

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Jean Carlos Nicolodi

APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA
DIDÁTICA SOCIOINTERACIONISTA PARA
ABORDAR CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA

Passo Fundo

2021

Jean Carlos Nicolodi

APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA
DIDÁTICA SOCIOINTERACIONISTA PARA
ABORDAR CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação do professor Dr. Luiz Marcelo Darroz e coorientação da professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Passo Fundo

2021

CIP – Catalogação na Publicação

N651a Nicolodi, Jean Carlos

Aprender ensinando como estratégia didática sociointeracionista para abordar conceitos de física térmica / Jean Carlos Nicolodi. – 2021.

122 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz.

Coorientadora: Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2021.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Ensino - Meios auxiliares.
3. Didática. 4. Ensino - Metodologia. I. Darroz, Luiz Marcelo, orientador. II. Rosa, Cleci Teresinha Werner da, coorientadora.
III. Título.

CDU: 372.853

Catalogação: Bibliotecário Luís Diego Dias de S. da Silva – CRB 10/2241

Jean Carlos Nicolodi

APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA SOCIOINTERACIONISTA PARA ABORDAR CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA

A banca examinadora abaixo APROVA, em 26 de fevereiro de 2021, a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Práticas educativas em ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Luiz Marcelo Darroz – Orientador
Universidade de Passo Fundo

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa - Coorientadora
Universidade de Passo Fundo

Dra. Ivanise Maria Rizzatti
Universidade Estadual de Roraima

Dr. Carlos Ariel Samudio Perez
Universidade de Passo Fundo

Dr. Marco Antonio Sandini Trentin
Universidade de Passo Fundo

RESUMO

Este texto refere-se a um estudo investigativo desenvolvido no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). O estudo teve como objetivo investigar as potencialidades de uma sequência didática que visa promover a compreensão de conceitos de terminologia por meio de estratégias de aprendizagem pelo ensino. A problemática situa-se em investigar de que forma uma metodologia de ensino centrada no aluno e voltada ao desenvolvimento da aprendizagem pelo ensino é percebida por professores de Física. Para tal, desenvolveu-se um produto educacional baseado na teoria sociointeracionista de Vygotsky e em estudos relacionados à aprendizagem pelo ensino. A pesquisa, de natureza qualitativa e classificada como pesquisa-ação, ocorreu a partir da apresentação do produto educacional a um grupo de professores de Física com experiência na área. A coleta de dados, associada ao produto educacional, constituiu-se por três instrumentos: um questionário referente à avaliação dos docentes quanto ao produto proposto, entrevistas semiestruturadas e diário de bordo. Os dados obtidos foram estruturados em três categorias de análise: organização do produto educacional, aplicabilidade da sequência didática e promoção de aprendizagem. Os resultados indicam que o produto possui boa organização, é compreensível, pode ser aplicado e adaptado às necessidades do professor e da turma e possui potencial para prover a aprendizagem pelo ensino através de estratégias variadas. Ressalta-se que esta dissertação é acompanhada pelo produto educacional elaborado, disponível em <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/597283>>.

Palavras-chave: Aprender ensinando. Vygotsky. Ensino de Física. Terminologia.

ABSTRACT

This text refers to an investigative study developed in the professional master's course in Science and Mathematics Teaching at the Graduate Program in Science and Mathematics Teaching (PPGECM) at the University of Passo Fundo (UPF). The study aimed to investigate the potentialities of a didactic sequence that aims to promote the understanding of thermology concepts through learning by teaching strategies. The problem lies in investigating how a teaching methodology centered on the student and focused on the development of learning by teaching is perceived by physics teachers. For this purpose, an educational product was developed based on Vygotsky's socio-interactionist theory and studies related to learning by teaching. The research, qualitative in nature and classified as action research, occurred from the presentation of the educational product to a group of physics teachers with experience in the area. The data collection, associated with the educational product, consisted of three instruments: a questionnaire referring to the evaluation of teachers regarding the proposed product, semi-structured interviews and logbook. The data obtained were structured in three analysis categories: organization of the educational product, applicability of the didactic sequence and learning promotion. The results indicate that the product has good organization, is understandable, can be applied and adapted to the needs of the teacher and the class and has the potential to provide learning through teaching by means of varied strategies. It should be noted that this dissertation is accompanied by the elaborated educational product, available at <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/597283>>.

Keywords: Learning by teaching. Vygotsky. Physics teaching. Thermology.

LISTA DE QUADROS E DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Artigos arrolados no grupo <i>revisões bibliográficas</i> | 17 |
| Quadro 2 - Estudos referentes a <i>aplicações e desenvolvimento de atividades</i> | 20 |
| Quadro 3 - Estudos referentes ao <i>uso de agentes virtuais de aprendizagem</i> | 29 |
| Quadro 4 - Organização da sequência didática. | 48 |
| Quadro 5 - Cronograma de atividades do curso..... | 49 |
| Quadro 6 - Questões referentes à avaliação do produto educacional..... | 55 |
| Quadro 7 - Perguntas base para a entrevista semiestruturada | 56 |
| Figura 1 - Capa do Produto Educacional | 46 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD: Análise Textual Discursiva

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

ERIC: Education Resources Information Center

LdL: Lernen durch Lehren

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

PPGECM: Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

SAES: Setor de Atenção ao Estudante

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UPF: Universidade de Passo Fundo

ZDP: Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 15 |
| 2.1 | Pressupostos metodológicos da revisão de literatura | 15 |
| 2.2 | Discussão dos Trabalhos Analisados | 16 |
| 2.2.1 | <i>Aprender ensinando outras pessoas</i> | 16 |
| 2.2.1.1 | Revisões Bibliográficas | 17 |
| 2.2.1.2 | Aplicações e desenvolvimento de atividades | 19 |
| 2.2.2 | <i>Aprender ensinando agentes virtuais de aprendizagem.....</i> | 28 |
| 2.3 | Considerações sobre a revisão de literatura | 35 |
| 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 37 |
| 3.1 | Teoria Sociointeracionista de Vygotsky..... | 37 |
| 3.2 | Aprender Ensinando e o Sociointeracionismo de Vygotsky | 40 |
| 4 | A PROPOSTA..... | 45 |
| 4.1 | O produto educacional..... | 45 |
| 4.2 | Apresentação do produto educacional | 48 |
| 4.3 | Os sujeitos participantes do curso | 48 |
| 4.4 | Organização do curso de extensão | 49 |
| 4.4.1 | <i>Primeiro encontro</i> | 50 |
| 4.4.2 | <i>Segundo encontro</i> | 50 |
| 4.4.3 | <i>Terceiro encontro</i> | 51 |
| 4.4.4 | <i>Quarto encontro.....</i> | 52 |
| 5 | A PESQUISA | 53 |
| 5.1 | Classificação da pesquisa | 53 |
| 5.2 | Instrumentos de coleta de dados..... | 54 |
| 5.3 | Análise dos dados..... | 57 |
| 6 | RESULTADOS | 58 |
| 6.1 | Organização do produto educacional..... | 58 |
| 6.2 | Aplicabilidade da sequência didática | 62 |
| 6.3 | Promoção de aprendizagem..... | 70 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 77 |
| | REFERÊNCIAS..... | 80 |
| | ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)..... | 85 |

| | |
|--|------------|
| ANEXO B – Termo de autorização do curso de Física – UPF..... | 87 |
| ANEXO C – Slides utilizados no curso para os professores..... | 88 |
| ANEXO D – Texto sobre temperatura | 110 |
| ANEXO E – Texto sobre calor | 112 |
| ANEXO F – Questionário de avaliação do produto educacional..... | 114 |

1 INTRODUÇÃO

Quando ensinamos alguém, estamos exercendo uma atividade que exige um envolvimento ativo, tanto com o conhecimento, quanto com a pessoa que estamos ensinando. Assim, ensinar pode representar uma possibilidade de aprendizado também para quem ensina. Podemos aprender ensinando. E mais, o ensino pode ser utilizado como estratégia para promover o aprendizado dos estudantes. Inicialmente, para contextualizar a escolha do tema deste trabalho, descrevo sua importância de uma perspectiva pessoal.

Posso dizer que ensinar fez parte de toda minha trajetória escolar, pois sempre fui daqueles alunos que se dedicam mais em ajudar seus colegas do que em estudar para si mesmo. Desde o ensino fundamental, sempre que recebia uma tarefa em sala de aula, e julgava já saber realizá-la, buscava algum colega que quisesse minha ajuda e estudava com ele. Este comportamento se tornou uma situação comum, já que, com isso, conseguia aprender e ainda me sentia mais motivado a participar das aulas.

Mesmo já tendo certa proximidade com o ensino, ao ingressar no curso de Física na Universidade de Passo Fundo (UPF) no ano de 2015, estava um tanto receoso se era realmente o que eu queria, principalmente por se tratar de um curso de licenciatura, já que, na época, isso não me atraía. No entanto, logo nas primeiras aulas, pude perceber o quanto a Física era encantadora e como poderia ser prazeroso estudá-la. Assim, a ideia de ser professor foi se tornando cada vez mais agradável, pois se era tão bom estudar e aprender Física, poder ensinar outras pessoas e dialogar com elas sobre esse assunto também poderia ser. Desta forma, passei a me interessar mais pela docência e pude perceber a importância que a educação e, especialmente, os professores têm na sociedade e na vida as pessoas.

Quando estava no terceiro semestre da graduação, aceitei um convite para participar do Projeto Aluno Apoiador, vinculado ao Setor de Atenção ao Estudante (SAES) da UPF. Este projeto oferece aulas de apoio gratuitas para estudantes de graduação da universidade que apresentam dificuldades de aprendizagem em qualquer disciplina, ministradas por outros alunos da instituição que já a concluíram. Ser um aluno apoiador foi a primeira experiência em que a responsabilidade de ensinar outra pessoa era minha. Na prática, porém, continuei exercendo a mesma atividade que já fazia há muito tempo: ajudar outros alunos em seus estudos, dessa

vez de uma forma mais formal e organizada, podendo, ainda, aprimorar minhas ações aliando os novos conhecimentos sobre teorias de aprendizagem, ensino, didática, entre outros que estava aprendendo nas disciplinas do curso de Física. Com isso, aprender enquanto ensinava foi cada vez mais se afluando em meu cotidiano.

Outro projeto muito importante para minha formação foi o projeto de extensão Astronomia na Educação Básica, que busca levar a Astronomia para as escolas da educação básica da região de Passo Fundo, realizando diversas atividades de divulgação científica em escolas, na universidade e em ambientes não formais de ensino. Através das atividades do projeto, pude ampliar meu contato com estudantes de todos os níveis de escolaridade e de várias escolas da região e, também, com pessoas da comunidade em geral.

Motivado por minhas experiências e percepções anteriores, como Trabalho de Conclusão de Curso, realizei um estudo com alunos apoiadores, também chamados monitores, na área de Física, buscando identificar suas percepções acerca da aprendizagem decorrente das atividades de ensino¹. Especificamente, o objetivo do trabalho era avaliar a percepção dos alunos apoiadores sobre essas atividades enquanto momentos de aprendizagem capazes de favorecer a identificação de suas incompreensões e incertezas de conteúdo, caracterizando uma tomada de consciência de natureza metacognitiva.

Durante a realização deste trabalho, percebi que a aprendizagem por meio do ensino não era apenas um fato que eu imaginava ser possível devido às minhas experiências pessoais, pois, de certa forma, todos já passamos por alguma situação onde tivemos que ensinar alguém, seja em ambientes formais de ensino ou em situações cotidianas. É comum nesses casos que nos deparemos com o fato de que nem sempre temos pleno conhecimento daquilo que estamos tentando ensinar e, ainda, nesse momento quem acaba aprendendo somos nós mesmos, talvez até de forma mais efetiva do que nosso aluno. Ou mesmo, o fato de ter que ensinar a alguém representa uma possibilidade de identificar lacunas de conhecimento que nem mesmo se imagina ter. E foi esse o resultado do estudo, mostrando a potencialidade das aulas de apoio como forma de o aluno apoiador revisar seus conhecimentos e verificar suas incompreensões e incertezas de conhecimento.

¹ Aprender ensinando e a possibilidade de ativar os mecanismos de monitoramento e controle da própria compreensão: estudo envolvendo futuros professores. *Ensino em Re-Vista*, 2021 (no prelo).

Antes desse trabalho, falar sobre aprender ensinando parecia para mim apenas um repetir de frases de efeito com poucos reflexos no meio acadêmico, afinal, “quem ensina também aprende” se tornou um ditado popular bastante conhecido, tendo registros de cerca de 2000 anos, quando o filósofo romano Sêneca escrevia sua famosa frase: “*Docendo discimus*”, aprendemos ao ensinar, em tradução livre.

No entanto, além deste efeito ser frequentemente percebido nas nossas experiências cotidianas, ele também chamou atenção de diversos pesquisadores e pensadores da educação. Paulo Freire já falava disso em seu livro *Pedagogia da Autonomia* ao escrever que “Quem ensina aprende ao ensinar. E quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 1996, p. 23). Na mesma direção, observa-se que diversas pesquisas evidenciam que ensinar tem, de fato, um efeito perceptível e significativo no aprendizado (BARGH; SCHUL, 1980; DURAN, 2016; FIORELLA; MAYER, 2014).

Corroborando com esta concepção, Monteiro (1995) indica que estratégias didáticas que buscam produzir aprendizagem pelo ensino provocam uma melhoria qualitativa no processo de ensino-aprendizagem, redistribuindo, no contexto educativo de sala de aula, os papéis classicamente pertencentes a professores e alunos. Para a pesquisadora, estas atividades geram um clima educativo participativo e responsável, que possibilita a criação de condições facilitadoras de um melhor desenvolvimento cognitivo, pois tal metodologia auxilia na compreensão mútua, com uma interiorização dos conhecimentos de forma horizontalizada, partilhada e, conseqüentemente, mais duradoura (MONTEIRO, 1995). Apesar disso, aprender ensinando, especialmente no Brasil, ainda é um tema bastante desconhecido, sendo uma possibilidade pouco explorada e sem uma metodologia estruturada para aplicação em sala de aula.

A partir destas percepções, aprender ensinando passou a ter uma nova dimensão, deixando o caráter pessoal para se tornar objeto de investigação e um possível aliado aos esforços de aprimoramento dos processos educativos que buscam um ensino mais eficiente e centrado no aluno.

Adicionalmente, destacam-se as possíveis relações entre o aprender ensinando e a teoria sociointeracionista de Vygotsky, na medida em que ambas abordagens consideram a interação social como um elemento essencial à aprendizagem. Segundo Martins (1997, p. 116), as ideias defendidas por Vygotsky

em uma perspectiva socio-histórica “permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante as interações sociais, conquista e confere novos significados e olhares para a vida em sociedade e os acordos grupais”.

Ao compreender que a aprendizagem e o desenvolvimento humano são dependentes do ambiente sociocultural onde o indivíduo está inserido, Vygotsky destaca a linguagem e a fala como ferramentas de interação que permitem o compartilhamento de conceitos e, assim, formam a base para o ensino e a aprendizagem. Dessa forma, tais elementos também são de grande relevância na mediação ocorrida no processo de aprendizagem pelo ensino, indicando uma aproximação entre as teorias.

A visão Vygotskyana do homem enquanto produto e produtor de seu meio social, histórico e cultural, pode ser ampliada à interpretação dos objetivos do ensino de Física conforme descrevem os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 2000, p. 22).

Para que esse objetivo seja alcançado, é necessário garantir processos de ensino-aprendizagem qualificados, que se tornam possíveis quando os professores conhecem recursos metodológicos que os favoreçam. Nesse contexto, os próprios PCNs já alertavam que “não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões” (BRASIL, 2000, p. 23).

Educar é contribuir para a transformação da vida dos sujeitos em um processo de contínua aprendizagem, e ao professor cabe auxiliá-los na construção da sua identidade e trajetória pessoal e profissional (MORAN, 2000). Além de projetos de vida, esse processo envolve o “desenvolvimento das habilidades de compreensão, emoção e comunicação que lhes permitam encontrar seus espaços pessoais, sociais e de trabalho e tornar-se cidadãos realizados e produtivos” (MORAN, 2000, p. 57). As atuais metodologias de ensino, porém, nem sempre apontam nessa direção.

Segundo Mesquita e Lelis (2015, p. 828), predominam ações pedagógicas centradas no professor e um ensino altamente enciclopédico, descontextualizado e marcado por métodos tradicionais. Metodologias assim partem do pressuposto que a classe é constituída de um grupo homogêneo de alunos, todos com o mesmo estilo de aprendizagem e grau de percepção, pouco participativos, receptores passivos do discurso do professor (MADEIRA, 2015).

De acordo com Abreu (2009), esse formato se opõe às demandas da sociedade atual, que exige propostas de ensino voltadas para o protagonismo dos estudantes, com ênfase na sua posição mais central e menos secundária de mero espectador. Para solucionar o problema, uma alternativa seria proporcionar estratégias de ensino em que os estudantes aprendem enquanto ensinam uns aos outros; ou seja, estabelecer práticas de aprendizagem pelo ensino pode qualificar a educação e permitir que o professor desenvolva um novo papel (DURAN, 2016).

Neste contexto, em que estratégias de aprendizagem pelo ensino podem se apresentar como uma alternativa aos processos educacionais centrados na exposição oral do professor, surge a seguinte indagação, que se constituiu na pergunta de pesquisa desta investigação: De que forma uma metodologia de ensino centrada no aluno e voltada ao desenvolvimento da aprendizagem pelo ensino é percebida por professores de Física?

Buscando responder esta indagação, este trabalho tem como objetivo geral investigar, na voz de docentes, as potencialidades de uma sequência didática que visa promover a compreensão de conceitos de terminologia por meio de estratégias de aprendizagem pelo ensino. Uma vez que o aprender ensinando pode representar uma importante contribuição ao ensino de Física, oferecendo recursos didáticos e metodológicos aos professores e contribuindo para que haja uma redução no nível de dificuldade dos alunos.

De modo mais específico, almeja-se:

- discutir as formas com que o aprendizado pelo ensino tem sido tratado e quais as contribuições percebidas nas pesquisas sobre o tema;
- compreender a teoria sociointeracionista de Vygotsky e o papel da interação social na aprendizagem;
- elaborar uma sequência didática estruturada a partir da perspectiva do aprender ensinando e dos processos de interação social;
- apresentar e validar a sequência didática junto a um grupo de professores;

- elaborar um produto educacional que possa servir de apoio aos professores que desejem utilizar o aprender ensinando enquanto ferramenta de ensino.

Assim, justifica-se o desenvolvimento deste estudo, pois, sabendo das potencialidades existentes de aprender ensinando e de sua aproximação com os estudos de Vygotsky por meio de uma aprendizagem baseada na interação social, este trabalho poderá servir de suporte principalmente aos professores, para usufruírem dessa prática por meio de atividades desenvolvidas e estruturadas para a sala de aula.

Para tal, este texto estrutura-se da seguinte forma: A seguir, apresentam-se os resultados de uma revisão de literatura sobre aprender ensinando, que busca explorar os estudos já realizados sobre o tema e compreender os efeitos da aprendizagem pelo ensino. No capítulo 3 é descrita a teoria sociointeracionista de Vygotsky, que fundamenta a proposta. Na sequência, são descritos o produto educacional e o curso de extensão realizado com professores de Física. No capítulo 5 é descrita a metodologia de pesquisa. O Capítulo 6 discute os resultados da pesquisa divididos em 3 categorias de análise. E, ao final, apresenta-se as considerações finais deste estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA²

Este capítulo apresenta os resultados de uma pesquisa bibliográfica que buscou identificar de que forma as estratégias de ensino estruturadas por ações que proporcionam aprendizagem através do ensino estão sendo utilizadas por pesquisadores da área. Acredita-se que esta identificação pode auxiliar no desenvolvimento de novas propostas que busquem um maior protagonismo do estudante no seu processo de aprendizagem.

