundamental Vendinha – Escola do Campo, pertencente à zona rural da Regional de Brazlândia - DF. Em relação à caracterização dos participantes, trata-se de um grupo de 25 estudantes (um estudante dentro do espectro autista, um estudante com apraxia da fala, quatro estudantes dentro do programa SuperAção¹ e os demais estudantes compõem os dados gerais da turma).

Tendo como tema As Leis da Termodinâmica sob uma abordagem lúdica voltada à alfabetização científica inclusiva, a SEI tem como objetivo geral contribuir para a promoção de práticas lúdicas e inclusivas no ensino de Ciências, de modo a atender à diversidade cognitiva, comunicacional, social e cultural da turma, favorecendo a compreensão inicial dessas partir de situações do cotidiano. Tal objetivo fundamenta-se na necessidade de promover o envolvimento progressivo dos estudantes com a ciência, rompendo com estigmas que associam o conhecimento científico apenas a personalidades consideradas “geniais”, e valorizando o aprender como um processo gradual, coletivo e mediado. Nesse sentido, a partir dessas reflexões, há a pretensão de dialogar e colaborar com docentes dos AIEF, compreendidos como agentes centrais na garantia do direito à educação científica inclusiva desde a infância.

Quanto à estrutura, a SEI foi organizada para ser desenvolvida em quatro momentos, previstos para ocorrer em dias distintos, cada um com duração aproximada de cinco horas. Estruturados em etapas, os encontros têm como eixo o jogo investigativo “Caça ao Tesouro”, o qual apresenta, na perspectiva de Carvalho (2013), situações-problema que envolvem conceitos fundamentais das leis da Termodinâmica. A organização da sequência parte de problemas do cotidiano dos estudantes e se alinha ao Currículo em Movimento da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, bem como às competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), atendendo às normativas curriculares vigentes.

Todavia, com a intencionalidade de orientar a implementação da sequência de ensino investigativo a partir dos princípios do DUA, sob uma prática investigativa socialmente mediada, busca-se garantir o acesso equitativo ao conhecimento científico e aos processos de enculturação científica desde os AIEF. Como estratégia de implementação, a SEI prevê a organização da turma em quatro grupos heterogêneos (Vermelho, Amarelo, Azul e Verde), respeitando as diferenças cognitivas, bem como os distintos estilos e ritmos de aprendizagem, em consonância com esses princípios. Nessa estrutura, os grupos assumem funções compartilhadas, favorecendo a participação ativa, a cooperação e a corresponsabilidade pelas tarefas entre todos os estudantes.

Na perspectiva do referencial teórico adotado neste estudo, essa organização busca favorecer a interação social, a mediação entre pares e a aprendizagem em contextos coletivos, além da criação de condições para o trabalho interdisciplinar, articulado aos saberes de diferentes áreas em situações investigativas. Embora cada encontro tenha previsão de etapas que privilegiam a avaliação, de maneira geral, a SEI pauta essa etapa no sentido contínuo e processual, a fim de valorar as aprendizagens construídas ao longo das atividades investigativas. Essa valoração baseia-se na observação de hipóteses, explicações, cooperação nos grupos e na capacidade de articular saberes

¹ Aprovado pela Portaria n.º 133, de 15 de fevereiro de 2023, publicada no Diário Oficial do Distrito Federal n.º 34, de 16 de fevereiro de 2023, o Programa SuperAção: Atendimento aos Estudantes em Situação de Incompatibilidade Idade/Ano, para atender estudantes com dois ou mais anos de atraso em relação ao ano escolar esperado do ensino fundamental tem como objetivo contribuir para a recuperação e a progressão das aprendizagens, possibilitando, a esses estudantes, a reconstrução das suas trajetórias escolares e proporcionando o fluxo escolar adequado para todos com sucesso (Distrito Federal, 2023).

relacionados às Ciências. Serão considerados diferentes modos de expressão (oral, corporal, escrita, visual), respeitando o tempo e as particularidades de cada estudante, com ênfase na inclusão. Os recursos, à luz dos princípios do DUA, contemplam artefatos visuais (pictogramas, instruções ilustradas); linguagem adaptada e mediação por pares e professores; e atividades multissensoriais. Ao final, os registros (como anotações, vídeos, mapas, cartazes, atividades escritas, relatos gravados e entrevistas) servirão como material para síntese do percurso de avaliação e reflexão.

4.2 Organização dos momentos

Como descrito anteriormente, a SEI está estruturada em quatro momentos, que são apresentados nos quadros seguintes, acompanhados de comentários, *a priori*, à sua implementação.