2.1 Pressupostos metodológicos da revisão de literatura

A investigação não teve como objetivo a quantização dos trabalhos que apresentam estudos relacionados com aprender através do ensino e, sim, teve a pretensão de identificar como esta metodologia está sendo utilizada no processo de aprender e ensinar. Dessa forma, a pesquisa fez uso de um estudo com abordagem qualitativa. Para Triviños (1987) este tipo de pesquisa apresenta cinco características fundamentais: ter o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave; ser descritiva; ter o foco no processo e não apenas nos resultados e no produto; analisar os dados indutivamente; e, enfatizar o significado – aspecto central de uma abordagem qualitativa.

Tendo essas características como elementos centrais, a investigação recorreu a uma pesquisa de natureza bibliográfica, selecionando os estudos relacionados ao tema contidos em três bancos de dados: Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes); periódicos da Área de Ensino e disponíveis no Sistema *webqualis* da Capes (Classificação Quadriênio 2013-2016) e na biblioteca digital *Education Resources Information Center* (ERIC). No catálogo da Capes e na base ERIC não foram estabelecidos recortes, todavia, nos periódicos adotou-se, como critério de seleção, aqueles que estão disponíveis online, são reconhecidos pela área e apresentam estratos A1 e A2.

Para localizar os estudos que compuseram o *corpus* da pesquisa procedeu-se a busca nesses bancos de dados utilizando os seguintes descritores: “Aprender

² Este estudo deu origem a um artigo que está submetido para avaliação na Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade.

ensinando”, “*Learning by teaching*” e “*Lernen durch Lehren*”. Nesse procedimento foi possível identificar 34 trabalhos que apresentavam tais expressões no título, nas palavras-chave e/ou no resumo. Sendo eles: uma tese, encontrada no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, 6 artigos contidos nos periódicos da Área de Ensino e disponíveis no Sistema *webqualis* da Capes e 27 artigos disponíveis na biblioteca digital ERIC.

De posse desses materiais, realizou-se a leitura dos 34 trabalhos que constituíram os dados da investigação. Esse procedimento de leitura de dados toma como referencial o anunciado por Laurence Bardin (2011) na perspectiva da análise de conteúdo. A opção por essa metodologia deve-se ao fato de a análise de conteúdo ser um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplica em diferentes contextos extremamente diversificados, cuja função primordial é o desvendar crítico do que está sendo investigado (BARDIN, 2011, p. 15).

Após a leitura do material, efetuou-se a sua exploração, visando evidenciar elementos que levassem ao alcance do objetivo elencado. Isto é, tentou-se, nessa fase, classificar e categorizar os dados para, a seguir, promover sua correta interpretação. Para tal, dividiram-se os trabalhos selecionados em duas categorias emergentes, denominadas *aprender ensinando outras pessoas* e *aprender ensinando agentes virtuais de aprendizagem*. Nesse sentido, para Bardin (2006, p. 117), as categorias como as propostas para este estudo, em geral, são formas de pensamento e refletem a realidade e, na perspectiva da análise de conteúdo, são vistas como rubricas ou classes que agrupam determinados elementos, reunindo características comuns.

2.2 Discussão dos Trabalhos Analisados

A seguir, apresentam-se os resultados das duas categorias e discutem-se os trabalhos selecionados.

2.2.1 *Aprender ensinando outras pessoas*

Ensinar está relacionado a comportamentos capazes de gerar aprendizagem para o aluno. Assim, ensino e aprendizagem são processos complementares. Tendo

como pressuposto que não há ensino se não houver aprendizagem (KUBO; BATOMÉ, 2001), os estudos analisados nesta categoria discorrem sobre as possibilidades de aprender ensinando outras pessoas.

Dessa forma, compõe esta categoria um conjunto de 23 trabalhos que abrangem estudos bibliográficos e relatos de aplicação e desenvolvimento de metodologias de ensino, além de testes empíricos. Para melhor apresentação dos resultados, esse conjunto foi subdividido em dois grupos. O primeiro reúne os trabalhos de revisão bibliográfica, e o segundo, estudos que apresentam aplicação e desenvolvimento de atividades relacionadas ao tema.

2.2.1.1 Revisões Bibliográficas

Fazem parte deste grupo quatro artigos que apresentam revisões bibliográficas sobre o tema *Learning by Teaching*, abordando a utilização e os efeitos dessa prática em pesquisas anteriores. O Quadro 1 sistematiza títulos, autores, ano de publicação e periódico em que foram publicados.

Quadro 1 - Artigos arrolados no grupo *revisões bibliográficas*

| Título | Autor(es) | Ano de publicação | Periódico |
|--|-------------------------------------|-------------------|--|
| Tutoring by Students: Who Benefits? | Martha Dillner | 1971 | <i>Research Bulletin</i> |
| How to Individualize Learning. Fastback 100 | Alan Gartner; Frank Riessman | 1977 | <i>Phi Delta Kappa Intl Inc</i> |
| A Review of Learning-by-Teaching for Engineering Educators | Adam R. Carberry; Matthew W. Ohland | 2012 | <i>Advances in Engineering Education</i> |
| Learning by teaching. Evidence and implications as a pedagogical mechanism | David Duran | 2016 | <i>Innovations in education and teaching international</i> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Em uma pesquisa realizada em 1971, Dillner analisou uma série de estudos sobre os benefícios de práticas de ensino em que alunos auxiliam outros alunos, as quais denominou de “programas de tutoria”. A pesquisadora avaliou a evolução dos programas de tutoria e as concepções do aprendizado de ambos os envolvidos, tutor e tutelado. Os resultados demonstram que, inicialmente, os estudos sobre o tema se preocupavam apenas com a aprendizagem do tutelado. Por consequência, o papel de tutor era exclusividade dos alunos com melhor rendimento escolar. No entanto, com o avanço das pesquisas, descobriu-se que mesmo os alunos menos capazes poderiam ser responsáveis pela tutoria, sem prejuízo ao aprendizado do tutelado.

Dessa forma, a tutoria passou a ser vista como uma oportunidade de desenvolvimento também para o tutor, não só em termos de comportamento e motivação, pois logo foram comprovadas as implicações positivas para a aprendizagem de todos os envolvidos (DILLNER, 1971).

Os estudos de Dillner (1971) destacam, também, o método *Cross Age Tutoring*, o qual propõe que alunos mais velhos sejam os tutores de alunos mais novos. No entanto, a diferença de idade deve ser pequena, visando facilitar a comunicação entre os estudantes, uma vez que o tutor representa para o tutelado uma figura menos autoritária que o professor e com linguagem mais próxima da sua. Em síntese, a autora aponta que atividades de aprendizagem pelo ensino se apresentam como um fator motivacional para o aprendiz tanto do tutor quanto do tutelado. Assim, os assuntos com os quais os estudantes possuem menos proximidade, ou sobre os quais não sentem motivação para aprender, podem despertar o interesse no tutor pela vontade de ajudar um colega, enquanto os tutelados motivam-se por aprender a partir de uma linguagem diferente daquela usada nos bancos escolares.

Na mesma direção, o trabalho de Gartner e Riessman (1977) evidencia que as vantagens de aprender ensinando podem ser tanto afetivas quanto cognitivas. Para os autores, ao assumir o papel de professor, o aluno desenvolve sua autoestima e adquire um conhecimento mais profundo quando revisa e reformula os materiais de ensino. Ainda, na busca pela melhor forma de ensinar, ele compreende os conceitos básicos do conteúdo e a estrutura sob a qual são organizados os conceitos de cada assunto. Diante disso, os tutores devem passar por uma capacitação que lhes permita aprender a identificar e refletir sobre os estilos de aprendizagem de seus alunos, além de tomar consciência de sua própria aprendizagem (GARTNER; RIESSMAN, 1977).

Outros dois estudos de revisão bibliográfica sobre *Learning by Teaching* são os desenvolvidos por Carberry e Ohland (2012) e Duran (2016). Ambos apresentam diversas abordagens envolvendo as atividades de aprendizagem pelo ensino, dividindo-as em diferentes momentos. A investigação de Carberry e Ohland (2012) estrutura essa abordagem estratégica metodológica em preparação, apresentação e avaliação. Duran (2016), por sua vez, a estrutura em preparação para ensinar, explicação e *feedback*.

Nos dois estudos, a preparação envolve a revisão, a preparação do material e a identificação dos elementos fundamentais do conteúdo que será apresentado. A explicação e/ou apresentação se traduzem como a etapa em que o tutor verbaliza o conteúdo estudado, dando explicações ao seu aluno e assumindo uma posição ativa em que poderá reorganizar seu conhecimento e reconhecer as áreas onde precisa melhorar (CARBERRY; OHLAND, 2012).

O último momento é o que apresenta diferenças entre as duas propostas. Para Carberry e Ohland (2012), ele consiste na avaliação que o tutor faz sobre si e sobre o entendimento de seu aluno, ativando um processo reflexivo capaz de facilitar a aprendizagem. Duran (2016), por sua vez, destaca, nessa etapa, o *feedback* recebido pelo tutor quanto à sua explicação, gerando uma interação e uma troca de perguntas e respostas que proporciona a organização de conceitos e raciocínio de alta complexidade.

A análise dos trabalhos pertencentes a este grupo evidencia a evolução dos estudos referentes ao aprendizado de quem ensina e permite perceber uma mudança gradual nos objetivos das pesquisas. Essas, em sua maioria, estavam inicialmente voltadas à identificação ou comprovação da aprendizagem pelo ensino, principalmente de habilidades e comportamentos e, mais tarde, de conhecimentos conceituais. Com o passar do tempo, o foco passa para a compreensão das causas dessa aprendizagem, não mais se limitando em confirmar se, e quando, ela ocorre. Aspectos como motivação, autoestima, estilos de aprendizagem e consciência de si mesmo são associados a esses estudos, evidenciando a presença do domínio afetivo ao lado do cognitivo. Além disso, os estudos analisados mostram que os pesquisadores passaram, gradativamente, a explorar novas formas e métodos para utilização do ensino para gerar aprendizagem.

2.2.1.2 Aplicações e desenvolvimento de atividades

Este grupo reúne 18 artigos e uma tese que descrevem o desenvolvimento e a aplicação de metodologias de ensino relacionadas ao aprender ensinando. O Quadro 2 apresenta o título, o(s) autor(es), o ano de publicação, o periódico onde os artigos foram publicados e o programa onde a tese foi desenvolvida.

Quadro 2 - Estudos referentes a *aplicações e desenvolvimento de atividades*

| Título | Autor(es) | Ano de publicação | Periódico/ programa |
|--|---|--------------------------|---|
| Learning by Preparing to Teach: Fostering Self-Regulatory Processes and Achievement During Complex Mathematics Problem Solving | Krista R. Muis et al. | 2016 | <i>Journal of Educational Psychology</i> |
| Teaching Tip: Learning by Teaching through Collaborative Tutorial Creation: Experience using GitHub and AsciiDoc | Jim Marquardson; Ryan M. Schuetzler | 2019 | <i>Journal of Information Systems Education</i> |
| MuseumScouts: Exploring How Schools, Museums and Interactive Technologies Can Work Together to Support Learning | Jocelyn Wishart; Pat Triggs | 2010 | <i>Computers & Education</i> |
| Aprender Enseñando: Elaboración de Materiales Didácticos que facilitan el Aprendizaje Autónomo | Flor Álvares et al. | 2008 | <i>Formación Universitaria</i> |
| Learning by Teaching | Stanley Frager; Carolyn Stern | 1970 | <i>The Reading Teacher</i> |
| Self-Monitoring and Knowledge-Building in Learning by Teaching | Rod D. Roscoe | 2014 | <i>Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences</i> |
| Aprender enseñando arte. Cómo convertir la escasez de recursos en oportunidades de aprendizaje | Vilma H. Córdova; David D. Gisbert; Pedro G. C. Lemus | 2016 | <i>Revista Ibero-americana de Educação</i> |
| The Didactic Model “LdL” (Lernen Durch Lehren) as a Way of Preparing Students for Communication in a Knowledge Society | Joachim Grzega; Marion Schoner | 2008 | <i>Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy</i> |
| Is Learning by Teaching Effective in Gaining 21st Century Skills? The Views of Pre-Service Science Teachers | Safiye Aslan | 2015 | <i>Educational Sciences: Theory and Practice</i> |
| Learning by Teaching: Can It Be Utilized to Develop Inquiry Skills? | Safiye Aslan | 2017 | <i>Journal of Education and Training Studies</i> |
| Students Teaching Texts to Students: Integrating LdL and Digital Archives | David Stymeist | 2015 | <i>College Teaching</i> |
| Promoting Pre-Service Teachers' Multimedia Design Skills through Collaborative Multimedia Service-Learning (CMSL) | Sanghoon Park; Vickie Gentry | 2017 | <i>Journal of Service-Learning in Higher Education</i> |
| Cross-Age Peer Tutoring in Physics: Tutors, Tutees, and Achievement in Electricity | Marianne Korner; Martin Hopf | 2014 | <i>International Journal of Science and Mathematics Education</i> |
| Learning Science Concepts by Teaching Peers in a Cooperative Environment: A Longitudinal Study of Preservice Teachers | José-Reyes Ruiz-Gallardo; Duncan Reavey | 2018 | <i>Journal of the Learning Sciences</i> |
| Learning by Teaching with Virtual Peers and the Effects of Technological Design Choices on Learning. | Sandra Y. Okita et al. | 2013 | <i>Computers & Education</i> |

| Título | Autor(es) | Ano de publicação | Periódico/ programa |
|--|----------------------------|--------------------------|--|
| Development and implementation of a longitudinal students as teachers program: participant satisfaction and implications for medical student teaching and learning | Celine Yeung et al. | 2017 | <i>BMC Medical Education</i> |
| Aprender ensinando o suporte básico de vida: a universidade além de seus muros | Sérgio G. Veloso | 2018 | Tese de doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais |
| Learning by teaching basic life support: a non-randomized controlled trial with medical students | Sérgio G. Veloso et al. | 2019 | <i>BMC Medical Education</i> |
| Practicing Handoffs Early: Applying a Clinical Framework in the Anatomy Laboratory | Michelle D. Lazarus et al. | 2016 | <i>Anatomical Sciences Education</i> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Muis et al. (2016) desenvolveram um estudo que objetivou comparar os efeitos de aprender se preparando para ensinar e de aprender para aprender. Para isso, os autores dividiram um conjunto de estudantes em dois grupos. Ao primeiro, solicitaram que os estudantes resolvessem problemas complexos de matemática pensando que, posteriormente, ensinariam essa resolução para outras pessoas. Ao segundo, denominado grupo controle, solicitaram a mesma tarefa, porém, sem informar aos componentes que eles precisariam explicar a resolução.

De acordo com os resultados, o grupo que se preparou para ensinar apresentou maior uso de estratégias metacognitivas e processos de autorregulação do que o grupo controle. Também apresentou um melhor entendimento dos problemas, evidenciado por mapas conceituais elaborados com uma quantidade maior de informações e relações entre conceitos em comparação com os mapas dos estudantes que não tinham expectativa de ensinar.

Marquardson e Schuetzler (2019), por sua vez, em uma investigação focada na etapa de preparação para ensinar, buscaram evidenciar o aprendizado dos alunos ao desenvolverem tutoriais por meio de plataformas digitais e recursos educacionais abertos. O estudo indicava que as atividades tivessem múltiplos objetivos educacionais, visando desenvolver tanto o aprendizado do conteúdo quanto o uso das ferramentas tecnológicas disponíveis. Assim, os pesquisados deveriam criar tutoriais e compartilhá-los com os colegas, para que pudessem identificar elementos a serem expandidos ou esclarecidos. Segundo os autores, os resultados foram positivos na direção da aprendizagem dos estudantes que elaboraram os tutoriais.

Considerando igualmente a preparação para ensinar, Wishart e Triggs (2010) realizaram um estudo envolvendo museus de diversos países. Os estudantes realizavam visitas às exposições e, em seguida, para ensinar os colegas, criavam apresentações interativas multimídias, contendo informações, ilustrações e perguntas de múltipla escolha para testar o conhecimento adquirido e fornecer *feedback* sobre as respostas. Os resultados mostraram que, em razão da atividade, os alunos assumiram responsabilidade maior que a habitual nas tarefas e desenvolveram o trabalho independente e cooperativo, além da habilidade de identificação e seleção de fontes de informação.

Álvares et al. (2008) propuseram a aprendizagem pelo ensino por meio do desenvolvimento de materiais didáticos no formato de videoaulas. Para isso, indicaram que um grupo de alunos participasse de oficinas sobre os aspectos técnicos da produção de vídeos e, em seguida, sob supervisão do professor, elaborasse os roteiros e realizasse as gravações. Como resultado, os alunos demonstraram “[...] melhoria em suas habilidades críticas e autocríticas, e na capacidade de expressar suas opiniões, bem como nas habilidades sociais relacionadas às habilidades interpessoais que facilitam a interação e cooperação social (trabalho em equipe)” (ÁLVARES et al., 2008, p. 27, tradução nossa). Conforme os autores, ao aprender ensinando, a comunicação com o professor fora da aula é muito importante e o processo de aprendizagem deve ser frequentemente avaliado.

Frager e Stern (1970), por sua vez, observaram grupos de tutores, de alto e baixo rendimento escolar, que ensinaram após participar de uma capacitação para essa tarefa. Os autores concluíram que, embora todos os tutores tenham demonstrado crescimento de comportamento, atitudes e autoimagem, o grupo dos alunos de baixo rendimento foi o que obteve melhoria mais acentuada, corroborando que a atividade de aprendizagem pelo ensino pode ser realizada por qualquer aluno.

Na pesquisa de Roscoe (2014), estudantes de graduação foram postos para estudar e ensinar um para o outro sobre o funcionamento do olho humano. Na investigação, os participantes foram testados sobre suas funções no decorrer da atividade. O estudo mostrou uma forte tendência de transmitir informação ou *knowledge-telling bias*, “[...] definido como um processo de resumir ou rerepresentar os materiais originais com pouco raciocínio ou reflexão” (ROSCOE, 2014, p. 2, tradução nossa). Segundo a pesquisadora, essa tendência, que pode ter origem na

falta de automonitoramento, dificulta a identificação de explicações e conhecimentos errados, sendo essa uma barreira importante para o aprendizado pelo ensino. Porém, mesmo que a simples transmissão de informações apresente resultados menos significativos, pode ajudar os tutores a reforçarem conceitos básicos e adaptarem o conteúdo em linguagem mais familiar (ROSCOE, 2014).

A aprendizagem pelo ensino também foi explorada no estudo de Córdova, Gisbert e Lemus (2016), que, por meio da implementação da tutoria aos pares, buscaram ampliar para um número maior de alunos o acesso a oficinas de artes que eram ofertadas por uma instituição especializada. O objetivo era que os participantes pudessem se engajar em atividades de ensino com grande potencial para aprimorar seu próprio aprendizado. Para tanto, os professores dividiram a turma em duplas, a fim de que cada componente frequentasse uma oficina diferente e, depois, ensinasse ao colega aquilo que aprendeu. Antes das oficinas, os alunos participaram de uma atividade de formação voltada ao desenvolvimento de habilidades de comunicação, bem como ao planejamento e à elaboração de sequências didáticas para tornar as aulas mais organizadas. Os resultados demonstraram que, para os alunos, essas orientações foram fundamentais para que pudessem ensinar seus colegas e solidificar sua aprendizagem na oficina.

Em outro trabalho selecionado como *corpus* da pesquisa, Grzega e Schöner (2008) discutem o modelo didático *Lernen durch Lehren* (LdL) – expressão alemã para “aprender ensinando” –, desenvolvido para o ensino de línguas estrangeiras. A ideia central era que grupos de alunos ensinassem tópicos aos seus colegas, favorecendo sua participação e comunicação da melhor maneira possível. O estudo mostrou a percepção positiva de estudantes que frequentaram aulas nesse modelo em relação à sua eficiência no desenvolvimento de habilidades consideradas importantes para a sociedade atual, tais como trabalho em equipe, coleta de informações, criação e execução de projetos.

De forma semelhante, Aslan (2015) realizou um estudo com futuros professores participantes de uma disciplina de Química, na qual foi aplicado o modelo LdL, visando identificar as concepções desse grupo acerca da metodologia e de sua efetividade no desenvolvimento de habilidades do século XXI. Os resultados indicaram a potencialidade da metodologia para favorecer o desenvolvimento de habilidades como autoconfiança, comunicação, experiência de ensino e aprendizado permanente. O trabalho em equipe, considerado pela maioria uma habilidade

desenvolvida pelo LdL, foi apontado por alguns participantes como a principal dificuldade imposta pela metodologia. Contudo, segundo o autor, embora percebido como uma fragilidade da metodologia, o trabalho em equipe consiste em uma habilidade importante a ser adquirida por futuros professores (ASLAN, 2015).

Em outra investigação, desenvolvida em 2017, Aslan tratou especificamente sobre o desenvolvimento de habilidades de investigação. Segundo os apontamentos deste pesquisador,

aprender ensinando incentiva os futuros professores a preparar suas próprias perguntas sobre um assunto e pesquisar em várias fontes, a fim de encontrar respostas para essas perguntas, e, ao fazê-lo, oferece a eles uma oportunidade significativa de aprender um conteúdo especial (ASLAN, 2017, p. 195, tradução nossa).

Nessa direção, o estudo evidencia o potencial de aprender ensinando para o desenvolvimento de habilidades de investigação, fortemente relacionadas ao conhecimento científico e seu desenvolvimento.

Stymeist (2015), por sua vez, descreve o desenvolvimento de um modelo pedagógico integrando LdL e o acesso dos estudantes a arquivos eletrônicos. Esse modelo exigiu que os alunos pesquisassem publicações sobre um determinado tema, em arquivos digitais, e ensinassem seus conteúdos para o restante da classe, o que lhes permitiu ter mais controle sobre a seleção e o ensino dos conteúdos. Conforme a conclusão do autor, essa é uma alternativa para gerar um ambiente mais cooperativo, participativo e aprofundar as habilidades interpretativas (STYMEIST, 2015).

Na mesma direção, Park e Gentry (2017) desenvolveram um modelo de aprendizagem colaborativa multimídia em que futuros professores utilizaram o aprendizado pelo ensino para aprender a criar materiais instrucionais multimídias passíveis de utilização em sala de aula. Os resultados encontrados vão ao encontro dos evidenciados por Stymeist (2015) e demonstram que a participação no projeto proporcionou a aquisição de habilidades de design multimídia e o desenvolvimento de atitudes positivas e motivação.

Korner e Hopf (2014) realizaram um estudo envolvendo tutoria aos pares, mais especificamente, no modelo *Cross Age Tutoring*, por incluir tutores e tutelados com idades e níveis escolares diferentes, porém pertencentes a grupos sociais similares. Os autores buscaram identificar a eficácia do uso dessa metodologia em

aulas de Física, considerando que possuem características particulares, no sentido de facilitar a mudança conceitual nos estudantes que apresentam concepções alternativas, contrárias aos conceitos científicos, originadas no seu cotidiano. Dessa forma, antes da tutoria, os estudantes realizaram uma capacitação para se familiarizar com os conceitos científicos associados ao conteúdo e para que pudessem refletir sobre as concepções já existentes em sua mente, evitando transferi-las aos tutelados.

O estudo comparou o aprendizado dos tutores, dos aprendizes e dos alunos que exerceram os dois papéis, recebendo a tutoria e, em seguida, sendo tutores. Os resultados apontam que todos os participantes apresentaram crescimento no aprendizado e atingiram o objetivo da mudança conceitual. Porém, os que assumiram o papel de tutores, envolvidos ativamente, obtiveram resultados melhores que os aprendizes, já que esses se tornavam agentes passivos à atividade de ensino.

A substituição de concepções alternativas pelos conceitos científicos também foi abordada no estudo de Ruiz-Gallardo e Reavey (2018), no qual a efetividade da mudança conceitual foi analisada em três perspectivas: aprender com palestras, aprender com colegas e aprender ensinando. Aprender com palestras refere-se ao modelo tradicional de ensino, em que o aluno participa passivamente da atividade. Aprender com colegas pressupõe uma aprendizagem colaborativa, com ênfase na aprendizagem pelo ensino, de modo que todos os participantes são tutores e aprendizes.

Todos os participantes foram avaliados um mês depois da conclusão da atividade e reavaliados depois de dois anos. Nos testes realizados após um mês, na comparação com o pré-teste, as diferenças de resultado foram pequenas entre as metodologias utilizadas, porém todos os estudantes demonstraram evolução. A maior diferença, embora não muito significativa, foi do grupo que aprendeu ensinando. Já nos testes realizados depois de dois anos, as diferenças foram maiores. Os alunos que aprenderam por palestras e os que aprenderam com colegas pontuaram menos, ao passo que o grupo que aprendeu ensinando pontuou ainda melhor que no teste realizado apenas um mês após a atividade. Isso demonstra o efeito positivo e duradouro do aprendizado pelo ensino. Além desses resultados, a aprendizagem pelo ensino foi evidenciada como a melhor metodologia

e a melhor estratégia de ensino, capaz de promover a mudança conceitual e a aprendizagem em longo prazo.

Em outro trabalho selecionado para esta investigação, Okita et al. (2013) relatam uma investigação em que adultos ensinavam outros adultos em um ambiente virtual. O estudo divide o aprendizado pelo ensino em três etapas, similares às descritas por Duran (2016), focando principalmente na importância da terceira etapa, a observação do *feedback* recursivo, que se refere às informações obtidas pelo tutor ao observar as performances de seu aluno, de forma independente, utilizando o aprendizado adquirido na tutoria.

O *feedback* recursivo mostrou-se efetivo nos testes, como uma etapa muito importante para o aprendizado pelo ensino que pode ser estendida aos ambientes virtuais *online*. Seguindo nessa linha de pensamento, conforme Okita et al. (2013, p. 193, tradução nossa),

[...] a eficácia do feedback recursivo exigia que os tutores mantivessem representações de seu próprio entendimento, do que ensinavam, e do entendimento de seus alunos. Além disso, essas representações precisam ser consideradas simultaneamente, para que os tutores possam classificar quais aspectos do desempenho dos alunos estão relacionados a qual nível de representação.

Os autores pontuam duas principais barreiras para o sucesso do *feedback*, implicando em prejuízos para o aprendizado. A primeira é a inclinação natural do *feedback* em ferir o ego dos estudantes, já que eles tendem a atribuir *feedbacks* negativos à sua própria inteligência, em vez de recebê-los como uma avaliação que busca ajudá-los a encontrar uma forma de melhorar seu desempenho em uma tarefa específica. Outra é a complexidade cognitiva de interpretar o *feedback*, que, no caso de uma resposta que o estudante não foi capaz de atingir, pode demandar conhecimentos prévios que ele não possui e, por isso, não conseguirá compreender suas implicações.

Na atividade de ensino, segundo os autores, o ego pode ser protegido pelo fato de que o tutor tem seu foco voltado ao aluno, e não somente a si próprio. Assim, os erros cometidos podem ser interpretados como responsabilidade do aluno, o que tira do tutor o aspecto de descrença em sua capacidade. Além disso, aprender ensinando auxilia a desenvolver os conhecimentos prévios necessários para o uso recursivo do *feedback* nas etapas que o antecedem: preparação e explicação.

Nessa perspectiva, o estudo indica que o *feedback* é potencializado ao ser integrado a um modelo de aprendizagem pelo ensino, que permite ao estudante aproveitar suas vantagens, contornando as possíveis barreiras que impediriam seu sucesso (OKITA et al., 2013).

Yeung et al. (2017), ao considerarem que o ensino está presente no exercício da medicina e que parte importante do trabalho do médico é instruir seus pacientes, desenvolveram um programa no qual os estudantes de níveis iniciais do curso se envolveram com atividades de ensino relacionadas ao aprender ensinando. Nesse trabalho, observou-se o aumento de confiança e das habilidades de comunicação dos estudantes. Além disso, a atividade proporcionou aos alunos conhecimento de estratégias que poderiam ser úteis para a sua própria aprendizagem na condição de estudantes, como, por exemplo, definir objetivos pessoais de aprendizagem e identificar e comunicar lacunas de aprendizagem.

Sobre aprender ensinando em cursos de Medicina, Veloso et al. (2019), em um artigo desenvolvido a partir de sua tese de doutorado, avaliou a ampliação do conhecimento e das habilidades de estudantes ao ensinar outras pessoas, analisando, também, o aprendizado delas. Os estudantes foram divididos em dois grupos, o caso e o controle. Ambos realizaram um pré-teste e, em seguida, uma preparação para ensinar, elaborando cartazes e folhetos explicativos. Posteriormente, os alunos do grupo caso ministraram um curso sobre o suporte básico de vida para profissionais da área da saúde. Finalizadas essas atividades, ambos os grupos passaram por novos testes.

O estudo mostrou o melhor desempenho do grupo caso. A percepção dos alunos desse grupo demonstra que a atividade de ensino desenvolveu a segurança e uma maior confiança em si mesmos, pois, de acordo com o exposto pelo pesquisador, todos se disseram capazes de aplicar o suporte básico de vida em situações reais, contra 73% dos estudantes do grupo controle. Da mesma forma, 97,1% do grupo caso sentiram-se aptos a ensinar, contra 62,2% do grupo controle (VELOSO et al., 2019).

Por fim, o último estudo selecionado para esta categoria, desenvolvido por Lazarus et al. (2016), ao contrário dos demais, não teve o aprendizado pelo ensino como objetivo. Entretanto, o efeito dessa abordagem foi encontrado nos resultados de uma atividade com alunos de Medicina no ambiente do laboratório de anatomia. Os estudantes relataram a influência da atividade de ensino em seu próprio

processo de aprendizagem, motivando o resumo dos materiais e auxiliando-os a determinar os conteúdos que deveriam ser enfatizados. Além disso, relataram a sensação de responsabilidade com o aprendizado dos outros como fator motivacional para o engajamento nas atividades de ensino.

Os estudos analisados neste grupo, embora apresentem diferentes formas de trabalhar com metodologias baseadas no aprendizado pelo ensino, revelam resultados positivos em vários fatores pertinentes à aprendizagem de conhecimentos científicos e ao desenvolvimento de habilidades importantes para os estudantes, como comunicação, trabalho em equipe, motivação e autoconfiança. Esses resultados positivos, no entanto, dependem de diversas variáveis que devem ser levadas em conta no desenvolvimento das atividades de ensino. Contudo, compreende-se que parece haver consenso quanto à importância de uma capacitação prévia que prepare os estudantes para ensinar, bem como o acompanhamento criterioso do professor, que, além de orientar os alunos, deve tomar cuidado para que conceitos equivocados ou concepções alternativas não sejam ensinadas por alunos menos preparados.

2.2.2 Aprender ensinando agentes virtuais de aprendizagem

Os trabalhos que compõem esta categoria propõem a utilização de softwares que simulam o comportamento de um aluno real, que, ao ser ensinado, faz perguntas e interage de maneira considerada ideal para desenvolver o aprendizado do sujeito que está ensinando. Tais softwares, denominados de “agentes virtuais de aprendizagem”, foram desenvolvidos para estimular a aprendizagem pelo ensino, isto é, são programados para simular o comportamento de um aluno, recebendo e interpretando informações, bem como provendo *feedbacks* ao operador (SONG, 2017). Esses softwares ainda coletam e interpretam dados de quem o manipula, podendo se adaptar às necessidades do indivíduo e, assim, ser um ajudante personalizado.

Nessa perspectiva, esta categoria compreende 11 estudos que discutem a utilização de agentes virtuais na aprendizagem pelo ensino. A seguir, o Quadro 3 apresenta o título, o(s) autor(es), o ano de publicação e o periódico onde foram publicados.

Quadro 3 - Estudos referentes ao uso de agentes virtuais de aprendizagem

| Título | Autor(es) | Ano de publicação | Periódico |
|---|--|--------------------------|--|
| From Design to Implementation to Practice a Learning by Teaching System: Betty's Brain | Gautam Biswas; James R. Segedy; Kriya Bunchongchit | 2016 | <i>International Artificial Intelligence in Education Society</i> |
| Identifying Learning Behaviors by Contextualizing Differential Sequence Mining with Action Features and Performance Evolution | John S. Kinnebrew; Gautam Biswas | 2012 | <i>International Educational Data Mining Society</i> |
| Teachable Agents and the Protégé Effect: Increasing the Effort Towards Learning | Catherine C. Chase et al. | 2009 | <i>Journal of Science Education and Technology</i> |
| Preparing Students for Future Learning with Teachable Agents | Doris B. Chin et al. | 2010 | <i>Society for Research on Educational Effectiveness</i> |
| Designing a Teachable Agent System for Mathematics Learning | Donggil Song | 2017 | <i>Contemporary Educational Technology</i> |
| Cognitive Anatomy of Tutor Learning: Lessons Learned With SimStudent | Noboru Matsuda et al. | 2013 | <i>Journal of Educational Psychology</i> |
| Effects of Prior Knowledge in Mathematics on Learner-Interface Interactions in a Learning-by-Teaching Intelligent Tutoring System | Rex P. Bringula et al. | 2015 | <i>Journal of Educational Computing Research</i> |
| Studying the Effect of a Competitive Game Show in a Learning by Teaching Environment | Noboru Matsuda et al. | 2013 | <i>International Journal of Artificial Intelligence in Education</i> |
| A Teachable Agent Game Engaging Primary School Children to Learn Arithmetic Concepts and Reasoning | Lena Pareto | 2014 | <i>International Journal of Artificial Intelligence in Education</i> |
| Immediate and Long-Term Effects of "Learning By Teaching" on Knowledge of Cognition | Mary Gutman | 2017 | <i>Journal of Education and Learning</i> |
| Reinforcing Math Knowledge by Immersing Students in a Simulated Learning-By-Teaching Experience | Douglas B. Lenat; Paula J. Durlach | 2014 | <i>Journal of Artificial Intelligence in Education</i> |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Biswas, Segedy e Bunchongchit (2016) apresentam os resultados de dez anos de pesquisa, desenvolvimento e implementação de um sistema computadorizado de aprendizagem pelo ensino chamado *Betty's Brain*. Tal sistema foi projetado para tornar o aprendizado de Ciências um processo ativo, construtivo e envolvente para o aluno. De acordo com os autores, esse agente ensinável aprende com base em modelos construídos pelos alunos no formato de mapas que representam relações entre conceitos. Esses mapas são interpretados pelo agente que será capaz de interagir com o aluno, respondendo perguntas e permitindo que ele avalie seu mapa e possa perceber possíveis erros de interpretação.

Durante o processo de aprendizagem, o primeiro contato do aluno com o conteúdo que irá ensinar ocorre por meio de recursos textuais. Após a leitura, podendo retornar ao texto sempre que necessário, desenvolve o mapa de conceitos, faz perguntas ao agente e, de acordo com as respostas e os *feedbacks* fornecidos pelo sistema, pode realizar as modificações pertinentes para que seu mapa se torne mais correto. Nesse processo, o programa coleta dados do usuário, como o tempo gasto em cada tarefa, as alterações no mapa e as relações entre essas alterações e as respostas do agente. O sistema analisa essas informações e identifica as dificuldades do aluno, buscando dar sugestões para que obtenha sucesso na tarefa de ensiná-lo.

Segundo Biswas, Segedy e Bunchongchit (2016), os estudos com o *Betty's Brain* permitiram que o *software* fosse desenvolvido e aprimorado ao longo dos anos, demonstrando que o uso de agentes virtuais pode envolver e motivar os alunos na construção do conhecimento. Um dos estudos que apresentou a sua utilização foi o de Kinnebrew e Biswas (2012). Nesse trabalho, os alunos de alto e baixo desempenho escolar foram comparados em relação ao comportamento de leitura, mostrando que

[...] os alunos de alto desempenho empregaram diferentes comportamentos que indicavam uma estratégia mais cuidadosa e sistemática de leitura. Seus padrões de atividade envolviam mais frequentemente a releitura de páginas dos recursos, como o uso de releituras completas dos recursos antes de adicionar um link. Além disso, os padrões de atividade de leitura que distinguem os de alto desempenho e os de baixo desempenho geralmente envolviam leitura de páginas relevantes para ações recentes, sugerindo um comportamento de leitura mais sistemático em geral (KINNEBREW; BISWAS, 2012, p. 63, tradução nossa).

Os alunos de baixo desempenho, por sua vez, tendiam a reler partes irrelevantes do texto e apresentaram mais dificuldade em identificar relações entre conceitos.

Os resultados do estudo demonstram as potencialidades dos agentes virtuais como recursos de coleta de dados e análise do comportamento dos alunos, sendo muito importantes para a identificação das suas dificuldades e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de atividades que os auxiliem na sua superação (KINNEBREW; BISWAS, 2012).

Também utilizando o *Betty's Brain*, Chase et al. (2009) buscaram identificar a presença e determinar as causas do chamado “efeito *protégé*”, o qual parte da

concepção de que alunos que aprendem com expectativa de ensinar se esforçam mais do que se aprendessem apenas para si mesmos. Para a realização da pesquisa, um conjunto de alunos foi dividido em dois grupos. Para ambos, foi solicitada a realização das mesmas tarefas no *software*. No entanto, um dos grupos acreditava estar desenvolvendo mapas conceituais com o objetivo de aprender, enquanto o outro tinha o objetivo de ensinar o agente. De acordo com os resultados, os alunos que ensinaram se dedicaram e aprenderam mais do que aqueles que aprenderam para si mesmos, sendo a diferença mais acentuada entre os alunos de baixo desempenho escolar.

O estudo demonstra, ainda, que o comportamento dos alunos em relação ao computador pode ser muito próximo do que teriam diante de uma pessoa. Conforme os autores, ensinar um agente virtual pode ativar sentimentos de responsabilidade e empatia que garantem a motivação do aluno, sem a mesma pressão de ensinar uma pessoa. Nesse sentido, o uso de agentes virtuais de aprendizagem “[...] invoca um senso de responsabilidade que motiva o aprendizado, fornece um ambiente no qual o conhecimento pode ser aprimorado através de revisão e protege o ego dos alunos das ramificações psicológicas do fracasso” (CHASE et al., 2009, p. 1, tradução nossa), tornando mais fácil reconhecer os erros e buscar uma maneira melhor de ensinar.

Na mesma direção e utilizando um agente ensinável similar ao *Betty's Brain*, baseado no uso de mapas conceituais, Chin et al. (2010) desenvolveram um estudo que mostra que agentes ensináveis auxiliam o aprendizado, mesmo quando não estão mais sendo usados. Ou seja, essa ferramenta contribui para preparar os estudantes para continuarem aprendendo, estimulando a identificação de relações causais entre conceitos, fator importante, principalmente, no aprendizado de Ciências.

No entanto, segundo os investigadores, observa-se que a utilização de mapas conceituais como linguagem principal de comunicação entre aluno e computador traz certas limitações para o agente ensinável construído sob essa perspectiva, principalmente por barrar as possibilidades de aplicação em diferentes áreas do conhecimento, que não apresentam elementos causais e relacionais tão claros (CHIN et al., 2010).