Quadro 1. Estrutura do primeiro momento

1º Momento da SEI – “O frio chegou! Mas para onde foi o calor?”	
Etapas da SEI (conforme os princípios do DUA)	Organização das situações de aprendizagem (seguindo as múltiplas formas de apresentação de uma situação conforme do DUA)
1 - Problematização inicial (múltiplas formas de apresentação)	Acolhida e rotina: escuta dos estudantes e registro coletivo das percepções sobre a temperatura do período da manhã, articulando noções de tempo por meio do calendário e do relógio. Leitura e linguagem: trabalho com o gênero textual <i>relato investigativo</i>, observação do termômetro e registro das perguntas formuladas pelos estudantes. Mediação docente: organização das falas, sistematização inicial da pergunta que deu origem a SEI e da pergunta deste primeiro momento.
2 - Investigação e ação experimental (Múltiplos modos de ação e expressão)	Caça ao Tesouro – Lei Zero: decodificação de charada para deslocamento até o local do desafio experimental, utilizando um mapa como referência espacial. Desafio experimental: manipulação de garrafas PET com água quente e fria; observação das sensações térmicas e uso do termômetro para comparação de temperaturas.
3 - Sistematização coletiva (Engajamento)	Registros: relatos orais e síntese coletiva das descobertas, com retomada das perguntas iniciais e organização das explicações construídas pelo grupo.
4 - Ampliação e interdisciplinaridade (Múltiplos modos de ação e expressão)	Fechamento da aula: atividade interdisciplinar escrita e/ou oral individualizada, envolvendo: interpretação e reconhecimento do gênero textual trabalhado; produção de lista de palavras relacionadas à mudança de temperatura; resolução de situações-problema envolvendo variação de temperatura com adição e subtração. Encaminhamento para casa: registro de temperaturas em diferentes horários, relacionando ciência e cotidiano familiar.
5 - Avaliação e metacognição (Múltiplos modos de ação e expressão)	Avaliação e registro (final): Preenchimento do diário de bordo, produção de relatos orais e escritos e síntese coletiva das aprendizagens.

Fonte: Produção dos autores

De acordo a estrutura apresentada no Quadro 1, o desenvolvimento do primeiro momento da SEI, na etapa de problematização, poderão ser atingidos objetivos tais como, mobilização de conjecturas em relação às sensações térmicas do cotidiano e fenômenos naturais, a partir de conhecimentos prévios sobre temperatura e energia. O desenvolvimento da escuta, do diálogo e da participação coletiva na formulação de questões investigativas são aspectos que, à luz dos princípios

do DUA, poderão favorecer múltiplas formas de apresentação do conhecimento, como conversa oral, registros coletivos, observação do termômetro e uso de instrumentos sociais (calendário e relógio). Sob a perspectiva sociointeracionista, os estudantes serão considerados dentro da zona de desenvolvimento real (Moreira, 1999), expressando percepções cotidianas por meio da linguagem comum, enquanto a mediação docente organizará essas falas, convertendo curiosidades iniciais em problemas investigáveis sob a ótica de interações comuns à ZDP, sem antecipação de respostas.

Na etapa de investigação e ação experimental, os objetivos serão concentrados na exploração de fenômenos térmicos por meio de experimentos, com observação, comparação e registro da transferência de calor, potencialmente favoráveis à compreensão do calor como energia em trânsito e o reconhecimento de situações de equilíbrio térmico. Nessa etapa, os princípios do DUA serão incorporados por múltiplos modos de ação e expressão, envolvendo a manipulação de materiais, o uso do corpo, a oralidade e os registros pictóricos. Do ponto de vista histórico-cultural, o trabalho em grupo, o jogo investigativo e a experimentação poderão viabilizar a atuação na ZDP, com a mediação docente, de forma a orientar a observação, provocar comparações e apoiar a formulação de hipóteses, sem conduzir conclusões imediatas.

Nas etapas de sistematização coletiva e ampliação interdisciplinar — sendo a primeira compreendida como o momento em que os grupos socializam as compreensões construídas ao longo da sequência, possibilitando a organização e a consolidação dos conhecimentos com a mediação docente, e a segunda entendida como a articulação intencional entre diferentes áreas do conhecimento para aprofundar o tema estudado, estendendo a discussão para além do jogo e integrando outros momentos da sala de aula — os estudantes organizarão e interpretarão, de forma compartilhada, os registros e as observações produzidos ao longo da investigação. O engajamento poderá ser fortalecido pela autoria coletiva e pela valorização das contribuições individuais, como previsto nos princípios do DUA. Esse processo de explicações, inicialmente fragmentadas, poderá, progressivamente, ser reorganizado por meio das interações entre pares e da mediação docente, um avanço para o nível de desenvolvimento potencial (Moreira, 1999), no qual os estudantes utilizarão o conhecimento científico para interpretar uma situação do cotidiano.

A etapa de avaliação e metacognição, na qual os estudantes registrarão e comunicarão suas descobertas e conclusões por diferentes meios, explicitará o percurso investigativo realizado, *via* jogo investigativo de caça ao tesouro. A avaliação se dará dentro de um processo formativo, valorando a participação, o erro e o processo de aprendizagem de forma coletiva e individual. Com o apoio da mediação docente e das interações sociais, os estudantes refletirão sobre suas ideias iniciais e finais. Esse processo de reconhecer os avanços conceituais e procedimentais poderá apresentar indícios de compreensão intrapessoal do conhecimento (Sato, 2019) e o fortalecimento de uma relação positiva com o aprender em Ciências.