Como alternativa, Song (2017) propõe um agente ensinável que utiliza um método de comunicação baseado em símbolos próprios da Matemática, sendo

adequado para o aprendizado dos conteúdos dessa área. Nesse sentido, o *software* foi desenvolvido para fornecer ao estudante interações de diferentes formas, como explicações, perguntas e respostas, além de resolução de problemas. Ainda, torna-se importante destacar que o agente apresenta flexibilidade, para que possa se adaptar aos diferentes sujeitos que o manipulam, priorizando uma adaptação mútua entre agente e aluno.

Em seu trabalho, Matsuda et al. (2013a) exploram o agente ensinável *SimStudent* como ferramenta tecnológica para investigar hipóteses relacionadas a aprender ensinando. Os autores evidenciam que o *SimStudent* aprende por meio da generalização de exemplos providos pelos alunos, enquanto simula o comportamento de um ser humano fazendo perguntas, solicitando explicações e dando *feedbacks* quanto ao seu aprendizado. Eles também destacam que essa tecnologia facilita a coleta de dados detalhados sobre a interação entre o aluno e o agente. Partindo dessas considerações, os pesquisadores realizaram testes com alunos que aprendiam equações lineares, a fim de compreender se o agente ensinável realmente aprende mediante a tutoria e se os tutores, por sua vez, aprendem ao ensiná-lo. Ainda, buscaram observar como – e se – ocorre esse aprendizado, além da correlação entre tutor e agente.

O estudo aponta que ensinar o agente *SimStudent* é efetivo para o aprendizado de habilidades procedimentais, mas não de conhecimentos conceituais. Além disso, o principal problema encontrado no grupo de alunos que não obtiveram sucesso em ensinar o agente foi a dificuldade de reconhecer que não estavam ensinando adequadamente. Esse grupo de estudantes respondia de forma incorreta e ensinava os mesmos problemas repetidamente, o que sugere a necessidade de um metatutor, ou seja, um terceiro participante que possa observar as atividades e auxiliar os alunos cognitivamente e metacognitivamente. Segundo os autores, “para obter um aprendizado bem-sucedido, os alunos devem monitorar simultaneamente o desempenho de seus alunos e o seu próprio” (MATSUDA et al., 2013a, p. 1161, tradução nossa).

De acordo com os pesquisadores, a correlação entre os aprendizados do tutor e do agente mostra que os estudantes tendem a aprender mais quando ensinam o agente de forma correta, conceitual e metodologicamente. Nas palavras dos autores:

Se os alunos não estiverem bem preparados para dar aulas, os benefícios do aprendizado pelo ensino poderão ser reduzidos. Além disso, uma vez que os alunos se tornem especialistas em um conteúdo e possam resolver problemas com fluência (e assim se tornem melhores professores), os benefícios da aprendizagem pelo ensino também poderão diminuir. O aprendizado pelo ensino é essencialmente um fenômeno paradoxal, cujos mecanismos ainda não foram completamente elucidados (MATSUDA et al., 2013a, p. 1162, tradução nossa).

Por fim, os resultados indicam que os benefícios cognitivos da aprendizagem pelo ensino são maiores quanto menor for o domínio do aluno, corroborando a ideia de que aprender ensinando funciona também para aqueles alunos com mais dificuldades em determinado conteúdo (MATSUDA et al., 2013a).

Ainda sobre o *SimStudent*, Bringula et al. (2015) realizaram uma pesquisa a respeito da influência dos conhecimentos prévios de Matemática na interação com um sistema inteligente de aprendizagem pelo ensino. O objetivo era identificar se os conhecimentos prévios permitem ao aluno tirar mais proveito da tutoria enquanto espaço para demonstrar suas habilidades de resolução de problemas.

O estudo mostra que a identificação dos erros cometidos pelo computador e dos motivos que o levam a cometê-los é uma tarefa muito difícil para um aluno que está aprendendo álgebra básica. No mesmo trabalho, os investigadores salientam que é igualmente difícil identificar o aprendizado de conteúdos por meio de pré e pós-testes. No entanto, segundo eles, ao perceber que foram capazes de ensinar bem o agente ensinável, os estudantes adquirem confiança não só para realizar essa tarefa, mas também para serem testados em relação ao conteúdo trabalhado.

Uma variação do *SimStudent* foi testada por Matsuda et al. (2013b), buscando identificar como a competição entre agentes ensináveis afeta o aprendizado do tutor. Assim, uma função de *Game Show* competitivo foi adicionada ao software, de forma que cada aluno ensinava seu agente e o colocava para competir com o agente de outro estudante, criando um sistema de *ranking* em que venceria a disputa o agente que resolvesse corretamente o maior número de problemas algébricos.

Similarmente aos estudos anteriores, os resultados mostram que os alunos melhoraram a habilidade de resolver equações lineares ao ensinar o *SimStudent*, porém, a compreensão conceitual permaneceu inalterada. Os resultados sinalizam, ainda, que o *Game Show* promoveu um maior engajamento dos estudantes, levando a que suas respostas aos questionamentos do agente se tornassem mais frequentes e aprofundadas. Além disso, segundo os autores, o engajamento e a motivação dos

estudantes não apresentaram correlação com o aprendizado, seja conceitual ou procedimental, assim como não se observou qualquer efeito negativo causado pela motivação externa à aprendizagem, ou seja, pelo desejo de vencer a competição. Porém, esse formato consome mais tempo em outras atividades que não a tutoria (MATSUDA et al., 2013b).

Pareto (2014), em um estudo envolvendo agentes virtuais como jogadores que precisam ser ensinados, chegou a um resultado diferente: os alunos que ensinaram o agente obtiveram ganhos de compreensão conceitual maiores que o grupo controle, sem acesso ao software. A investigação, que teve como participantes crianças de diversos níveis escolares, mostrou, ainda, que o modelo de jogo utilizando agentes ensináveis promoveu o engajamento em quase todos os sujeitos e que esse é um fator muito importante para a aprendizagem. Diante disso, as atividades devem ser desenvolvidas “[...] combinando desafios e dificuldades com incentivos e atividades motivadoras” (PARETO, 2014, p. 279, tradução nossa).

O agente ensinável utilizado no estudo de Pareto (2014) aprende por meio de exemplos, observando as ações do tutor, e de perguntas que faz ao aluno. Essas perguntas são escolhidas buscando a progressão do conhecimento do agente, ou seja, estão um pouco acima de sua capacidade atual. O agente, então, aprende até alcançar o mesmo nível de conhecimento do estudante e, respeitando a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) de Vygotsky, segue aumentando o nível de dificuldade, pois desafia o tutor com perguntas mais avançadas até cessar a progressão do aluno. Nesse sentido,

O agente ensinável aprimora o aprendizado, envolvendo os alunos na reflexão e explicação de suas ações de jogo sob o pretexto de que ensinam um agente a jogar. Essa ideia combina o poder motivacional dos jogos com o poder reflexivo de um agente ensinável que faz perguntas profundas sobre o material de estudo e pode melhorar os efeitos de aprendizagem dos jogos (PARETO, 2014, p. 279, tradução nossa).

Ao comparar alunos em atividades de ensino semelhantes, realizadas face a face ou com o auxílio de agentes virtuais de aprendizagem, Gutman (2017) também observou que o uso do ambiente tecnológico proporciona um maior desenvolvimento de conhecimentos procedimentais relacionados ao ensino. Porém, nesse estudo em particular, não foram percebidas diferenças quanto ao aprendizado.

Utilizando inteligência artificial, Lenat e Durlach (2014) desenvolveram um sistema em que o agente ensinável simula o aprendiz, criando um modelo mental do aluno com quem está interagindo, para, assim, ser capaz de adaptar seu comportamento de acordo com o que considera pedagogicamente mais vantajoso. Conforme os autores, diferente de outros agentes ensináveis, nesse, o aparente aprendiz observado pelos estudantes no papel de tutores é apenas uma simulação, pois o sistema já possui os conhecimentos que o aluno irá ensinar. Assim, toda a interação ocorre por meio de um jogo no estilo de aventura. O jogador se comunica com um avatar, comandado pelo computador, por meio de diálogos semelhantes ao que teria com um humano, enquanto o personagem finge precisar de ajuda para resolver problemas de Matemática. Os resultados obtidos no estudo indicam que esse procedimento motiva o aluno a ensiná-lo por meio de atividades que julga necessárias para auxiliar na superação das dificuldades desse aluno.

A partir dos trabalhos analisados nesta categoria, a aprendizagem pelo ensino mostrou-se similar à identificada na categoria anterior. No entanto, no ambiente virtual, houve divergência entre os estudos quanto ao aprendizado de conhecimentos conceituais, pois nem todos observaram a mesma evolução. Esse fator pode ser relacionado às especificidades de cada agente ensinável, ou, ainda, pode representar uma fragilidade dessa modalidade. Já o desenvolvimento de habilidades procedimentais foi resultado frequente nos trabalhos examinados. Assim, percebe-se que, mesmo com o uso de softwares, os alunos podem aprender enquanto ensinam.

2.3 Considerações sobre a revisão de literatura

De acordo com Moran (2000), o mundo moderno tem exigido que os indivíduos se envolvam em atividades cada vez mais complexas. Nesse contexto, segundo o autor, o processo de ensinar e aprender, desenvolvido nos ambientes escolares, precisa proporcionar situações que levem os estudantes a constantes motivações, seleções, interpretações, comparações, avaliações e aplicações.

Metodologias de ensino que buscam promover aprendizagens por meio de ações de ensino, tema abordado na presente investigação, têm mostrado grande potencial de promover os estudantes a patamares correspondentes ao centro do processo de ensinar e aprender, tornando-se agentes ativos nesse cenário. Sobre

isso, os resultados demonstram uma ampliação, no decorrer dos anos, de estudos referentes a aprender ensinando. Percebeu-se que estudos mais antigos buscavam, em sua maioria, a identificação ou comprovação da aprendizagem pelo ensino. Já nos estudos mais recentes, evidenciou-se que os pesquisadores passaram a explorar novas formas e métodos para utilização do ensino para gerar aprendizagem. Nesses estudos, também, identificou-se a busca dos pesquisadores por compreender a relação entre a aprendizagem ocorrida em propostas de aprendizagem pelo ensino com a motivação, a autoestima, os estilos de aprendizagem e a autoconsciência. Elementos que apontam a presença do domínio afetivo junto ao desenvolvimento cognitivo.

A investigação demonstrou, ainda, a utilização de diferentes metodologias para a promoção de aprendizagens por meio do ensino, sendo evidenciadas estratégias em que os estudantes ensinam uns aos outros e estratégias em que ensinam agentes virtuais. Todas elas, segundo os trabalhos analisados, revelam resultados positivos em diversos fatores relacionados à aprendizagem de conhecimentos científicos e ao desenvolvimento de habilidades como comunicação, trabalho em equipe, motivação e autoconfiança.

Em síntese, os resultados apontam que a metodologia de aprender ensinando tem sido utilizada em diferentes contextos escolares, consolidando-se como uma estratégia de ensino na promoção de aprendizagens sólidas e duradouras tanto para aqueles que ensinam quanto para os aprendizes. Assim, essa metodologia apresenta um grande potencial de tornar o estudante o ator central do processo de ensinar e aprender.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a teoria sociointeracionista de Vygotsky, que fundamenta a sequência didática elaborada para este estudo, e uma reflexão acerca do aprender ensinando e a teoria de Vygotsky.

3.1 Teoria Sociointeracionista de Vygotsky

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em 1896, na Bielo-Rússia, e faleceu em 1934, vítima de tuberculose, aos 37 anos de idade. Tanto sua trajetória acadêmica quanto profissional transitaram por diversos assuntos como artes, linguística, psicologia, filosofia e medicina. Mas foram seus estudos no campo da psicologia que o tornaram conhecido, mesmo que esse reconhecimento e a divulgação de seu trabalho tenham ocorrido apenas após sua morte, em decorrência das críticas sofridas do governo de Stalin (REGO, 1995). Por seus estudos em psicologia, se tornou referencial muito utilizado na área da educação com sua teoria sociointeracionista do desenvolvimento humano. De acordo com Rego (1995),

a preocupação principal de Vygotsky não era a de elaborar uma teoria do desenvolvimento infantil. Ele recorre à infância como forma de poder explicar o comportamento humano no geral, justificando que a necessidade do estudo da criança reside no fato de ela estar no centro da pré-história do desenvolvimento cultural devido ao surgimento do uso de instrumentos e da fala humana (REGO, 1995, p. 25).

Segundo Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo se dá a partir da interação social, sendo dependente do contexto social, histórico e cultural em que o sujeito se encontra. Assim, os processos mentais superiores, referentes ao pensamento, linguagem e comportamento volitivo, se originam na relação entre indivíduos, e se desenvolvem a partir da mediação de instrumentos e signos (MOREIRA, 2015).

Instrumento é algo que pode ser utilizado para realizar uma tarefa, ampliando as possibilidades de intervenção na natureza e provocando mudanças externas, já o signo infere significados às coisas, auxiliando o sujeito em suas atividades psíquicas (REGO, 1995). Segundo Pino (1999, p. 38), “[...] o que caracteriza o signo é ser um meio inventado pelos homens para representar-se a realidade, material ou imaterial, de maneira a poder compartilhar entre si o que sabem a respeito dela”. Assim, a

internalização de signos implica no compartilhamento de significados existentes em uma cultura através da interação social. Cultura essa, compreendida por Vygotsky como a totalidade das produções humanas portadoras de significação, um mundo simbólico “[...] construído pelo homem, uma espécie de réplica do mundo natural, ao mesmo tempo resultado e condição da atividade humana” (PINO, 1999, p. 38-39). O homem é um ser atuante e refém de seu meio social, sendo influenciado pela sua história e cultura, ao mesmo tempo em que a constrói.

Segundo Vygotsky (2001), o principal sistema de signos utilizado pelo ser humano é a linguagem. Através dela, os significados podem ser transmitidos desvinculados de seus contextos, possibilitando a abstração e a generalização de conceitos. A linguagem está fortemente ligada ao pensamento, sendo seu domínio de fundamental importância no desenvolvimento cognitivo ocorrido na infância. Segundo Rego (1995, p. 64), “A linguagem tanto expressa o pensamento da criança como age como organizadora desse pensamento”. No entanto, Vygotsky (2001) esclarece que o desenvolvimento do pensamento e da fala são independentes, não apresentando relação clara entre os dois.

Há, assim, um distanciamento entre pensamento e fala, ainda que ambos pareçam indistinguíveis em um primeiro momento. Por esse motivo, a comunicação verbal através da fala compõe uma atividade cognitiva diferente da executada no pensamento. Nas palavras de Souza (1994, p. 135),

O pensamento tem sua própria estrutura e a transição dele para a fala não é algo que ocorre facilmente. Assim como uma frase, ou até mesmo uma única palavra, pode expressar vários pensamentos, um único pensamento pode ser expresso por meio de uma única palavra ou por meio de várias frases. Na mente do interlocutor, o pensamento acontece como uma totalidade e num só momento, mas, para que ele se torne uma realidade para um ouvinte qualquer, é necessário desenvolvê-lo numa sequência de palavras.

A comunicação ocorre de forma indireta, pois na transição do discurso interior para o discurso externo, o pensamento passa inicialmente pelos significados, para então moldar-se em palavras e ser expresso na fala ou na escrita (Vygotsky, 2001).

A linguagem do meio ambiente, que reflete uma forma de perceber o real num dado tempo e espaço, aponta o modo pelo qual a criança apreende as circunstâncias em que vive, cumprindo uma dupla função: de um lado, permite a comunicação, organiza e medeia a conduta; de outro, expressa o pensamento e ressalta a importância reguladora dos fatores culturais existentes nas relações sociais (MARTINS, 1997, p. 115).

Ao passo que a linguagem se torna a ponte para a interação entre as pessoas, para que ocorra a aprendizagem e o compartilhamento de signos através da mediação, essa interação precisa respeitar a chamada zona de desenvolvimento proximal (ZDP), definida como

a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido por meio da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes (MOREIRA, 2015, p. 114).

Assim, o ensino, para Vygotsky, deveria buscar o desenvolvimento do estudante através de aprendizados ocorridos dentro da ZDP, ou seja, as atividades desenvolvidas em sala de aula devem contemplar os conhecimentos contidos nessa zona, permitindo que o aluno, ao interagir socialmente, mediado por instrumentos e signos, possa internalizar aquilo que sozinho não era capaz. Nesse sentido, Pino (1999, p. 48), salienta que “[...] a educação não é um mero ‘valor agregado’ à pessoa em formação. Ela é constitutiva da pessoa. É o processo pelo qual, através da mediação social, o indivíduo internaliza a cultura e se constitui em ser humano”. Concepção que vai ao encontro das ideias de Vygotsky (1991) que considera que aprendizado não é desenvolvimento. Para ele, entretanto,

o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (VYGOTSKI, 1991, p. 61).

Vygotsky considera que o desenvolvimento cognitivo se dá pela reconstrução interna de processos externos, ou seja, a partir da internalização individual de instrumentos e signos socialmente construídos. Sendo a internalização um processo interno e individual. Sobre isso, Pino nos lembra que “[...] a constituição do saber na criança não ocorre pelo simples registro de informações a respeito do mundo, mas pela descoberta da significação dessas informações. E isso é obra dela, produção dela, na qual pode ser ajudada mas nunca substituída” (1999, p. 48-49).

Nessa mesma perspectiva, Vygotsky fala sobre a aprendizagem pela imitação, esclarecendo que essa “[...] pode ser positiva: a criança só é capaz de

imitar aquilo que está na ZDP, podendo depois ser capaz de compreender a ação imitada e realizá-la sozinha” (1991, p. 59).

Dessa forma, “Para Vygotsky, o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento” (MOREIRA, 2015, p. 118). Daí a importância de o ensino ocorrer dentro da ZDP, respeitando a capacidade de aprendizagem mediada, para, a partir dessa, atingir um desenvolvimento cognitivo que expanda a zona de desenvolvimento real e desloque a zona de desenvolvimento potencial para níveis mais elevados.

Assim, entende-se que todos os elementos da teoria vygotskyana anteriormente mencionados se constituem e se consolidam na interação social, sendo o elemento central que permite a compreensão dos processos de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo com reflexos perceptíveis na relação entre alunos em sala de aula.

3.2 Aprender Ensinando e o Sociointeracionismo de Vygotsky

A interação social entre os estudantes é um fator muito presentes em estudos sobre o aprendizado através do ensino. Mesmo em propostas que sugerem o uso de agentes virtuais, estes são programados para representar da forma mais fiel possível o comportamento de um ser humano com quem o estudante possa interagir. Como apresentado anteriormente, a importância da interação para a aprendizagem e para o desenvolvimento cognitivo é suportada pelas teorias de Vygotsky. Na sequência, busca-se discutir algumas possibilidades de aproximação entre essas ideias.

Inicialmente, ressalta-se que a teoria de Vygotsky fala sobre a interação social das formas mais variadas, sendo assim, já é possível encontrar em sua obra referências à interação com colegas no contexto de sala de aula, sendo considerada positiva para a aprendizagem e para o desenvolvimento. Além disso, a prática escolar baseada nos princípios de Vygotsky não põe o professor como detentor do conhecimento ou como sujeito central de todas as interações, nem deve esperar que este seja um transmissor de informações, mas sim, atue como mediador. Sobre isso Pino considera que:

[...] a constituição do saber humano em saber da criança, objetivo da educação formal, é um evento de natureza eminentemente social: primeiro porque o saber científico é uma produção social, resultado da história das relações de produção dos homens; segundo porque a sua constituição na criança passa, necessariamente, pela mediação dos outros, aqueles que já possuem a significação das coisas (definidora do saber). Segue-se daí que o professor é apenas uma referência e um guia para a criança na aventura do saber, colocando-se em questão todo sistema educativo baseado no conceito estreito e unidirecional de uma “relação pedagógica” centrada, exclusivamente, na dupla “professor = aluno” (1999, p. 48).