Quadro 2. Estrutura do segundo momento

2º Momento da SEI – “O calor some?”	
Etapas da SEI (conforme os princípios do DUA)	Organização das situações de aprendizagem (seguindo as múltiplas formas de apresentação de uma situação conforme do DUA)
1 - Problematização inicial (múltiplas formas de apresentação)	Acolhida e rotina: Socialização das observações realizadas em casa, com compartilhamento das percepções dos estudantes sobre temperatura em diferentes horários do dia. Retomada da situação problema. Análise coletiva dos dados: Construção coletiva de um gráfico simples (temperatura × horário) e identificação de padrões, leitura e interpretação inicial dos dados levantados.

	Leitura e linguagem: Trabalho com o gênero textual entrevista, a partir da leitura e interpretação de uma entrevista fictícia com a “energia”; elaboração de perguntas relacionadas ao calor, organizadas no formato de entrevista a ser realizada com funcionários da cozinha da escola.
2 - Investigação e ação experimental (Múltiplos modos de ação e expressão)	Caça ao Tesouro – Primeira Lei: Discussão orientadora: “ <i>Se o gelo derreteu, o calor veio de onde e foi para onde?</i> ”. Decodificação da charada: “ <i>Não tenho pernas, mas sei caminhar, de um lado pro outro, começo a viajar. Quando toco o metal, fico ligeiro, levo meu calor por todo o caminho inteiro. Agora sigam a pista com muita atenção, lá no X azul, tem uma nova missão!</i> ” Desafio experimental: Realização do experimento com gelo sobre colheres de metal e plástico, observando a transferência de calor.
3 - Sistematização coletiva (Engajamento)	Registros: Realização da entrevista com funcionários da cozinha da escola com perguntas relacionadas ao calor – atividade em grupo; apresentação de síntese sobre as respostas coletadas.
4 - Ampliação e interdisciplinaridade (Múltiplos modos de ação e expressão)	Fechamento da aula: Atividade interdisciplinar escrita e/ou oral individualizada (Língua portuguesa, matemática e ciências). - Interpretação e reconhecimento do gênero textual; resolução de situação problema envolvendo noções de medida de tempo e temperatura. Encaminhamento para casa: Investigação em casa sobre recipientes que conservam calor.
5 - Avaliação e metacognição (Múltiplos modos de ação e expressão)	Avaliação e registro (final): Registros escritos e síntese oral coletiva.

Fonte: Produção dos autores

De acordo com a organização do segundo momento da SEI, como consta no Quadro 2, a etapa de problematização inicial tem como objetivo favorecer a mobilização dos conhecimentos dos estudantes sobre a relação entre temperatura e horário do dia em situações reais. A acolhida e a rotina escolar podem constituir espaços de escuta e socialização das observações realizadas em casa, a partir da retomada da situação-problema. A análise coletiva dos dados intenciona a construção e a interpretação de uma representação gráfica de temperatura em função do horário. O trabalho com o gênero textual entrevista é uma estratégia para ampliar as formas de apresentação do conhecimento, por meio da leitura, da interpretação e da elaboração colaborativa de perguntas direcionadas aos funcionários da cozinha da escola. Sob a perspectiva sociointeracionista, os estudantes podem expressar concepções cotidianas situadas no nível de desenvolvimento real (Moreira, 1999), e a mediação docente organiza essas falas e, possivelmente, convertê-las em problemas investigáveis, no âmbito da ZDP.

Na etapa de investigação e ação experimental, a sequência assumirá um caráter lúdico por meio do caça ao tesouro científico estruturada com charadas, mapas e desafios experimentais. A discussão orientadora e a decodificação da charada têm a intenção de conduzir os estudantes à realização do experimento com gelo sobre colheres de metal e plástico. Esse experimento poderá favorecer a compreensão do calor como forma de energia em trânsito que não se cria nem se destrói; apenas se transforma. Intencionalmente, sob os princípios do DUA, busca-se a manifestação de múltiplos modos de ação e expressão, com uso de materiais, linguagem oral, registros escritos e pictóricos. O trabalho em grupo e a mediação docente sustentam a análise dos fenômenos e a formulação de hipóteses, no sentido daquilo que define a ZDP.

A sistematização coletiva e a ampliação interdisciplinar, uma etapa das etapas, possibilitará a organização e a interpretação compartilhada dos registros produzidos, articulando Ciências, Língua Portuguesa e Matemática. A realização das entrevistas, a apresentação de sínteses coletivas e as atividades escritas e orais podem favorecer a consolidação dos conceitos investigados e a mobilização do conhecimento a situações do cotidiano, inclusive no contexto familiar.

Na etapa de avaliação e metacognição, os estudantes poderão apresentar suas conclusões por diferentes meios, de forma a explicitar o percurso investigativo da sequência. Nesse processo, a avaliação ocorrerá de forma processual e formativa, valorizando a participação, o diálogo e o erro como elementos constitutivos da aprendizagem científica, além de favorecer a reflexão sobre os avanços conceituais, procedimentais e atitudinais.