Dessa forma, segundo Rego (1995), o aluno não é visto como um ser passivo às informações que recebe do exterior, mas deve ser considerado um sujeito ativo e interativo. Entretanto, para o autor

a atividade espontânea e individual da criança, apesar de importante, não é suficiente para a apropriação dos conhecimentos acumulados pela humanidade. Portanto, deverá considerar também a importância da intervenção do professor (entendido como alguém mais experiente na cultura) e, finalmente, as trocas efetivadas entre as crianças (que também contribuem para os desenvolvimentos individuais) (REGO, 1995, p. 110).

Assim, os papéis desempenhados pelos colegas e professores numa perspectiva de aprendizagem pelo ensino estão de acordo com as ideias de Vygotsky, aceitando a interação com os colegas sem diminuir a importância da presença do professor enquanto sujeito mais experiente e responsável pela garantia da qualidade do ensino, supervisionando as interações entre alunos na garantia do compartilhamento de conceitos científicos.

Tanto na perspectiva de aprendizado pela imitação, quanto numa concepção mais geral da aprendizagem pela interação social, Vygotsky traz bem clara a ideia de que a interação que gera aprendizado é aquela estabelecida com um sujeito mais capaz. Ou seja, se considerarmos dois alunos em níveis diferentes de desenvolvimento, segundo Vygotsky, aquele menos capaz poderá aprender com o mais capaz, sendo difícil nessa concepção assumir que o contrário possa ocorrer.

Quando se olha para as propostas de aprendizado através do ensino, no entanto, evidencia-se um movimento que parece ocorrer na direção contrária, propondo que estudantes menos capazes podem sim assumir o papel de ensinar a um mais capaz, sendo essa, inclusive, a situação que mostra os melhores resultados corroborando a eficiência de tais metodologias (DILLNER, 1971; FRAGGER; STERN, 1970; GARTNER; RIESSMAN, 1977).

Propor que um aluno cujo desenvolvimento se encontra acima de seu colega seja ensinado por esse, considerado menos capaz, nos mostra uma aparente discordância entre as ideias do Aprender Ensinando e a teoria de Vygotsky. No entanto, alguns pontos devem ser observados antes de considerá-las incompatíveis.

Inicialmente, é necessário esclarecer que o processo de ensino não é unidirecional, onde um sujeito ensina e outro aprende, ao contrário, é uma via de mão dupla, onde os conhecimentos são compartilhados e ambos os envolvidos possuem possibilidades de aprender. Assim, inferir um papel único, de professor ou de aprendiz, ao sujeito seria limitar as interações entre eles, indo contra ambas as propostas de aprender ensinando e de Vygotsky.

Além disso, mesmo se assumirmos uma diferença entre os papéis, devemos lembrar que a proposta do aprendizado pelo ensino é focada especialmente no sujeito responsável pela tarefa de ensinar. Dessa forma, considerando que o tutor seja o aluno menos capaz de uma dupla, logo, seu companheiro será mais capaz que ele, e, já que ambos estão interagindo, ainda é possível afirmar que o aluno menos capaz está aprendendo com o mais capaz, sem desconsiderar, ainda, a possibilidade do outro também aprender.

Assim, resultados das pesquisas sobre aprender ensinando, que a princípio parecem contrariar as ideias de Vygotsky, se analisados de outro ponto de vista, são, na verdade, bastante coerentes, podendo, até mesmo, buscar em Vygotsky um fator que as explique. Se as pesquisas sobre aprender ensinando voltam sua atenção ao aluno que ensina, analisando sob a perspectiva de Vygotsky, espera-se, justamente, que o maior avanço seja observado no aluno que interage com um companheiro mais capaz, ou seja, no menos capaz da dupla, inclusive quando este assume a função de ensinar.

Além disso, quando a interação ocorre entre dois sujeitos com desenvolvimento similar, como é o caso na aprendizagem pelo ensino, é mais provável que essa interação ocorra dentro da ZDP, já que as ZDPs de ambos os sujeitos tendem a ser muito próximas, assim como o desenvolvimento real destes estudantes, principalmente se considerarmos em comparação com um professor, onde as possibilidades de a interação ocorrer em um nível superior à ZDP do aluno são maiores, constituindo um processo não produtivo para a aprendizagem. Ou seja, a adaptação de discurso que o professor precisa fazer para que seu conteúdo seja compatível com a ZDP do aluno é mais complexa do que a de outro aluno.

Segundo Fino (2001), uma implicação pedagógica do conceito de ZDP é a de que o professor deve atuar como agente metacognitivo, auxiliando o aluno no desenvolvimento de sua capacidade de identificar os conhecimentos, habilidades e valores interiorizados, e de planejar e avaliar seu próprio pensamento. O professor monitora a atividade do aluno enquanto regulador da atividade e analista do conhecimento.

Este fato vem de encontro aos estudos sobre aprender ensinando, que ressaltam a importância da metacognição para a aprendizagem (MUIS et al., 2016; MATSUDA et al., 2013a, GUTMAN, 2017). Fino (2001) diz, ainda, que a responsabilidade pela atividade metacognitiva é transferida do professor ao aluno quando ocorre a internalização de comportamentos cognitivos, e que “Nas formas de aprendizagem mediada pelos pares, a responsabilidade pelo controle exterior é transferida do professor para o par-tutor, devendo essa transferência de controle promover aprendizagem auto-regulada” (2001, p. 9).

Além do aprendizado de saberes científicos, a interação no contexto de sala de aula gera ainda o desenvolvimento de outras habilidades sociais e procedimentais, como destacado nos estudos sobre aprender ensinando (ASLAN, 2015; ASLAN 2017; ÁLVARES et al., 2008; PARK; GENTRY, 2017). Nesse mesmo sentido, sob a perspectiva de Vygotsky, Colaço et al. destacam que

[...] no processo de interação das crianças, ao realizarem as tarefas escolares, não apenas conteúdos específicos são compartilhados, mas também formas de comunicação e conduta, expressão de sentimentos que apontam para a construção de subjetividade na disputa, reprodução e negociação de papéis e valores sociais (2007, p. 48).

Segundo Davis, Silva e Esposito, as interações realizadas com objetivo educacional, ocorrem

apenas na medida em que houver conexões entre seus objetivos (conhecimentos a serem construídos) e o universo vivido pelos participantes, entendidos enquanto atores que possuem interesses, motivos e formas próprias de organizar sua ação. Para que os parceiros de uma dada interação abram mão da individualidade que os move, é fundamental que o significado e a importância da atividade conjunta esteja claro para todos os envolvidos (DAVIS; SILVA; ESPOSITO, 1989, p. 52-53).

Nesse sentido, compreende-se que os estudantes precisam ter um interesse em comum e entender a importância da atividade que estão realizando, ou seja,

precisam de motivação para realizar a tarefa proposta. A esse respeito, os estudos sobre aprender ensinando demonstram que os alunos geralmente sentem-se motivados para ensinar os outros (DILLNER, 1971; LAZARUS et al., 2016; CHASE et al., 2009). Além disso, outros estudos apontam para a necessidade de que o aluno passe por uma capacitação para ensinar, assim estará ciente de seu papel não só enquanto tutor, mas, também, de que a atividade traz benefícios para seu próprio aprendizado.

Em um contexto de ensino que valorize a interação social, segundo Davis, Silva e Esposito, cabe ao professor “[...] garantir a simetria das relações que se estabelecem entre os alunos, evitando que uns se calem, outros apenas obedçam e outros ainda dominem. [...] criando condições para a colaboração, a compreensão mútua e a comunicação produtiva” (1989, p. 53-54). Essa ideia é especialmente significativa para a aprendizagem pelo ensino, pois o professor não pode esperar que a interação entre os alunos ocorra de forma completamente natural. É ele que precisa instigar a comunicação, principalmente se considerarmos a importância para a aprendizagem da etapa onde o tutor recebe *feedbacks* do aprendiz (DURAN, 2016).

Assim, considerando os pontos discutidos, a teoria de Vygotsky, em concordância com os estudos relativos ao aprender ensinando, serve de suporte teórico para a proposta de produto educacional apresentado no próximo capítulo.

4 A PROPOSTA

O produto educacional desenvolvido para este trabalho foi apresentado a um grupo de professores de Física por meio de um curso de extensão online. Este capítulo descreve a elaboração do produto educacional, a caracterização dos sujeitos participantes e o desenvolvimento do curso.

4.1 O produto educacional

O produto educacional “Aprender Ensinando: proposta para o ensino de Física Térmica no Ensino Médio” (Figura 1), disponível no seguinte endereço <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/597283>>, trata-se de um texto de apoio destinado aos professores de Física do Ensino Médio, que busca oferecer uma alternativa ao ensino tradicional, centrado na fala do professor, sugerindo uma metodologia de fácil aplicação em sala de aula que possibilite tornar o estudante ativo no processo de aprendizagem por meio de atividades de ensino. O texto está organizado em 3 partes: Inicialmente apresenta a teoria sociointeracionista de Vygotsky, que serve como referencial teórico para a sequência didática. Após, discute-se o aprender ensinando, tendo em vista estudos anteriores sobre o tema que fundamentam as escolhas metodológicas adotadas. Por fim, encontra-se a descrição da sequência didática proposta, contando com orientações aos professores e alguns materiais sugeridos para utilização nas aulas.

A sequência didática que compõe o produto educacional se baseia nos estudos relacionados à aprendizagem pelo ensino, considerando a ação de ensinar como potencializadora do aprendizado, e utiliza como referencial teórico os estudos de Vygotsky, principalmente no que diz respeito à interação social. Estruturada em 11 encontros, propõe uma metodologia que possibilita o aproveitamento dos efeitos do ensino em sala de aula para facilitar a aprendizagem, privilegiando a interação entre os alunos e seu protagonismo no processo de ensino aprendizagem.

Considerando que a atividade de ensino pode ser dividida em 3 etapas, preparação, explicação e *feedback* (DURAN, 2016), onde cada uma delas proporciona o uso de diferentes formas de raciocínio ao estudante, os encontros foram planejados visando explorar estas etapas e as possibilidades nelas existentes.

Figura 1 - Capa do Produto Educacional



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na etapa de preparação para ensinar, os alunos estudam sobre o assunto que irão ensinar, revisando conceitos que já conheciam, identificando os pontos principais do conteúdo e construindo materiais didáticos que o auxiliem a promover o aprendizado de seus colegas. Já nesta etapa, a sequência didática sugere a interação entre os estudantes, estimulando o compartilhamento de significados e prevenindo a ocorrência de erros conceituais nas explicações que ocorrerão na sequência.

A etapa de explicação caracteriza-se pelo momento da verbalização do conhecimento, do ensino propriamente dito. Assim, o estudante, já previamente preparado para tal, assume o papel de tutor de seus colegas, realizando a organização de estruturas explicativas, convertendo o pensamento em fala e monitorando sua própria compreensão e a de seus aprendizes. Na sequência didática, essa etapa foi organizada para que, em certos momentos, todos os estudantes possam assumir a posição de tutores e de aprendizes. Para tal, são postos para estudar assuntos diferentes, mas complementares, para que no momento da interação, cada um possa ser responsável por uma parte das atividades.

A partir da explicação do tutor, os aprendizes podem expressar suas compreensões, dúvidas e comentários, gerando novas possibilidades para o tutor rever sua explicação e seu entendimento acerca do conteúdo. Esta etapa, chamada de *feedback*, é uma consequência natural da etapa anterior, porém, seu sucesso depende do engajamento do aprendiz, o que pode ser atingido pela ação do tutor e o auxílio do professor.

Os encontros propostos na sequência didática, organizados a partir destas 3 etapas, transitam por diferentes estratégias didáticas características das aulas de Física: as aulas teóricas, onde ocorre a discussão do conteúdo científico em sala de aula; as atividades experimentais; e a resolução de problemas. Desta forma, apresentam-se possibilidades de aprendizado pelo ensino em diferentes estratégias metodológicas.

No quadro 4 encontram-se as atividades planejadas para cada encontro da sequência didática, a etapa do aprender ensinando privilegiada no encontro e o número de períodos estimado, considerando períodos com 45 minutos de duração.

Quadro 4 - Organização da sequência didática.

| Encontro | Atividades | Etapa do aprender ensinando | Número de períodos |
|----------|---|-----------------------------|--------------------|
| 1 | Introdução | | 1 |
| 2 | Calor e temperatura | Preparação | 1 |
| 3 | Calor e temperatura | Explicação e feedback | 2 |
| 4 | Processos de propagação de calor | Preparação | 2 |
| 5 | Atividades Experimentais de propagação de calor | Explicação e feedback | 2 |
| 6 | Resolução de problemas | Explicação e feedback | 1 |
| 7 | Escalas termométricas | Explicação | 1 |
| 8 | Correção de atividades | Explicação e feedback | 1 |
| 9 | Dilatação | Preparação | 2 |
| 10 | Dilatação | Explicação e feedback | 2 |
| 11 | Encerramento | Preparação e explicação | 2 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

4.2 Apresentação do produto educacional

Embora o produto educacional tenha sido desenvolvido para ser implementado com estudantes de Ensino Médio, considerando as limitações impostas pela pandemia de COVID-19, como forma alternativa de pesquisa, o produto educacional, constituído pela sequência didática e por textos de apoio resumindo os referenciais teóricos que fundamentam a sequência, foi apresentado a um grupo de professores, no formato de um curso *online*. Assim, por meio da percepção de docentes com experiência no ensino de Física, buscou-se identificar as potencialidades do material elaborado e identificar possíveis melhorias a serem feitas.

4.3 Os sujeitos participantes do curso

Para participar do curso, foram convidados professores com graduação em nível de licenciatura, que estivessem atuando na área de Física, e com experiência docente. Dessa forma, buscando traçar o perfil do grupo, apresenta-se a caracterização dos 8 professores participantes do curso.

Com idades variando de 23 a 56 anos, todos os professores participantes residem em Passo Fundo ou em municípios vizinhos, tendo concluído suas graduações na Universidade de Passo Fundo (UPF). Destes, 7 são licenciados em Física, enquanto 1 é licenciado em Matemática. Além deste, outros 2 têm a Matemática como segunda graduação.

Quanto à formação dos professores, 4 possuem apenas graduação, 1 possui também especialização, 2 possuem especialização e mestrado e 1 possui especialização, mestrado e doutorado.

Em relação ao tempo de docência lecionando a disciplina de Física, observa-se que 1 professor exerce a atividade a menos de um ano, 2 atuam a mais de um ano e menos de três, 1 entre três e cinco anos, 2 entre cinco e dez, e 2 lecionam a mais de dez anos.

Todos os participantes atuam na disciplina de Física, sendo 3 com dedicação exclusiva, enquanto 4 ministram também aulas de Matemática e 1 de robótica.

Com relação às escolas em que atuam, 3 professores trabalham apenas na rede pública, 3 apenas em instituições privadas e 2 atuam nas escolas públicas e privadas.

Além disso, 6 professores dedicam-se apenas à educação básica e 2 atuam na Educação Básica e também no Ensino Superior. Na Educação Básica, identifica-se que 1 professor atua apenas no Ensino Fundamental, 3 apenas no Ensino Médio e 4 atuam em ambos os níveis.

Ressalta-se que os mesmos 8 professores participantes do curso foram também os sujeitos investigados na pesquisa que compõe este trabalho. Para isso, concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, disponível no Anexo A.

4.4 Organização do curso de extensão

O produto educacional foi apresentado aos professores participantes da pesquisa por meio de um curso de extensão constituído por quatro encontros virtuais, na modalidade de videoconferências, totalizando 8 horas. O quadro 5 apresenta o cronograma dos encontros realizados.

Quadro 5 - Cronograma de atividades do curso

| Encontro | Data | Duração | Assuntos abordados |
|----------|------------|---------|--|
| 1º | 23/10/2020 | 2h | Apresentação do curso Aprender ensinando |
| 2º | 30/10/2020 | 2h | Teoria sociointeracionista de Vygotsky Aproximação com aprender ensinando |
| 3º | 06/11/2020 | 2h | Aula simulada |
| 4º | 13/11/2020 | 2h | Produto educacional Sequência didática |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Todos os slides utilizados no decorrer do curso encontram-se no anexo C.

4.4.1 *Primeiro encontro*

O primeiro encontro com os professores teve início com a apresentação da proposta do curso, seus objetivos e os passos seguintes da pesquisa que fariam parte. Assim, o professor pesquisador explicou os temas e objetivos de cada encontro e esclareceu que os mesmos estavam sendo gravados e, juntamente com um questionário e as entrevistas que seriam realizadas após o término do curso, constituiriam os dados da pesquisa.

Em seguida, apresentou-se os preceitos teóricos relacionados ao aprender ensinando, conforme identificados na revisão de literatura contida no capítulo 2 desta dissertação. O professor pesquisador abordou a origem dos estudos sobre o aprendizado pelo ensino, enfatizando o fator motivacional desta atividade e os ganhos cognitivos associados a mesma, conforme afirmam os estudos na área.

Outro ponto abordado foram os 3 momentos característicos da atividade de ensino, preparação para ensinar, explicação e *feedback*, utilizados como referência para a elaboração da sequência didática e considerados um conhecimento importante para o professor que deseja aplicá-la em sala de aula. Os 3 momentos foram explorados em detalhes, observando diversos elementos da aprendizagem pelo ensino, como a expectativa para ensinar, a possibilidade de identificação de incompreensões e o desenvolvimento de habilidades sociais e procedimentais.

Por fim, o professor pesquisador salientou sobre os pontos positivos e negativos do uso do aprender ensinando em sala de aula, destacando o papel do professor nesse contexto e a necessidade de protagonismo dos estudantes.

4.4.2 *Segundo encontro*

No segundo encontro, deu-se continuidade à apresentação do referencial teórico sob o qual está pautado o produto educacional, tendo como objetivo abordar a teoria sociointeracionista de Vygotsky.

Assim, o professor pesquisador iniciou sua fala lembrando quem foi Vygotsky e quais são as bases de sua teoria, tendo ênfase nos pontos mais pertinentes ao

estudo em questão, como a interação social, a mediação, a linguagem, a fala e a zona de desenvolvimento proximal.

Após apresentar os aspectos particulares da teoria de Vygotsky, a qual todos os participantes afirmaram já conhecer parcialmente, retomando assuntos discutidos no encontro anterior, o professor pesquisador apresentou algumas similaridades e possibilidades de aproximação entre as teorias de Vygotsky e o aprendizado pelo ensino. Nesse sentido, foram evidenciados fatores como a importância da interação social em ambas as perspectivas, a descentralização do professor no processo de ensino, juntamente com o reconhecimento de sua importância em um papel de mediação enquanto sujeito mais experiente e responsável, as possibilidades de desenvolvimento de habilidades sociais e procedimentais, entre outros pontos onde a teoria de Vygotsky e o aprender ensinando convergem.

4.4.3 Terceiro encontro

No terceiro encontro foi realizada uma simulação de uma das atividades propostas na sequência didática, buscando que os professores experimentassem a posição dos estudantes nessas atividades. Para isso, dividiram-se os professores em dois grupos e a cada um foi disponibilizado um texto proposto no produto educacional. Um dos textos falava sobre o conceito de temperatura, (Anexo D), enquanto que o outro discutia o conceito de calor (Anexo E).

O professor pesquisador instruiu que cada grupo realizasse a leitura de seu texto e discutisse como ensinariam seu conteúdo aos integrantes do outro grupo, simulando o momento de preparação para ensinar. Na sequência questionou como os participantes acreditavam que seria a implementação desta atividade em uma sala de aula. Foi solicitado, ainda, que cada grupo escolhesse um representante para expor o conteúdo do texto para o grande grupo.