Quadro 3. Estrutura do terceiro momento

3º Momento da SEI – “Será que o calor se perde mesmo?”	
Etapas da SEI (conforme os princípios do DUA)	Organização das situações de aprendizagem (seguindo as múltiplas formas de apresentação de uma situação conforme do DUA)
1 - Problematização inicial (múltiplas formas de apresentação)	Acolhida e rotina: Discussão das investigações realizadas em casa: roda de conversa; Mediação docente: organização das falas, sistematização inicial da pergunta que deu origem a SEI e da pergunta deste momento; contextualizando a situação- problema com as investigações realizadas em casa. Leitura e linguagem: Gênero textual – Bilhete: Leitura de bilhete explicativo sobre a direção espontânea do calor.
2 - Investigação e ação experimental (Múltiplos modos de ação e expressão)	Caça ao Tesouro – Segunda Lei: Charadas sobre o caminho espontâneo do calor; deslocamento pelos espaços da escola seguindo mapa. Desafio experimental: Cada grupo observa e compara o comportamento do chocolate em condições variadas, como: exposição direta ao sol; sombra; sobre superfície escura; sobre superfície clara ou refletora. Derretimento do chocolate: Comparação entre diferentes superfícies e condições térmicas. Discussão: rapidez do derretimento e direção do calor.
3 - Sistematização coletiva (Engajamento)	Registros: Organização das observações, comparação de condições térmicas e construção coletiva de explicações iniciais sobre rapidez do derretimento e direção do calor.
4 - Ampliação e interdisciplinaridade (Múltiplos modos de ação e expressão)	Fechamento da aula: Atividade interdisciplinar escrita e/ou oral individualizada (Língua portuguesa e ciências). - Interpretação e reconhecimento do gênero textual; reescrita de bilhete fazendo correções referentes a utilização de letras maiúsculas e minúsculas; produção de bilhete para geladeira, no sentido de pedir informações sobre seu funcionamento; Encaminhamento para casa: Bilhete escrito para geladeira para ser socializado com a família, objetivando o incentivo a economia de energia elétrica e a preservação ambiental.
5 - Avaliação e metacognição (Múltiplos modos de ação e expressão)	Avaliação e registro (final): Registros em diário de bordo e socialização das conclusões.

Fonte: Produção dos autores

No terceiro momento da SEI, intitulado “*Será que o calor se perde mesmo?*”, conforme o Quadro 3, a etapa de problematização inicial promoverá a socialização das investigações realizadas em casa, por meio de roda de conversa, como uma estratégia para a explicitação das concepções dos

estudantes sobre a direção espontânea do calor. A mediação docente, que organizará as falas e sistematizará a pergunta que orienta a sequência e a questão específica deste momento. Essa mediação articulará à situação-problema a partir das experiências do cotidiano. A estratégia de propor a leitura de um bilhete explicativo sobre a direção espontânea do calor tem como objetivo ampliar as formas de apresentação do conhecimento e articular a linguagem científica à linguagem cotidiana, conforme os princípios do DUA.

Na etapa de investigação e ação experimental, o caça ao tesouro científico, associado à Segunda Lei da Termodinâmica, estruturar-se-á por meio de charadas sobre o caminho espontâneo do calor e do deslocamento orientado pelos espaços da escola com apoio de mapas que mobilizarão múltiplos modos de ação e expressão, conforme o DUA. O desafio experimental envolverá a observação e a comparação do derretimento do chocolate em diferentes condições térmicas e superfícies, a fim de permitir a análise da rapidez do processo e da direção da transferência de calor. Os múltiplos modos de ação e expressão são concebidos com a intencionalidade de favorecer a participação ativa dos estudantes – com a mediação docente – orientada à observação e à comparação dos fenômenos. Nesse contexto, as interações entre pares e a mediação docente situarão as atividades na ZDP para, possivelmente, promover a transição do conhecimento do nível real para o nível de desenvolvimento potencial (Moreira, 1999).

Na etapa de sistematização coletiva e ampliação interdisciplinar, as atividades propostas terão como objetivos identificar e interpretar a direção espontânea do calor, relacionar diferentes condições térmicas ao comportamento dos materiais e mobilizar conhecimentos relacionados à compreensão do calor como uma forma de energia em trânsito. A proposta, interdisciplinar no sentido de buscar mobilizar habilidades relativas à Língua Portuguesa e às Ciências, poderá possibilitar o reconhecimento e a produção do gênero textual bilhete. Uma oportunidade de revisar aspectos ortográficos e de utilizar a escrita como forma de comunicação científica. Além disso, no sentido da sistematização experimental, os estudantes poderão, por exemplo, relacionar o funcionamento da geladeira ao consumo consciente de energia elétrica, uma possibilidade de estabelecer conexões entre fenômenos físicos, práticas sociais e preservação ambiental.

Na etapa de avaliação e metacognição, os registros em diário de bordo e a socialização das conclusões são vistas como oportunidades de explicitar o percurso investigativo, valorizar a participação e promover a reflexão sobre as ideias iniciais e finais dos estudantes, dentro de uma perspectiva formativa e inclusiva.