Após encerradas as discussões nos grupos, os professores foram reunidos novamente em um único grupo, onde foi solicitado que os representantes escolhidos apresentassem o conteúdo do texto de acordo com as discussões feitas em seu grupo, simulando, o momento da explicação e, em seguida, do feedback quando os grupos puderam interagir entre si.

Para encerrar a atividade, os professores discutiram como esta proposta poderia ser implementada nas escolas, apontando potencialidades, dificuldades e

sugerindo possibilidades de melhoria. Salienta-se que até esse momento os participantes não tiveram acesso ao produto educacional. Assim, suas percepções foram baseadas exclusivamente nas instruções fornecidas pelo professor pesquisador para a realização da simulação proposta para esse encontro.

4.4.4 Quarto encontro

O quarto encontro foi destinado à apresentação da sequência didática que compõe o produto educacional. Neste encontro foram discutidas, uma a uma, todas as aulas propostas na sequência didática, buscando evidenciar as relações entre as estratégias sugeridas e o referencial teórico discutido nos encontros anteriores.

Dessa forma, para cada atividade proposta na sequência didática, buscou-se apresentar os aspectos do sociointeracionismo presentes e como estes influenciaram nos métodos e estratégias propostos para cada situação. Além disso, salientou-se as etapas do aprender ensinando exploradas em cada atividade, como a preparação para ensinar, a explicação, o feedback, ou, ainda, a combinação destas.

Em seguida, o produto educacional foi disponibilizado digitalmente para os professores participantes da pesquisa para que pudessem analisar o material original. Juntamente, foi enviado um link para que, após a leitura, os participantes respondessem a um questionário de avaliação do produto educacional (Anexo F).

Por fim, o último contato com os participantes ocorreu de forma individual, onde o professor pesquisador realizou entrevistas semiestruturadas com cada um dos participantes, em horários agendados com eles, após terem respondido ao questionário. Entrevistas e questionário serão detalhados no próximo capítulo, que versa sobre a pesquisa.

5 A PESQUISA

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as escolhas metodológicas que orientam a realização da pesquisa que compõe o presente trabalho. Assim, descreve-se na sequência, a classificação da pesquisa, os instrumentos de coleta e a análise dos dados.

5.1 Classificação da pesquisa

Buscando identificar a percepção dos professores de Física acerca da aprendizagem pelo ensino, esta pesquisa caracteriza-se como Pesquisa Qualitativa, pois busca a compreensão de aspectos que não podem ser quantificados. Segundo Minayo (2002), esse tipo de pesquisa busca trabalhar com um espaço de relações mais profundas com o objeto de investigação, onde os processos e fenômenos analisados não se reduzem a variáveis operacionalizáveis.

Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), por sua vez, afirmam que:

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não métricos (suscitados de interação) e se valem de diferentes abordagens.

Além disso, por se tratar de um estudo onde o próprio pesquisador teve envolvimento direto com os sujeitos participantes, apresentando a sequência didática aos professores de Física, a pesquisa realizada foi do tipo pesquisa-ação, que, de acordo com Thiollent (1985, p. 14),

É um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo ou participativo.

A pesquisa também se classifica como exploratória, pois, segundo Gil (1987, p. 45) “esse tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e

operacionalizáveis”, como é o caso da sequência didática baseada em aprender ensinando.

5.2 Instrumentos de coleta de dados

Para a coleta de dados dos elementos que compõem o *corpus* da pesquisa, os instrumentos utilizados são constituídos de entrevistas semiestruturadas e um questionário, aplicados aos participantes da pesquisa, além do diário de bordo contendo anotações das percepções do pesquisador durante os encontros com os professores.

O questionário utilizado na pesquisa (ANEXO F) se constitui em uma ficha de avaliação da sequência didática, sendo uma adaptação da ficha de avaliação utilizada por Moraes (2019) em sua dissertação de mestrado. As adaptações foram realizadas considerando especialmente as particularidades de cada trabalho. Dessa forma, questões não pertinentes para este estudo foram removidas, dando espaço para alguns acréscimos que auxiliaram a traçar o perfil dos participantes e avaliar o produto educacional no formato aqui proposto. Além disso, torna-se importante esclarecer que as possíveis respostas ao questionário foram também alteradas: enquanto no original encontravam-se, em todas as questões, as opções de resposta péssimo, ruim, médio, bom ou ótimo, para este estudo optou-se por manter este formato apenas em certas questões e, em outras, utilizar as opções sim, não ou talvez, para que dessa forma as respostas estivessem mais condizentes com a pergunta.

O questionário foi elaborado e disponibilizado de forma *online* pela plataforma *Google Forms*, sendo organizado em quatro etapas. A primeira apresentava a pesquisa. A segunda etapa apresentava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), contendo a opção para que os professores manifestassem sua concordância em participar da pesquisa. Na terceira parte, encontravam-se questões relacionadas aos dados pessoais dos participantes, cujas respostas serviram para a descrição do perfil dos sujeitos, conforme apresentado no item 4.3 deste trabalho. Na quarta etapa encontravam-se as questões de avaliação do produto educacional, responsáveis por identificar a percepção dos professores a respeito de certos aspectos do produto. As questões que compõe esta etapa podem ser conferidas no Quadro 6.

Quadro 6 - Questões referentes à avaliação do produto educacional

| Enunciados das questões |
|---|
| Avalie a ORIGINALIDADE/CRIATIVIDADE do produto educacional. |
| Avalie a possibilidade do produto despertar o interesse dos educandos. |
| Avalie a organização do produto educacional. |
| Avalie a redação do produto educacional. O mesmo possui redação clara e compreensível? |
| Avalie as orientações que o produto educacional oferece aos professores. O produto contempla explicações necessárias para seu desenvolvimento? |
| Avalie o conjunto de atividades de cada encontro em relação ao tempo que as mesmas requerem. O tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas? |
| Avalie o referencial teórico apresentado no Produto em relação à temática abordada e ao nível escolar em questão. O referencial teórico do produto educacional está adequado à proposta, ao tema e ao conteúdo no nível de escolarização? |
| Avalie a organização metodológica proposta nos encontros e o conteúdo abordado. As atividades e metodologias indicadas contribuem para gerar aprendizagem do conteúdo em questão? |
| Avalie a metodologia dos encontros. Os aspectos metodológicos são adequados para alcançar os objetivos planejados? |
| Avalie a aplicabilidade do produto em turmas de Ensino Médio. O produto educacional pode ser aplicado com alunos do Ensino Médio? |
| Avalie a relação do produto e suas atividades / ações com outras áreas do conhecimento. A proposta apresentada permitiria o professor realizar (se ele desejar) ações interdisciplinares ou multidisciplinares? |
| As estratégias propostas na sequência didática podem ser adaptadas e utilizadas em outros conteúdos? |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A utilização do questionário como instrumento de coleta de dados busca no anonimato das respostas, propiciar um ambiente livre de influências pessoais do pesquisador, permitindo, em conjunto com a entrevista, a comparação das opiniões expressas pelos dois métodos. Para Gil (1987), o anonimato e a impessoalidade são considerados vantagens do questionário, assim como a facilidade para os participantes responderem em momento conveniente e a não influência das opiniões do pesquisador. No entanto, ainda segundo Gil, o questionário apresenta algumas limitações como a impossibilidade do pesquisador auxiliar o participante caso este não entenda corretamente as perguntas, o não conhecimento das circunstâncias em que foi respondido e a possível falta de objetividade nas respostas, considerando os diferentes significados atribuídos aos itens pelos participantes.

Juntamente com o questionário, visando uma obter respostas que o complementem se sobreponham às limitações impostas por este formato, optou-se pela realização de entrevistas do tipo semiestruturada. Este instrumento, segundo Duarte (2004), é indicado quando se deseja permitir que os entrevistados dialoguem e exponham livremente suas ideias, pois “se forem bem realizadas, elas permitirão ao pesquisador fazer uma espécie de mergulho em profundidade, coletando indícios

dos modos como cada um daqueles sujeitos percebe e significa sua realidade” (DUARTE, 2004, p. 215).

Trivinos (1987) define entrevista semiestruturada como aquela que parte de questionamentos básicos e oferece a possibilidade de criar novas interrogativas no decorrer da entrevista à medida que as respostas são recebidas. Assim, sete perguntas (Quadro 7) foram estabelecidas como um roteiro base, sujeito a modificações e acréscimos no decorrer das entrevistas.

Quadro 7 - Perguntas base para a entrevista semiestruturada

| |
|--|
| 1 - Como você avalia a organização do produto educacional e a qualidade da redação do material? |
| 2 - O produto educacional fornece orientações suficientes para que qualquer professor de Física possa aplicá-lo em aula? |
| 3 - As estratégias propostas na sequência didática são condizentes com o referencial teórico adotado? |
| 4 - A sequência didática proposta está adequada para ser aplicada no Ensino Médio? |
| 5 - Se aplicada em sala de aula, a sequência didática pode proporcionar o aprendizado através do ensino? Quais os fatores que contribuem para isso? |
| 6 - As estratégias metodológicas que foram propostas para o ensino da Física térmica poderiam ser adaptadas e, assim, utilizadas para o ensino de outros conteúdos ou disciplinas? |
| 7 - Quais destaques faria sobre o material? Pontos positivos, negativos, comentários sobre algum ponto que não foi perguntado. |

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

As entrevistas foram realizadas por videochamadas, as quais foram gravadas e depois transcritas para posterior análise das respostas dos participantes.

Juntamente com as falas dos professores ao responderem à entrevista, utiliza-se como instrumento de coleta de dados o diário de bordo, pois com ele é possível registrar as impressões e experiências observadas pelo professor pesquisador no decorrer dos encontros. Segundo Zabalza (2004), escrever sobre o que fazemos nos permite tomar consciência de nossos padrões de trabalho, sendo uma forma de distanciamento reflexivo ao observar a própria atuação.

Assim, ao final de cada encontro foram registradas as observações do pesquisador sobre as atividades e, além disso, os encontros foram gravados e reassistidos para que pudesse ser feita, também, a transcrição de algumas falas que se destacaram. Por se tratar de um curso predominantemente expositivo, os registros no diário de bordo concentram-se principalmente no terceiro encontro, pois foi esse o momento de maior participação dos professores.

Esses registros, juntamente com as transcrições das entrevistas e as respostas do questionário, constituíram o material de pesquisa e foram agrupadas em categorias para a análise, como descrito a seguir.

5.3 Análise dos dados

Os dados obtidos por meio do questionário, das entrevistas e do diário de bordo, foram analisados a partir dos pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD), um instrumento que organiza a análise do material, o *corpus* da pesquisa, em três etapas: unitarização, categorização e comunicação. Na unitarização, o *corpus* da pesquisa é desconstruído e fragmentado em unidades de significado. Já na categorização, busca-se comparar e reunir unidades que apresentem elementos semelhantes. A última etapa da ATD, a comunicação, compreende a construção dos metatextos interpretativos e descritivos, nos quais o pesquisador expressa sua voz no texto, realiza reflexões, discute pontos de vista devidamente fundamentados e opõe-se a outros, possibilitando a compreensão das informações analisadas (MORAES, 2003).

Segundo Moraes (2003), todo texto permite múltiplas leituras e significados de acordo com os diferentes pressupostos teóricos utilizados por cada leitor. Assim, ao aplicar a ATD, busca-se a que a análise do *corpus* atenda-se às interpretações decorrentes do referencial teórico adotado. Nesse sentido, as categorias utilizadas neste trabalho foram definidas *a priori*, pois correspondem a construções elaboradas antes da análise dos dados e decorrem das teorias que o fundamenta.

A primeira categoria, denominada Organização do produto educacional, discute a estrutura do produto educacional e a clareza das informações e instruções apresentadas ao leitor.

A segunda categoria, chamada Aplicabilidade da sequência didática, analisa a adequação da proposta às circunstâncias de aplicação e as possibilidades de adaptação para outros conteúdos.

A terceira categoria, denominada Promoção de aprendizagem, reúne dados referentes a percepção dos participantes acerca das possibilidades de aplicação da sequência didática favorecer a aprendizagem através de atividades de ensino.

6 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da análise dos dados obtidos na pesquisa realizada com os professores. O *corpus* da pesquisa é composto pelas respostas ao questionário de avaliação do produto educacional, pelas transcrições das entrevistas semiestruturadas e pelo diário de bordo. As falas transcritas e utilizadas nas citações a seguir estão destacadas em itálico e com recuo. Nessas falas, os professores são identificados pela letra P, seguida de numeração que varia de 1 a 8, tendo como referência a ordem das entrevistas. Salienta-se que um dos participantes não respondeu ao questionário. Assim, ao apresentar os dados deste instrumento, o número total de indivíduos será 7, contabilizando apenas as respostas efetivas.

Como descrito anteriormente, para a análise, os dados foram agrupados em 3 categorias: organização do produto educacional, aplicabilidade da sequência didática e promoção de aprendizagem. A seguir, apresentam-se e discutem-se os resultados de cada categoria.

6.1 Organização do produto educacional

Esta categoria analisa a percepção dos professores participantes da pesquisa a respeito da organização do produto educacional. Para isso, reúne dados referentes à estrutura do produto educacional, sua organização, redação e clareza.

Uma das perguntas do questionário indagava se, na opinião dos professores, a redação do produto educacional é clara e compreensível. Todas as respostas foram afirmativas, demonstrando que o material pode ser facilmente lido e entendido pelos docentes que desejarem utilizá-lo, como relata P1:

Achei o produto bem organizado, gostei do jeito que tu organizou porque tu lê e vai entendendo. Tipo eu que não tinha lido, se eu pegasse para dar aula para os meus alunos eu ia entender. Acredito que tá bem organizado e ficou bem boa a redação (P1).

Assim como nesta fala, comentários semelhantes estiveram presentes nas entrevistas de todos os participantes, estando de acordo com as respostas vistas no questionário.

Outra questão pedia que se avaliassem as orientações para o professor fornecidas pelo material, indagando se o produto contempla explicações necessárias para seu desenvolvimento. Novamente, todas as respostas foram afirmativas. Um dos pontos que se destaca na fala dos participantes é a facilidade encontrada em ler o material e se sentir preparado para utilizá-lo em sala de aula. Nessa direção, comenta P2:

Eu acho que tá bem explicado, eu entendi e acho que conseguiria aplicar. Eu li e consegui enxergar uma aula assim. Me senti bastante seguro, o material disponibilizado está claro, você deixou lá leituras, exercícios, então isso facilita bastante para entender onde que se quer chegar e quais os passos a serem seguidos. Eu acho que tá bem guiado, mesmo o professor que nunca usou pode conseguir trabalhar com tua sequência (P2).

Percebe-se nesta fala que os diversos fatores citados pelo professor se refletem na organização textual do produto, assim, o leitor pode compreender o todo a partir do desenvolvimento de cada etapa do material. Sobre isso, na opinião de P6, o trecho que apresenta o referencial teórico auxiliou na compreensão da proposta didática.

Sobre o referencial teórico, como não estudei muito sobre essa parte, vou dizer que achei bom porque não tenho muita experiência nem muita leitura nessa área, então, para mim, me explicou e ficou claro qual era a sua proposta (P6).

Além de considerar importante a presença do referencial teórico no produto educacional, este referencial adotado também obteve avaliação positiva de todos os participantes que responderam ao questionário quanto à sua adequação à proposta, ao tema e ao conteúdo no Ensino Médio.

A organização da sequência didática que compõe o produto também é considerada positiva para os professores. Nas palavras de P4:

Tanto nos assuntos para abordar e as partes do produto, têm uma sequência lógica. Ele começa por calor e temperatura e vai indo pegando as partes do próprio conteúdo daquele tópico de Física. Tem uma sequência lógica ali até de estratégia, de cada passo: de trocar o aluno, inverter, de trocar também a quantidade de alunos que participam de cada etapa, hora dupla, hora trio, hora seis pessoas, dividir a turma em dois grupos (P4).

P4 fala de duplas, trios e grupos dentro da turma, se referindo a organização dos alunos proposta pela sequência didática. Nesta proposta, as atividades ocorrem

em grupos variados, diversificando a quantidade de alunos e variando a formação destes grupos. Além disso, a formação de grupos distintos, possibilita que cada estudante possa assumir a posição de tutor e de aprendiz em diferentes momentos, o que pode ser favorável à aprendizagem, conforme demonstram Korner e Hopf (2014) ao investigar estudantes que assumiram os dois papéis na atividade de ensino.

Estas estratégias sugeridas no produto educacional são alguns dos fatores que podem ter influenciado na percepção positiva da sua originalidade e criatividade, como observado em uma das perguntas do questionário. Nesta questão, ao avaliar a originalidade e a criatividade do material, 6 professores consideraram como sendo ótimo e 1 classificou como bom.

Ainda sobre a avaliação da sequência didática, P6 destaca a organização dos encontros propostos e as estratégias utilizadas em cada um deles, reiterando a clareza do material em orientar o professor. Nas palavras de P6:

Acho até que foi bem organizado em questão do que fazer em cada momento. Cada encontro com um foco bem claro, assim não mistura muita coisa, um encontro trabalha bem com resolução de problemas, outro encontro trabalha bem com a experimentação, outro vem com a leitura... Então para mim ficou bem claro qual é o recurso didático utilizado, a forma de organizar os alunos, a orientação do professor e o que cada aluno deveria fazer (P6).

Considerando que o produto educacional é compreensível e claro o suficiente para que qualquer professor o utilize, os participantes salientam também a simplicidade com que o texto se apresenta. De acordo com P5:

Achei bem, não sei se a palavra é simples, mas ele é de fácil acesso para qualquer pessoa que quiser ler, ela vai conseguir ler e compreender o que está escrito. A parte sobre a teoria não é maçante e tu consegue ler sem se cansar, não é muito texto corrido, tu vai direto ao ponto que é a sequência didática com a descrição bem sucinta dos encontros. Muito bem escrito. Achei que ficou muito bom e que não se enrolou na escrita, é um material já direto. Geralmente tu pega um livro, ou um material assim para dar uma aula e trazem muito conteúdo, muita coisa que não convém, e ali tu vai direto ao ponto. Então para um professor que trabalha 40 horas, que às vezes não tem tempo para ficar olhando muita coisa, isso é excelente (P5).

Como visto nesta fala, os professores consideram importante que o produto se apresente de forma clara, mas também que seja simples e não consuma tanto

tempo de preparação. Este mesmo fator é elogiado, também, por P6, que em seguida ressalta:

Eu vi que na parte de conteúdo mesmo de física tu não se ateve muito, tipo em definições assim, foi mais a escolha do professor o tipo de material que ele iria utilizar e tudo mais. Tu coloca algumas possibilidades de material, eu acho que se fosse para dar uma sugestão, talvez mais opções de materiais, textos, mas a tua sequência didática não é tão focada no conteúdo, mais para parte da aprendizagem. Eu achei que nessa parte tá excelente (P6).

A sugestão de que tivesse mais materiais e textos para uso em aula reflete o interesse por uma sequência didática fácil de ser aplicada, que forneça tudo o que o professor possa precisar e lhe poupe tempo. Na mesma fala, constata-se, ainda, uma característica do produto educacional, que apresenta estratégias para promover o aprendizado pelo ensino, mas não traz discussões a respeito do conteúdo, ou seja, orienta sobre questões ligadas ao ensino aprendizagem, mas deixa o conhecimento específico da Física a cargo do professor.

Apesar de ser bem avaliada pelos participantes, a organização do produto educacional gerou algumas críticas em relação à falta de imagens e de contextualização, possivelmente ligados a pouca discussão a respeito do conteúdo, como já mencionado. P3 relata que:

Uma das coisas que eu senti falta foi a questão das imagens, figuras, isso eu sinto que fez um pouquinho de falta, porque, querendo ou não, quando a gente vai olhar qualquer livro ou qualquer material, eu digo por mim, quando eu vou para selecionar os livros de Física, a primeira coisa que eu olho é as figuras ali, e isso chama um pouquinho mais atenção de quem tá olhando (P3).