Quadro 4. Estrutura do quarto momento

4º Momento da SEI – Alguns estão acreditando que o frio está roubando o calor da escola... Mas será que isso é verdade? Ou o calor está apenas seguindo regras que ainda não entendemos?	
Etapas da SEI (conforme os princípios do DUA)	Organização das situações de aprendizagem (seguindo as múltiplas formas de apresentação de uma situação conforme do DUA)
1 - Problematização inicial (múltiplas formas de apresentação)	Acolhida e rotina: Retomada das aprendizagens construídas ao longo da sequência, discussão sobre consumo de energia sobre relato dos estudantes e família. Mediação docente: Discussão sobre respostas dadas no decorrer do desenvolvimento da sequência em relação a problemática inicial. Leitura e linguagem: Gênero textual – Poema: Leitura de poema sobre as leis da termodinâmica com o objetivo de colaborar com as respostas dos estudantes registradas em diário de bordo sobre a problemática inicial.
2 - Investigação e ação experimental	Caça ao Tesouro – Terceira Lei: organiza-se os grupos para terminarem o caça ao tesouro, no qual charadas, mapas, desafios e experimentos demonstrativos estruturam

(Múltiplos modos de ação e expressão)	um percurso investigativo progressivo. Ao longo das etapas, os estudantes exploram, de forma simbólica e mediada, conceitos relacionados à organização molecular, aos limites do resfriamento e à transferência de calor. Desafio experimental: Experimento simbólico com água nos três estados físicos e analogia com bolinhas de gude. Discussão sobre organização das partículas.
3 - Sistematização coletiva (Engajamento)	Registros: Desvendando a charada através de pistas - construção coletiva: O calor não é "roubado" pelo frio,/ele apenas se move naturalmente do quente / para o frio,/ obedecendo leis da natureza – frase dividida em pedaços e escondidas em pontos indicados pelo mapa. Cada grupo é encarregado de achar um pedaço. Somente poderão ter acesso à última charada para encontrar o baú do tesouro, quando todos os grupos estiverem com o pedaço da frase e conseguirem juntá-los. Conclusão e tesouro simbólico: Baú com medalhas, doces e objetos científicos - todos serão contemplados com o conteúdo do tesouro. A descoberta coletiva simboliza a construção compartilhada do conhecimento.
4 - Ampliação e interdisciplinaridade (Múltiplos modos de ação e expressão)	Fechamento da aula: Atividade interdisciplinar escrita e/ou oral individualizada (Língua portuguesa, ciências). - Interpretação e reconhecimento do gênero textual; revisando todos os conceitos abordados na SEI sobre as leis da termodinâmica, avaliação da sequência didática.
5 - Avaliação e metacognição (Múltiplos modos de ação e expressão)	Avaliação e registro (final): Registros em diário de bordo e socialização das conclusões de múltiplas formas: oral, desenho, escrito.

Fonte: Produção dos autores

Nesse último momento da SEI, conforme o Quadro 4, a problematização inicial retomará as aprendizagens construídas ao longo de toda a sequência e prevê um espaço para uma discussão orientada sobre consumo de energia, a partir dos relatos dos estudantes. A mediação docente está prevista no sentido de promover a retomada das respostas construídas ao longo da SEI, em relação à problemática inicial, e de favorecer a institucionalização das ideias científicas desenvolvidas. A leitura de um poema sobre as leis da termodinâmica é incorporada como forma de ampliar os meios de apresentação do conhecimento, ao articular a linguagem literária e a linguagem científica. Essa estratégia, poderá contribuir para a revisão e o aprofundamento das respostas registradas no diário de bordo.

Na etapa de investigação e ação experimental – na finalização do jogo caça ao tesouro científico, associada à terceira lei da termodinâmica – os estudantes se organizarão em grupos para percorrer as últimas etapas do jogo investigativo. Charadas, mapas, desafios e experimentos demonstrativos estruturam um percurso progressivo, pelo qual os estudantes explorarão, de forma simbólica e mediada, conceitos relacionados à terceira lei. Dentro desta abordagem, os conhecimentos serão mediados sob uma linguagem acessível à faixa etária e ao cotidiano dos estudantes. Conceitos relativos ao tema poderão ser abordados, por exemplo, em falas como: “*Quando algo esfria, as partículas se movimentam menos*”; “*No frio extremo, elas ficam quase paradas e organizadas*”.

Na sistematização coletiva, os registros têm como objetivo possibilitar a construção compartilhada da explicação final da sequência, por meio do desvendamento da charada e da reunião das pistas distribuídas pelos espaços da escola. A construção coletiva da frase-síntese permitirá compreender que o calor não é “roubado” pelo frio, mas se transfere espontaneamente do corpo mais quente para o mais frio, em conformidade com leis naturais. A descoberta do baú do tesouro, com medalhas, doces e objetos científicos, simbolizará a construção coletiva do conhecimento e a valorização do trabalho colaborativo. As interações sociais, o uso de linguagem acessível à faixa etária e os registros coletivos favorecerão a transição dos conhecimentos da ZDP para o nível de desenvolvimento potencial.

Na ampliação interdisciplinar, as atividades escritas e orais objetivam reconhecimento e interpretação do gênero textual poema, como meio para institucionalizar os conceitos científicos abordados ao longo da SEI e avaliar o percurso formativo. A proposta, que articulará Ciências e Língua Portuguesa, poderá favorecer a concepção do uso da linguagem como instrumento de comunicação científica, reflexão crítica e expressão dos conhecimentos construídos.

Na etapa de avaliação e metacognição, os registros em diário de bordo e a socialização das conclusões, por meio da oralidade, do desenho e da escrita, poderão levar os estudantes a refletirem sobre o percurso investigativo vivenciado, a reconhecerem avanços conceituais e procedimentais e a conceberem uma relação positiva com o conhecimento científico. Sob um contexto de cooperação e aprendizagem interdisciplinar, esse processo contempla múltiplas formas de apresentação do conhecimento e alinha-se aos princípios do DUA.

5. Limitações e Perspectivas Futuras

Apesar da proposta ter o objetivo maior de apresentar contribuições dentro de uma perspectiva inclusiva sustentada por referenciais teóricos e metodológicos bem consolidados, ela não representa, por si só, uma receita para a alfabetização científica inclusiva, uma vez que trata-se de processos educativos que envolvem dimensões humanas complexas, dinâmicas e historicamente situadas.

No entanto, ressalta-se que tais aspectos são considerados desde a concepção da própria SEI, na medida em que as discussões apresentadas, *a priori*, assumem o caráter de possibilidades e reflexões iniciais. Destaca-se, nesse contexto, a articulação entre os referenciais teóricos, metodológicos e os recursos mobilizados, entendendo-se que é essa integração que poderá conferir maior consistência e favorecer o êxito das análises dos resultados da proposta. Para os resultados, não se pressupõe, previamente, que sejam satisfatórios, mas, sim a construção de informações que poderão revelar tanto potencialidades quanto limitações.

Em relação a aportes metodológicos relacionados ao DUA, é preciso considerar limitações referentes à natureza estrutural, principalmente quando considerada a realidade brasileira e a forma como a inclusão é compreendida no país. Esse aspecto nem sempre se encontra claramente definido na adaptação de modelos oriundos de outros contextos educacionais. No caso do DUA, sua sistematização está vinculada às diretrizes do CAST (Center for Applied Special Technology), nos Estados Unidos, cujo sistema educacional se organiza a partir de diretrizes próprias que podem divergir daquelas que orientam as políticas de inclusão no Brasil. Dessa forma, a transposição direta desse referencial pode desconsiderar especificidades, exigindo uma visão crítica e contextualizada para que sua implementação não se reduza a uma aplicação desarticulada da realidade. Ainda assim, essa mesma condição não se configura apenas como limitação, mas também como um elemento que desafia e qualifica a proposta, ao demandar sua ressignificação à luz das particularidades do contexto brasileiro.

Nesse sentido, considerar-se-á, ainda, ampliar o olhar sobre a inclusão, ao reconhecer que os estudantes não vivenciam apenas uma única condição de pertencimento. Muitos deles encontram-se atravessados, simultaneamente, por diferentes marcadores sociais, como, por exemplo, viverem na zona rural, apresentarem deficiência, pertencerem a grupos historicamente marginalizados, serem marcados por desigualdades de gênero ou integrarem outros grupos minoritários. Essas dimensões se articulam e produzem experiências singulares de escolarização, reforçando a necessidade de práticas de ensino que considerem a diversidade humana em sua complexidade e que sejam capazes de responder a essas múltiplas condições de forma integrada, o que, em determinados casos, pode implicar a adoção de adequações curriculares, de modo a garantir condições mais equitativas de participação e aprendizagem.

Nesse sentido, como perspectiva futura, espera-se que, após a implementação da proposta, a análise dos resultados produza informações que contribuam para o avanço das discussões sobre inclusão e alfabetização científica em diferentes contextos. Almeja-se, ainda, que a proposta favoreça a aproximação dos estudantes com a ciência, especialmente a Física, de modo a garantir, desde cedo, o direito de acesso ao conhecimento científico. Ao mesmo tempo, espera-se que o estudo possibilite avaliar a eficácia das estratégias adotadas, evidenciando suas potencialidades e limites e reforçando a alfabetização científica inclusiva como caminho para a enculturação científica.

Para tanto, a análise dos dados será orientada pela Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin (2011), de natureza predominantemente qualitativa, estruturada em etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, com a definição de categorias analíticas tanto *a priori*, com base no referencial teórico, quanto *a posteriori*, decorrentes dos dados, permitindo uma interpretação sistemática dos resultados produzidos.

6. Considerações Finais

Este artigo, oriundo de desdobramentos de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), tem como objetivo central contribuir para a reflexão sobre o ensino de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, a partir de uma perspectiva de alfabetização científica inclusiva. Nesse sentido, o estudo busca, a partir dessas reflexões, dialogar e colaborar com estudantes dos AIEF, compreendidos como agentes centrais na garantia do direito à educação científica inclusiva desde a infância.