Na sequência, se referindo ao texto utilizado no terceiro encontro do curso, e que faz parte dos materiais disponibilizados junto ao produto educacional (Anexo D), P3 comenta que há ali uma falta de contextualização. Em suas palavras:

Ainda associado àquele primeiro texto que nós trabalhamos, eu senti falta de uma contextualização. Digamos assim, ele contextualiza ali todo o tema, mas faltou algumas associações com o cotidiano, que eu acho que é uma das coisas que os alunos pedem bastante: “para que eu vou utilizar isso na minha vida?” Eu acho que dar alguns indícios talvez de onde ele vai ter uma aplicação mais imediata, que o nosso aluno ele é um pouco mais imediatista né, acho que facilitaria também bastante. Até para eles pegarem: “entendi esse conceito aqui, já sei onde vou aplicar, depois eu consigo também replicar pra outras determinadas situações” (P3).

Este trecho mostra a importância da escolha dos materiais utilizados em aula. A falta de contextualização apontada neste texto em específico, e talvez nos outros que compõe o produto educacional, podem dificultar as relações que os alunos fazem entre o conteúdo e suas aplicações no cotidiano. No entanto, considerando que a proposta didática prevê o aprendizado pelo ensino, e uma das etapas do aprender ensinando é a preparação para ensinar (DURAN, 2016), o estudante que assume o papel de tutor pode relacionar o conteúdo com o cotidiano ao buscar a contextualização daquele conhecimento para que possa ensiná-lo. E, ainda, caso o tutor não faça isso por conta própria, a mesma questão pode ser feita a ele pelo seu aprendiz na etapa do *feedback*, motivando a discussão do assunto. A possibilidade de que o aprendiz pergunte ao tutor é corroborada pela fala destacada anteriormente, onde é apontado que o professor afirma que estas associações com a realidade são bastante solicitadas pelos alunos. Dessa forma, compreende-se que a falta de contextualização nos textos poderia ser contornada no decorrer da estratégia didática pelos próprios estudantes, e, se necessário, com o auxílio do professor.

No geral, a partir da análise dos dados, a avaliação dos professores quanto a organização do produto educacional se mostrou positiva, apenas com algumas ressalvas relacionadas à pouca quantidade de materiais e textos para uso em aula, à falta de imagens e à pouca contextualização de um dos textos fornecidos no produto. Observando as respostas no questionário, ao avaliar a organização do produto educacional, 5 participantes classificam como ótimo e 2 consideram bom. Respostas que se mostram coerentes com o observado nas falas dos docentes.

Com esta categoria de análise, conclui-se que o produto educacional foi bem aceito pelos professores investigados, se mostrando um material bem organizado, de simples entendimento e de rápida assimilação que fornece ao leitor as instruções necessárias para sua implementação. Seu comportamento em uma situação real de aplicação será discutido na categoria seguinte.

6.2 Aplicabilidade da sequência didática

Nesta categoria, analisa-se a percepção dos professores participantes da pesquisa quanto à aplicabilidade do produto educacional. Assim, buscou-se identificar elementos relacionados com a adequação da proposta ao nível de ensino,

ao tempo consumido, a características próprias de cada turma, e à possibilidade de adaptação para outros temas.

A partir dos resultados da categoria anterior, entende-se que os participantes possuem boa compreensão do material. Sendo assim, destacam-se algumas falas, retiradas das entrevistas, em que os participantes comentam sobre a possibilidade de qualquer professor compreender e aplicar a sequência didática. Nestes trechos, percebe-se que os participantes atribuem a facilidade de compreender e utilizar o material à experiência profissional e à formação. Conforme P4:

Sem dúvida o profissional ligado à área, que já tem conhecimento do próprio assunto, da Física, dessa parte dos fenômenos térmicos, ele vai usar tua, digamos assim, receita de forma tranquila (P4).

Na mesma direção, P1 acrescenta:

Claro que a gente já trabalha, mas acredito que qualquer um que pegar o produto vai conseguir trabalhar com ele, porque ele tá claro, e o importante é isso, conseguir pegar um trabalho de outro professor e aplicar aquilo, então acredito que tá de forma clara e objetiva e que a gente conseguiria trabalhar bem tranquilo (P1).

Por outro lado, P3 argumenta que os passos a serem seguidos na aplicação da sequência didática, por se tratar de uma metodologia pouco convencional, podem não ser tão claros para alguns professores. Em suas palavras:

Os passos ali, ao menos ao meu ver, estaria tranquilo. Só, às vezes, eu penso sobre o pessoal que é um pouquinho mais antigo, talvez esses têm um pouquinho mais de dificuldade de seguir esse passo a passo. É uma coisa que a gente percebe, quando a gente dá uma informação para esses professores que têm um pouquinho mais de tempo, talvez, pra eles conseguirem assimilar e entender qual é a dinâmica da proposta (P3).

Nesta mesma perspectiva, durante o curso, antes de ter acesso ao produto educacional, os participantes apresentaram dificuldades em compreender a proposta, como relata o professor pesquisador em anotação no diário de bordo.

À medida que os professores foram discutindo a utilização em sala de aula, algumas dúvidas foram surgindo e eles disseram estar ainda tentando entender a proposta. Esta dificuldade parece estar relacionada à proposta ser diferente das aulas normalmente realizadas pelos professores, sendo que o próprio trabalho deles não fica completamente explicitado, exigindo atitudes que só saberão no momento da aula, de acordo com as reações da turma (DIÁRIO DE BORDO, registro de 06/11/2020).

Outro ponto mencionado neste trecho diz respeito à imprevisibilidade existente em sala de aula, onde as atividades nem sempre ocorrem conforme o planejamento inicial. Neste caso, fala-se de particularidades da turma, tema abordado também pelos participantes. P6 comenta sobre a aplicabilidade do produto:

Eu fico pensando que dependeria do perfil de cada turma. Existem turmas, por exemplo, que são poucas participativas, que a parte da discussão, da fala, deixa bastante a desejar. São mais quietos, talvez, mais retraídos, ou menos interessados no geral. E outras turmas são muito participativas, se tu leva um assunto, às vezes tu nem consegue voltar para aula porque eles ficam discutindo. Então, no geral, seria tranquilo de aplicar, mas depende muito do perfil da turma, como o professor estaria instigando eles. Porque uma turma que não tem esse nível de participação, o professor teria que estimular muito para que houvesse troca entre eles, já em outra turma, talvez o professor precisasse intervir para que aquele momento terminasse porque senão ia ficar muito período ali só na discussão e na conversa entre eles (P6).

No mesmo sentido, as observações de P5 salientam também as diferenças individuais de cada aluno, e comenta que seria importante testar a sequência didática para saber como a aplicação ocorreria. A transcrição a seguir ilustra esse ponto:

Depende muito de turma pra turma. Tem alunos que se desenvolvem mais em uma turma, e outros que não se desenvolvem tanto. E como é um trabalho que você precisa da interação entre os estudantes, talvez, fazer um primeiro teste com as turmas para ver como ela se desenvolve (P5).

A respeito das mudanças que frequentemente podem ser feitas no momento da aplicação da proposta, seja por motivos relacionados a particularidades das turmas, seja por um desejo do professor em adequar a proposta às suas necessidades, P4 comenta:

Todo professor tem um jeito de dar aula. Ele nunca vai aplicar exatamente o produto, mas ele dá uma ideia geral ótima para abordar o assunto. Dá para cada professor melhorar, sempre melhorar. Eu acho que coisas novas e inovações dentro do ensino, do processo de ensino-aprendizagem sempre são bem-vindas (P4).

Na mesma direção, respondendo sobre as orientações contidas na sequência didática, P2 afirma:

Eu acredito que o material é suficiente. Lógico que o professor tem que preparar a aula, então ele não vai usar somente isso, somente o teu material. Ele vai usar outros materiais, pelo menos eu faria. Se é uma coisa que eu nunca fiz, eu vou pesquisar mais. É lógico que se eu não tenho nada sobre o qual embasar minha aula eu vou usar o material assim como ele está, pelo menos as primeiras vezes, eu penso que faria tim-tim por tim-tim o que tá escrito ali, depois, quem sabe, eu mudaria. Como eu não tenho experiência, não tenho embasamento teórico, eu acho que nas primeiras aulas que eu usasse a metodologia que tu propõe, eu pegaria o teu material e seguiria ele fielmente, até talvez eu me apropriar da metodologia, e depois eu aplicaria (P2).

É interessante notar a percepção do produto educacional como um guia que não precisa ser seguido à exatidão. Mais que isso, é considerado como um material que pode ser expandido e apropriado pelo professor. Assim, as propostas didáticas sugeridas poderiam se tornar parte do fazer pedagógico daquele professor mesmo desvinculadas da sequência didática original, dando-lhe liberdade no uso das ferramentas e ampliando suas possibilidades.

As diversas variáveis que interferem na aplicação da sequência didática causam uma dificuldade em prever quanto tempo cada atividade consome. Como observa-se nas respostas do questionário, onde, ao avaliar se o tempo previsto no produto educacional é condizente com as atividades e metodologias utilizadas, 3 participantes responderam sim, mas 4 apontaram a opção talvez. P5 demonstra esta incerteza quanto à duração prevista no produto ao comentar:

O número de aulas, acho que poderia se estender um pouco, os períodos né, às vezes não vai conseguir trabalhar, mas isso não é uma falha, isso é só na aplicação dessa parte que você consegue ver (P5).

Nesta fala, o professor evidencia sua visão de que algumas características da sequência didática só serão conhecidas com sua aplicação. P7, por sua vez, acredita que a sequência não é curta, e adiciona ao tempo de duração um fator que não depende da turma ou do professor:

De forma geral, ela não é curta, tem um tempinho considerável para trabalhar. Considerando que a gente tem, no caso, dois períodos de Física [semanais]. E aí quando tu vai aplicar você vê, de repente a escola tem uma atividade, daí já dá uma quebra. Aí tem aquele aluno que vem num dia e no outro não vem... (P7).

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que o tempo de duração, embora possa ser estimado, pode variar no momento da aplicação dependendo de alguns fatores

que não podem ser previstos. Assim, novamente percebe-se a maleabilidade da sequência didática e o papel do professor ao adequá-la às necessidades emergentes.

Em outra pergunta do questionário, ao serem indagados se o produto educacional pode ser aplicado em turmas de Ensino Médio, 5 participantes responderam afirmativamente, enquanto 2 apontaram que talvez. Nas falas de P6 avalia-se a adequação ao nível de desenvolvimento dos alunos nesta etapa escolar:

Eu acredito que é uma sequência muito boa para ser aplicada no Ensino Médio, principalmente porque eles estão mais preparados para entrar em discussões, questionamentos e explicações do que no Ensino Fundamental, que eles são bem imaturos (P6).

De acordo com este trecho, os estudantes de Ensino Médio estariam preparados para as atividades propostas. Em outra perspectiva, P2 inicialmente julga que no Ensino Médio, a complexidade da sequência didática poderia ser maior. Em seguida, porém, reconsiderando algumas particularidades da proposta, muda de opinião. Em suas palavras:

Eu acho que tá bem apropriada pro Ensino Médio. E no Ensino Médio tu poderia até forçar um pouquinho mais a barra né, mas eu acho que... Não. Pensando bem, eu acho que tá adequado para Ensino Médio também porque sendo a primeira a primeira vez que o aluno vai ter contato com esse tópico de Física, então quem sabe começar desse jeito seja o jeito certo, porque daí ele vai se apropriando e depois tu pode forçar a barra. Eu acho que diminuindo um pouquinho eu conseguiria aplicar até no Ensino Fundamental a mesma lógica que tu tá aplicando, um pouquinho mais simples, porque é aproximar conceitos, tu não vai falar de calorías, não vai falar de nada disso porque não faz sentido para eles, mas eu acho que eu gostaria e vou tentar aplicar essa sequência no ensino fundamental, só para ver o que que rola, mas eu tenho a certeza que pode dar certo (P2).

Apesar de não ser possível precisar o que o participante quer dizer com “forçar a barra”, sua fala deixa claro o entendimento de que as atividades poderiam ser realizadas no Ensino Médio e, até mesmo, no Ensino Fundamental. Assim, contraria a opinião de P6 que, acredita que a maturidade dos estudantes no Ensino Médio seja importante para a realização das tarefas.

Analisando a partir de uma perspectiva Vygotskyana, neste contexto de aulas onde predominam momentos de interação interpessoal, a capacidade dos estudantes desenvolverem determinada tarefa, definida pela ZDP, que deve ser o foco das atividades de ensino, é constituída a partir do aprendizado do sujeito.

Aprendizado que, por sua vez, depende do meio sociocultural em que está inserido. Dessa forma, a adequação das atividades de ensino, e do conteúdo a ser trabalhado, somente poderia ser avaliada conhecendo-se os alunos de forma profunda. Dito de outra maneira, apenas a série, ou a idade dos estudantes, não permite definir se determinada atividade será, ou não, adequada a eles.

Ainda sobre a fala de P2, vemos o argumento de que a sequência é adequada para um primeiro contato com o conteúdo, sugerindo que este poderia ser mais aprofundado. Em relação a isto, P4 pondera que os conhecimentos trabalhados pela sequência didática nem sempre são novos para os estudantes, já que alguns podem ter tido contato no Ensino Fundamental. De acordo com P4:

Essa parte da terminologia eu acho que é conteúdo do segundo ano. Tá adequado, tranquilo. Acho que a pessoa agora tendo no nono ano a disciplina chamada de Ciências que é dividida em Física e Química, o aluno já tem noção sobre o conteúdo, se o professor consegue abordar, porque a carga horária sempre é um problema, o andamento da aula é um problema (P4).

O problema de carga horária ao qual P4 se refere, trata-se de que na disciplina de Ciências, muitas vezes não há tempo hábil para abordar todos os conteúdos, e, por isso, para alguns alunos o conteúdo de terminologia é trabalhado apenas no Ensino Médio enquanto para outros já é visto no Ensino Fundamental.

Outro ponto de preocupação entre os participantes, foi quanto a autonomia que os estudantes precisam ter para participar de algumas das atividades propostas, principalmente, as que envolvem a preparação para ensinar. Este assunto foi discutido em um dos encontros do curso, conforme relatado no diário de bordo:

Enquanto discutiam sobre a autonomia dos estudantes ao se prepararem para ensinar, os participantes apontaram que, talvez, os alunos com mais dificuldade não entenderiam a proposta facilmente. Segundo eles, alguns alunos não tem autonomia para se organizar e planejar sozinhos. Comentaram que o professor teria que, ao auxiliar os alunos, definir o grau de liberdade que daria para eles, deixando-os trabalhar de forma mais autônoma ou mais guiada, e que uma opção seria apresentar, quando necessário, um passo a passo de como ele poderia se preparar, sugerindo que fizesse um mapa conceitual, um resumo ou outra atividade nesse sentido (DIÁRIO DE BORDO, registro de 06/11/2020).

Percebe-se que, ao mesmo tempo em que os participantes questionam se a falta de autonomia não poderia prejudicar o andamento das aulas, eles também compreendem ser possível a realização das atividades sob o olhar atento do

professor. Além disso, P7 menciona que a sequência permite que a autonomia seja desenvolvida no decorrer da sequência didática. Em suas palavras:

Lembro que em um encontro a gente perguntou sobre a questão dos alunos terem essa autonomia de fazer as atividades. Mas depois que tu apresentou toda a sequência didática, eu acho que ela tá organizada para ir proporcionando também, aos poucos, esta autonomia deles, de buscar, se organizar, aprender, estudar, ajudar um colega... (P7).

Discutindo sobre esta autonomia, P3 relata uma percepção decorrente das aulas remotas ministradas durante a pandemia de Covid-19, mostrando que a falta de autonomia é um problema que os alunos apresentam em situações que exigem sua ação individual. Segundo P3:

Até essa questão de muita dependência do professor, nós verificamos hoje. Por exemplo, nessa época remota, conversando com alguns alunos, eles comentaram: "ah professor, nessa época nós já estamos desmotivados, nessa época nós nem sabemos se estamos entendendo o conteúdo ou se nós não estamos mais". Então eu acho que por essa questão de eles terem que agir por eles mesmos, o aluno tem que ter todo esse protagonismo para conseguir ensinar o outro e também aprender ao mesmo tempo que ele ensina (P3).

A sequência didática, além de se direcionar ao ensino de termologia no Ensino Médio, se apresenta como um conjunto de estratégias didáticas para promover o aprendizado pelo ensino. Nesse sentido, perguntou-se aos participantes da pesquisa se as estratégias propostas na sequência didática podem ser adaptadas e utilizadas em outros conteúdos. Obtiveram-se 6 respostas sim, e 1 talvez. Sobre isso, comenta P1:

Acredito que a metodologia que tu utilizou, de a gente utilizar textos, utilizar as questões, os experimentos, poderia ser utilizada em qualquer disciplina. Se o professor conseguir organizar bem certinho essa sequência, vai dar para trabalhar, porque é um jeito fácil de trabalhar, só que, claro, dá mais trabalho para a gente que tem que organizar toda a sequência (P1).

Na mesma direção, P6 admite a possibilidade de adaptação para trabalhar com outros conteúdos de Física, mas menciona que algumas atividades, como as atividades experimentais, são mais específicas dessa disciplina e não teriam aplicação em outras áreas. Em suas palavras:

Para outros conteúdos da Física eu acredito que sim porque as metodologias que tu propõe a gente estudou bastante durante nosso curso que podem ser muito bem aplicadas. Não tenho muito conhecimento sobre as outras disciplinas que não a Matemática, porque eu dou aula de Matemática, então em alguns pontos acredito que isso de explicar para o outro colega, de fazer atividade juntos, sim, mas existem outros casos, como, por exemplo, a atividade experimental, que fica um pouquinho mais complicado porque a matemática é mais a ferramenta em si, com pouca contextualização, pouca prática, então teria que ser adaptado. Muito daria para aproveitar, mas exatamente como está posicionada a sequência acredito que, para cada disciplina, deveria haver alguma alteração (P6).

Outros participantes citaram algumas disciplinas e conteúdos nos quais as estratégias propostas poderiam ser utilizadas. P1 elenca a Química, por ter características similares à Física, e a Língua portuguesa por permitir trabalhar com textos. P5 sugere a utilização no ensino de Física a partir de uma perspectiva histórica, adicionando que poderia se adequar a outras disciplinas não vinculadas à Física. Já P2, elenca um conteúdo próprio da Física que, segundo ele, possui similaridades com a calorimetria, e explica:

Eu acho que ficaria muito bom nas leis de Newton, porque têm essa similaridade com o conteúdo de termologia, que você pode dividir: pega um grupo que vai estudar a primeira, um grupo vai estudar a segunda, outro grupo vai estudar a terceira, e depois eles ficam ensinando entre eles. Ficaria bem estruturado, já quase pronto. Na verdade, eu pensei nas leis de Newton, mas eu acho que se aplica a quase qualquer conteúdo da Física (P2).

A estratégia sobre a qual P2 se refere, baseia-se em uma ideia de conteúdos complementares, para que cada estudante possa estar ensinando um tópico e sendo ensinado sobre outro, que juntos se completem em um conhecimento ampliado.

Sugerindo que a proposta seja mais adequada a conteúdos teóricos, P3 comenta:

Para algumas questões que têm mais situações do cotidiano, que você possa trabalhar de uma forma teórica e, digamos assim, minimamente matemática, talvez ele caberia bem. Ali no conteúdo que foi, calor e temperatura, como é um conteúdo teórico, é mais tranquilo. Agora, se você pega alguma outra questão que tem que envolver alguns artifícios matemáticos, talvez se torne um pouquinho mais complicado (P3).