Parte-se da compreensão de que o contato precoce com conhecimentos científicos, quando planejado de forma intencional e sensível à diversidade, pode ampliar as possibilidades de participação dos estudantes e favorecer uma relação mais próxima e menos excludente com a ciência, especialmente, no âmbito deste estudo, com a física. Nesse sentido, a exploração de objetos de conhecimento da física, de maneira lúdica e inclusiva, constituiu uma possibilidade para potencialmente contribuir no fortalecimento do ensino de ciências como um todo, propor uma estrutura de sequência de ensino para ampliar o repertório conceitual das crianças sem fragmentar conhecimentos ou antecipar formalismos.

A proposta apresentada buscou se apoiar em referenciais teóricos compreendendo a aprendizagem como um processo social, culturalmente mediado e historicamente situado, na perspectiva histórico-cultural (sociointeracionista) de Vygotsky (1991), que reconhece o desenvolvimento humano emergente da construção de interações sociais mediadas pela linguagem, pelos instrumentos culturais e pela atuação do outro mais experiente. Articula-se, ainda, as contribuições dessa perspectiva teórica ao ensino de ciências (Carvalho, 2013), para a promoção de ambientes viáveis à alfabetização científica, entendida como um processo de enculturação científica no qual os estudantes são progressivamente inseridos nas práticas, linguagens e modos de pensar próprios da ciência (Colombo et al., 2016).

Nesse contexto, o ensino por investigação (Carvalho, 2013) foi assumido, por meio de uma sequência estruturada por etapas, como organização metodológica que, intencionalmente, buscou contemplar de diferentes ritmos, linguagens e formas de aprender, ao acercar-se e incorporar princípios do DUA, para orientar o planejamento e a organização da proposta. Ao orientar a diversificação de formas de engajamento, representação e expressão, esses princípios podem contribuir para a construção de ambientes de aprendizagem acessíveis e flexíveis, capazes de atender à diversidade presente na sala de aula, ainda que apresentem limites em sua aplicação.

O trabalho com conceitos científicos nos anos iniciais exige do professor o uso de ferramentas metodológicas que viabilizem a transposição didática, entendida, segundo Chevallard, como a transformação do saber científico em conhecimento ensinável e significativo no contexto escolar.

Esse processo demanda escolhas intencionais e reorganização dos conteúdos, articulando-se à interdisciplinaridade, uma vez que a compreensão dos fenômenos científicos, nessa etapa, se constrói a partir do diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, favorecendo a alfabetização científica.

Neste estudo, ao apresentar uma SEI para o ensino de noções sobre conceitos relativos às leis da termodinâmica, para a dimensão formativa, voltada aos professores, é uma possibilidade de provocar reflexões sobre práticas para ensino de ciências que considerem a inclusão como princípio e não como exceção. Ao mesmo tempo, no sentido da aprendizagem dos estudantes, a estrutura da apresentada pode ser uma oportunidade de promovê-la com a participação ativa e o acesso equitativo aos conhecimentos científicos.

Por fim, mesmo compreendendo que a proposta tem seus limites e desafios, este trabalho reafirma a importância de uma alfabetização científica inclusiva comprometida com a formação de sujeitos que se reconheçam como participantes legítimos da cultura científica. Ao valorizar o ensino de ciências nos AIEF e evidenciar a presença dos objetos de conhecimento da física nesse contexto, espera-se contribuir para que tais objetos deixem de ser percebidos como distantes, inacessíveis ou restritos a determinados perfis de estudantes. Assim, almeja-se favorecer movimentos de enculturação científica, nos quais a ciência é compreendida como parte da experiência humana e do cotidiano de todos, reconhecendo que tais processos só se tornam viáveis por meio do engajamento, do interesse e da participação ativa dos envolvidos no processo.

7.Referências

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2016.

Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Presidência da República. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>.

Brasil. (2025). *Decreto nº 12.686, de 20 de outubro de 2025. Dispõe sobre a política de educação inclusiva e a oferta da educação especial no sistema educacional brasileiro*. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/decreto/d12686.htm.

Briccia, V., & Moreira, S. (2018). Formação continuada de professores de ciências: indicando caminhos. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis*, 1(1), 32–42. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/8719>.

Bueno, J. G. S. (1999). Crianças com necessidades educativas especiais, política educacional e a formação de professores: generalistas ou especialistas? *Revista Brasileira de Educação Especial*, 3(5), 7–25. http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65381999000100002.

Campos, B. S., Silva, R., & Santos, M. (2012). Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34, 1-15. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/D4YZPK6f3J4zJwCVFxsdrGh/?format=html&lang=pt>.

Carvalho, A. M. P. de. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In A. M. P. de Carvalho (Org.), *Ensino de ciências por investigação: Condições para o ensino em sala de aula* (pp. 1–20). Cengage Learning.

Chaiklin, S. (2011). A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vygotsky sobre aprendizagem e ensino. *Psicologia em Estudo*, 16(4), 659–675. <https://www.scielo.br/j/pe/a/jCGfKbkrHPCr8KyZD4xjB3C/?format=pdf&lang=pt>.

- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique: Du savoir savant au savoir enseigné* (2ª ed.). La Pensée Sauvage.
- Colombo, P. J. D., Lourenço, A. B., Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2016). Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 489–507. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/200>.
- Costa, E. L. da. (2018). *Desenho universal para a aprendizagem no ensino de ciências: estratégias para o estudo do sistema digestório* [Dissertação de mestrado profissional, Universidade Federal do Pampa]. <https://repositorio.unipampa.edu.br/items/6888691e-cccc-4bc4-8bd2-7733e0>.
- Distrito Federal. (s.d.). *Currículo em movimento da educação básica: Ensino fundamental – anos iniciais*. Secretaria de Estado de Educação (SEEDF). https://www.educacao.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/Curriculo_em_movimento_do_Distrito_Federal_Ensino_fundamental_2018.pdf.
- Distrito Federal. (2023). *Programa SuperAção 2023* (Versão Final). Secretaria de Estado de Educação (SEEDF). https://www.educacao.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/programa_superacao_vf_2023.pdf.
- Fazenda, I. C. A. (2015). Interdisciplinaridade: Didática e Prática de Ensino. *Interdisciplinaridade. Revista Do Grupo De Estudos E Pesquisa Em Interdisciplinaridade*, (6), 9–17. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade/article/view/22623>
- Glat, R. (2007). *Educação inclusiva: Cultura e cotidiano escolar*. 7letras.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2001). *Fundamentos de física: Gravitação, ondas e termodinâmica* (4ª ed., Vol. 2). LTC.
- Hamlin, M., & Wisneski, D. B. (2012). Supporting the scientific thinking and inquiry of toddlers and preschoolers through play. *Young Children*, 67(3), 82–88. <https://scienceinprek.si.edu/sites/default/files/NAEYC%20Science%20Article%20%281%29.pdf>.
- Lacerda, L. (2020). *Inclusão total e educação inclusiva* [Material de curso]. Educação Especial Inclusiva: Conceitos, Evidências e Práticas Contemporâneas. <https://1drv.ms/u/s!AlIaDfbbpRvhhRFXvPvY9T9KvHac8w?e=9ajEQr>.
- Lima, M. A. M. (2003). A avaliação dinâmica-dialógica do ensino-aprendizagem e as contribuições do sociointeracionismo em Vygotsky. In B. C. Mc Donald (Org.), *Esboços em avaliação educacional* (pp. 98–120). Editora UFC. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/44760>.
- Lippe, E. M. O., & Camargo, E. P. de. (2009). O ensino de ciências e seus desafios para a inclusão: o papel do professor especialista. In R. Nardi (Org.), *Ensino de ciências e matemática I: Temas sobre a formação de professores* (pp. 133–143). Editora UNESP. <https://books.scielo.org/id/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044-09.pdf>.
- Lorenzetti, L., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 45–61. <https://www.scielo.br/j/eped/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=html&lang=pt>.
- Luckesi, C. C. (2017). *Ludicidade e aprendizagens: a experiência lúdica na educação*. Revista Com Censo, 4(3), 100–102.

Lustosa, F. G., & Ribeiro, D. M. (2020). Inclusão de estudantes com deficiência no ensino superior: exigências de reconfiguração de saberes, concepções e práticas docentes. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 15(esp. 2), 1523–1537.

<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/13825>.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. EPU

[Teorias Da Aprendizagem de Marco Antonio Moreira](#)

Riboli, C., & Pertuzzatti, M. T. (2025). Educação especial inclusiva e políticas públicas: avanços, desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 31(2), 1–22.

<http://educa.fcc.org.br/pdf/rbee/v31/1413-6538-rbee-31-e0156.pdf>.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333–352. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445/263>.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77.

<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246/172>.

Sato, M. de S. (2019, 25-28 de junho). *A análise de discurso contextualizada no processo de internalização a partir do uso da ZDP como ferramenta de análise do pensamento* [Trabalho apresentado]. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Natal, RN, Brasil.

https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/lista_area_07_1.htm.

Silva, K. R. da, Sanzovo, D. T., & Lucas, L. B. (2022). Desenho universal para aprendizagem no ensino de ciências – anos finais do ensino fundamental: uma revisão sistemática de literatura. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 23(4), 617–623.

<https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/9706/6555>.

Souza, R. A. de, Lanfranco, Á. C. P. M., & Fortunato, I. (2020). Ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental: um estado do conhecimento. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 7(5), 42–57. <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/58>.

UNESCO. (2003). *A ciência para o século XXI: Uma nova visão e uma base de ação*. UNESCO; ABIPTI. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131550_por.

Vygotsky, L. S. (1991). *A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores* (M. Cole, S. Scribner, V. John-Steiner, & E. Soubberman, Trans.). Martins Fontes. (Obra original publicada em 1978).

https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos-acad/forum/X_Forum/LIVRO.VYGOTSKY.FORMACAO.MENTE.pdf.