Por fim, P4 argumenta que o desejo de adaptar e utilizar tais estratégias deve partir do professor:

Certamente o professor que está mesmo imbuído de mudar sua estratégia e não ficar sempre na mesmice, que, infelizmente, dentro da nossa categoria de professor, tem profissionais que repetem ano a ano a mesma estratégia didática, eu acho que, se a pessoa tiver vontade, vai adaptar, pode adaptar. E é possível adaptar para vários conteúdos de outras disciplinas, e mesmo interligando uma disciplina com a outra (P4).

A última fala deste trecho relaciona-se a uma pergunta do questionário, na qual os participantes foram indagados se a proposta apresentada permitiria realizar ações interdisciplinares ou multidisciplinares. 5 pessoas responderam sim, e 2 responderam talvez. O assunto, porém, só foi mencionado nas entrevistas uma vez, nesta fala de P4, já destacada.

No geral, o produto educacional foi considerado aplicável. No entanto, o principal destaque elencado pelos participantes é de que o material não apresenta, e nem poderia apresentar, um passo a passo minucioso de cada ação que o professor deve fazer ao implementá-lo, pois certas decisões dependem fortemente de características particulares das turmas e dos alunos. Assim, os resultados dessa categoria sugerem que o produto pode ser aplicado da forma que se propõe, e, ainda, pode ser adaptado para outros contextos. As possibilidades de gerar aprendizagem serão assunto do próximo capítulo.

6.3 Promoção de aprendizagem

A terceira categoria apresenta os resultados da análise dos dados referentes à aprendizagem. Assim, busca identificar, na percepção dos participantes, as possibilidades de a utilização do produto educacional em sala de aula promover aprendizagem por meio de atividades de ensino. Além disso, discute-se a adaptação dos estudantes à metodologia proposta, o interesse gerado pelas atividades, os processos de interação e outros temas destacados pelos participantes.

A aprendizagem se apresenta como principal objetivo da sequência didática, sendo o aspecto determinante para as escolhas metodológicas propostas. Nesse sentido, perguntou-se aos participantes se a metodologia das aulas é adequada para alcançar os objetivos planejados, obtendo-se 7 respostas afirmativas. Um dos fatores apontado como positivo para a aprendizagem foi a diversidade de estratégias didáticas. Segundo P5:

A proposta é extremamente rica em questão, não somente de conteúdo, mas de atividades que fogem daquilo que a gente tá acostumado, que é quadro e resolução de exercícios. Tu propõe leitura de texto, propõe conversa entre os alunos, propõe atividades experimentais, resolução de problemas, é claro. Ela é muito enriquecedora por causa da quantidade de tarefas que se tem, que não são as mesmas e podem proporcionar assim o conhecimento dos estudantes a respeito dos conteúdos abordados (P5).

Sobre isso, argumentando que a variedade de estratégias contribui de maneira significativa para que a sequência didática não se torne repetitiva, P6 destaca:

Eu gostei porque em cada encontro da sequência tem um recurso diferente para apresentar para o aluno não ficar só naquilo de ler e explicar para o colega, ou de assistir e explicar para o colega. Então tem a parte de fazer um trabalho em grupo, gravar um vídeo, ajudar a resolver um problema, ler o texto e então explicar. São vários recursos com o mesmo ideal de contribuir na aprendizagem um do outro. Isso que me chamou atenção. Achei legal porque não ficou repetitivo, a ideia de fazer sempre a mesma coisa que, talvez na minha cabeça, no primeiro encontro que a gente teve entre professores, foi a minha ideia prévia. Como eu não tinha visto o resto da sequência, eu me perguntei: mas e os próximos encontros, como é que eles vão ser para não ficar sempre a mesma coisa de estar mostrando o texto escrito e o aluno explicando para o próximo que não tinha lido aquilo ainda? Eu achei bem legal isso de ter vários recursos para um contribuir na aprendizagem do outro (P6).

Por sua vez, P7 destaca que a etapa de preparação para ensinar, estimula o aluno a fazer escolhas e buscar estratégias que o beneficiem na preparação e, em seguida, na explicação do conteúdo, assim, considera-se que a diversidade de estratégias proposta na sequência didática pode ser encontrada também na etapa de preparação, a partir da liberdade proporcionada, e estimulada, aos estudantes. Observam-se esses pontos nas palavras de P7, a partir de anotações do diário de bordo:

É interessante porque dá até para propor para o aluno que ele pode usar a estratégia que ele achar melhor para explicar para o colega. Se ele vai achar interessante fazer um resumo, destacar, fazer seu mapa conceitual. Porque ele vai ter que explicar, então primeiro ele vai ter que entender, se organizar e pensar como fazer essa explicação para os colegas (DIÁRIO DE BORDO, registro de 06/11/2020).

Em outro momento, P6 relaciona a preparação para ensinar, presente em diferentes atividades propostas, com a atividade de monitoração da própria aprendizagem:

Uma coisa que eu gosto muito é atividade experimental. Eu acho que a visualização do fenômeno e a explicação trabalhada pelos alunos criam uma movimentação, um empenho, uma dedicação, e visualizar o fenômeno impacta, é algo que chama a atenção. O fato de gravar um vídeo, ou podcast, também tem essa ideia de se preparar para saber o que vai falar, então tem que se preparar para o conteúdo e tem que organizar o pensamento. Quando a gente organiza o pensamento para explicar para o outro, conseqüentemente, a gente verifica se aprendeu ou não, então eu acho que vários pontos da sequência, em cada encontro, tem um fator assim que mostra que o aluno precisa monitorar a aprendizagem. Será que eu sei sobre isso? E correr atrás para poder ou ajudar o colega ou questionar o colega (P6).

A monitoração mencionada nesta fala apresenta-se como uma atividade de ordem metacognitiva, e, segundo Rosa (2014, p. 37) “consiste em controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário”. Considerando o exposto, no aprendizado pelo ensino, em que a mediação ocorre entre alunos, a responsabilidade pelo controle deixa de ser do professor e passa para o próprio aluno. Esta transferência, segundo Fino (2001), deve promover a aprendizagem autorregulada.

Comentando sobre a etapa da explicação, P7 destaca o aprendizado que esta etapa tem o potencial de proporcionar por meio dos processos mentais envolvidos na elaboração de uma argumentação explicativa. De acordo a descrição exposta por P7:

Eu acho muito bacana a proposta de provocar também os alunos a sair um pouquinho da zona de conforto deles. O simples fato deles irem explicar para um colega e elaborar sua explicação, eu acho que já é um grande aprendizado porque a gente aprende muito mais quando vai explicar para alguém. Daí a pessoa não entende e tem que elaborar de novo... Eu imagino a riqueza de processos que ele vai precisar para fazer essa explicação para o colega, então isso é um aprendizado fenomenal, porque vai trabalhar a parte até da argumentação, do porquê daquela resposta, por exemplo, em um problema (P7).

Entre os processos que ocorrem na etapa da explicação, destaca-se esta reelaboração, conforme mencionada por P7. Dessa forma, P7 corrobora com as teses defendidas por Vygotsky, onde o conhecimento organizado mentalmente se traduz em pensamento no que Vygotsky chama de discurso interno, e, para ser convertido em fala, passa por uma adequação por meio da linguagem, sendo chamado de discurso externo. Vygotsky explica que

a transição do discurso interior para o discurso externo não é uma simples tradução duma linguagem para outra. Não pode ser conseguida apenas pela simples oralização do discurso silencioso. É um processo complexo, dinâmico que envolve a transformação da estrutura predicativa, idiomática do discurso interior em discurso sintaticamente articulado, inteligível para os outros (VYGOTSKY, 2001, p. 147).

Na mesma direção, ao considerar o aprendizado pelo ensino, Roscoe e Chi relacionam o processo de explicação à reorganização de modelos mentais:

A tensão entre as demandas de uma explicação eficaz e o conhecimento menos do que perfeito dos tutores pode levá-los a se envolverem na construção reflexiva do conhecimento. [...] A geração de explicações coerentes que são internamente consistentes e seguem uma progressão natural de ideias pode exigir que os tutores reorganizem seus próprios modelos mentais desconexos, formando ou reorganizando conexões entre conceitos. Assim, explicar pode ajudar os tutores a melhorar a organização e acessibilidade de seus conhecimentos (ROSCOE; CHI, 2007, p. 545, tradução nossa)

O mesmo efeito é mencionado, também, por P2 ao relatar a reestruturação explicativa de uma perspectiva pessoal, mostrando ser esta uma tarefa comum na atividade de ensinar. Na transcrição da fala de P2:

Às vezes, dando aula, tem aquele aluno que não entende e tu explica, explica, aí tem que começar a procurar meios e palavras diferentes para conseguir explicar aquele conceito, explicar a mesma coisa, só que você vai pegar uma estrada diferente, e, às vezes, te ajuda a compreender melhor ainda o conceito porque você vai por caminhos que você não achava que poderia (DIÁRIO DE BORDO, registro de 06/11/2020).

Também relatando experiências pessoais, P1 menciona já ter utilizado estratégias semelhantes às propostas na sequência didática, buscando que os estudantes trabalhassem juntos, e comenta acreditar que isto pode gerar aprendizagem. Em suas palavras:

Desde que vi o que era o aprender ensinando eu achei bem interessante, porque muitas vezes, na Matemática, eu trabalho isso com eles, não assim dentro bem dessa metodologia que você pesquisou, mas é um jeito de fazer com que eles entendam melhor o conteúdo, porque eles estão trocando ideia juntos, e acredito que isso vai resultar em uma boa aprendizagem nessa troca de conhecimento (P1).

Na sequência, P1 lembra que já aplicou um produto educacional utilizando metodologias com as quais os alunos não estavam habituados. Sobre isto, expõe P1:

De repente eles tenham ainda alguma dificuldade, mas eu acho que o professor vai ter que ser aquele mediador para poder fazer com que eles compreendam. Porque eu vejo que no meu trabalho também não foi muito fácil no início pra eles entenderem como era. Eles diziam: “mas e quando que tu vai dar prova? Quando que vai ter as contas?” Então eles percebem que é uma forma de fazer com que eles compreendam o conteúdo, mas é diferente do tradicional. Eu acredito que o seu também seja assim, eles vão perceber que é uma forma diferente de se trabalhar. Acredito que os alunos vão ter uma aprendizagem boa dessa forma se a gente fazer com que eles compreendam que é uma forma diferente de aprender. O nosso ensino vai ter que ser mudado um pouco, acredito que agora, com essas novas tecnologias, a gente sempre tem que utilizar as metodologias ativas. Alguma coisa sempre tem que estar utilizando em sala de aula para poder motivar os alunos (P1).

Nesta fala, nota-se que a aceitação de uma nova metodologia não é imediata. Os estudantes passam por um período de adaptação e precisam entender e aceitar a proposta. Nesse sentido, em atividades de aprendizado pelo ensino, sugere-se a realização de uma capacitação para ensinar (GARTNER; RIESSMAN, 1977; FRAGER; STERN, 1970; KORNER; HOPF, 2014). Na sequência didática, o primeiro encontro proposto cumpre esta tarefa, preparando os estudantes para a aplicação da metodologia.

Ao responder sobre as possibilidades de o produto despertar o interesse dos educandos, 2 participantes avaliaram como ótimo, e 5 como bom. Entre os pontos comentados, destaca-se a fala de P2, que atribui a motivação à responsabilidade de ensinar. Sobre isso, comenta P2:

Eu acho que o fator que mais contribui é o estímulo à aprendizagem. Porque quando se dá essa responsabilidade pro aluno, se ele topa essa ideia de ser ele o professor, ele vai a fundo, e geralmente a gente vê que, quando eles aceitam uma ideia, eles se entregam bastante, eles se dedicam. Então acho que seria quase que inconsciente essa aprendizagem que ele teria. Se ele pega um desafio, vai cumprir o desafio porque é um desafio, mas ele tá aprendendo sem se dar conta, talvez, do teu objetivo final (P2).

A fala de P2 sugere ainda que o desafio de ensinar, além de motivar o interesse pela atividade, facilita também o aprendizado, que ocorreria durante o processo, sem que o estudante necessariamente tomasse consciência de estar aprendendo.

Além da motivação causada pela expectativa de ensinar, os participantes atribuem um fator motivacional à interação com os colegas. De acordo com P6:

Os alunos gostam muito de interagir e trabalhar em grupos, então, se isso favorece a aprendizagem, é vantagem para o professor (P6).

A interação em sala de aula é vista como uma atividade que favorece a aprendizagem, com a qual os estudantes precisam se adaptar, também, para a continuidade dos estudos e para o modelo de ensino utilizado em algumas escolas. Sobre isto, discorre P5:

Essa interação já tem que começar a aprender no Ensino Médio, porque depois eles vão entrar na faculdade e isso vai ser um modo que eles vão aprender também os conteúdos, pegando com seus colegas né. E muitas escolas hoje prezam por trabalhar dessa forma, com interação entre os estudantes, conversas, produção de jogos, atividades experimentais, como tu propôs, tudo em grupos. Só não tem essa coisa direta de ler uma coisa, outra coisa, e tentar juntar o conhecimento, ou realizar a atividade experimental enquanto auxilia o colega (P5).

Comentando sobre as diferenças entre a linguagem utilizada pelo professor e a linguagem adotada pelo professor, P3 expressa:

Quando explicamos determinado conteúdo, por mais que nós tenhamos uma idade bem próxima aos nossos alunos, por vezes alguns conceitos não ficam tão claros. Acredito que um aluno ensinando o outro, eles têm uma linguagem um pouquinho mais próxima e têm aquela questão de autoridade, não que a autoridade não seja boa, mas eu digo autoridade no sentido do conhecimento. Parece que o professor tá muito lá adiante e o aluno tá muito lá embaixo e na verdade essa distância não é tão grande assim. Tá certo, o professor sabe mais que o aluno, mas acho que pra esse jogo de ensinar e aprender eles estão bem próximos (P3).

Nesta fala, P3 aponta a proximidade de linguagem dos estudantes como um fator positivo à aprendizagem e atribui ao professor uma dificuldade em atingir os alunos por ser percebido por eles como uma figura com conhecimento superior.

Em outra pergunta do questionário, os participantes responderam se as atividades e metodologias indicadas no produto educacional contribuem para gerar aprendizagem do conteúdo ao qual se propõe. Os 7 participantes afirmaram que sim. Porém, ao falar sobre isto, P7 expressa uma preocupação em relação aos estudantes que apresentam maior dificuldade. Nas palavras de P7:

A minha principal dúvida é a questão dos alunos que têm dificuldade, de como eles fariam essa parte que eles precisam explicar, precisam organizar. Conhecendo eles, nossa, eles têm uma dificuldade muito grande nisso, então eu adoraria ver eles nessa situação, fazendo essa explicação. Até para ver se eles vão se sentir mais motivados, e com essa motivação

também eles melhorem na questão do aprendizado, porque, geralmente, o que a gente observa nos trabalhos é que os alunos que têm mais facilidade são os que tomam a dianteira, eles que fazem, na verdade, a atividade, eles que pensam... (P7).

Na fala de P7, percebe-se sua curiosidade em relação aos efeitos da sequência didática para o aprendizado dos alunos que costumam ser menos participativos, ou que apresentam dificuldade de compreensão. O participante não manifesta acreditar que estes efeitos são positivos ou negativos, apenas sugere que o assunto merece atenção.

Nos estudos sobre aprender ensinando, são recorrentes relatos de que os estudantes com maior dificuldade se beneficiam mais de tal metodologia (FRAGER; STERN, 1970; DILLNER, 1971). Já em relação à motivação, Davis, Silva e Esposito, (1989) afirmam que, o professor tem a função de garantir a simetria na interação entre os alunos, evitando que alguns dominem a ação enquanto outros permanecem calados. Assim, assegura-se o espaço para que todos os estudantes participem ativamente das atividades e possam desenvolver-se no processo.

Os resultados da análise dos dados desta categoria mostram uma percepção positiva dos participantes no que tange a promoção de aprendizagem a partir da aplicação da sequência didática proposta. Entre os fatores mencionados, destaca-se a diversidade de estratégias didáticas, a monitoração metacognitiva exigida pelas tarefas, os processos de reestruturação explicativa, a interação enquanto fator motivacional e facilitador de aprendizagem, e a maior proximidade de linguagem nas interações entre alunos quando comparadas às interações com o professor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Metodologias de ensino que promovem o aprendizado por meio de atividades centradas no aluno buscam suprir as demandas da sociedade atual, promovendo o protagonismo dos estudantes e sua participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. Nesta direção, a proposta investigada neste trabalho utiliza o ensino como estratégia didática e possibilita aprendizagens em um ambiente de interação social, especialmente, entre colegas. Nesta proposta, o professor assume uma nova posição na sala de aula, sem perder sua importância, mas precisando se adaptar às novas necessidades. E é pensando no professor que esta pesquisa se desenvolve.

Ainda que o desejo inicial fosse aplicar uma sequência didática em uma turma de Ensino Médio, devido à impossibilidade de estar presencialmente na escola, causada pela pandemia de COVID-19, a realização da pesquisa com professores gerou importantes resultados, tanto para ampliar as discussões sobre o aprendizado pelo ensino, quanto para aprimorar o desenvolvimento e a aplicação de futuras propostas.

Para chegar a tais resultados, este estudo foi construído em diversas etapas.

A partir da revisão de literatura, a aprendizagem pelo ensino se mostrou uma possibilidade real e exequível, com um grande potencial ainda a ser explorado. O assunto ainda é pouco conhecido no Brasil, merecendo espaço para discussão e elaboração de propostas que o levem à prática. As vantagens e potencialidades do aprendizado pelo ensino percebidas nos estudos sobre o tema orientaram o desenvolvimento do produto educacional e encorajam a continuidade das investigações na área.

Com o referencial teórico sociointeracionista, entendemos o aprendizado e o desenvolvimento como eventos de origem social, cultural e histórica, tendo sua construção baseada na interação. Os estudos de Vygotsky complementam o aprendizado pelo ensino, subsidiando teoricamente o produto educacional.

Tendo em vista as discussões advindas destas duas vertentes teóricas, desenvolveu-se o produto educacional “Aprender Ensinando: proposta para o ensino de Física Térmica no Ensino Médio” com o intuito de disponibilizar aos professores de Física um material orientativo para a utilização de estratégias de aprendizado pelo ensino. A sequência didática destina-se ao ensino de Física Térmica, mas

apresenta sugestões de atividades que não se limitam ao conteúdo, aspirando atingir outros públicos que não unicamente da Física.

Neste trabalho, a aplicação do produto deu-se por meio de um curso realizado com professores de Física, onde lhes foram apresentados os aspectos teóricos e o produto educacional. Estes professores, participantes do curso, são também os sujeitos investigados pela pesquisa realizada, pois contribuem com sua experiência e conhecimento para validar o produto educacional e examinar o aprendizado pelo ensino a partir da percepção daqueles que irão efetivá-lo em sala de aula.

Conforme definido no início deste trabalho, a pesquisa desenvolvida buscava responder a seguinte pergunta: “De que forma uma metodologia de ensino centrada no aluno e voltada ao desenvolvimento da aprendizagem pelo ensino é percebida por professores de Física?”. Os resultados da análise dos dados obtidos dos participantes respondem a esta pergunta por diferentes ângulos. Por meio de 3 categorias de análise, identifica-se a percepção dos professores a respeito da organização do produto educacional, da aplicabilidade da sequência didática e das possibilidades de promoção de aprendizagem com a utilização o produto.

A primeira categoria mostra que a organização do produto educacional teve boa aceitação entre os participantes. Os docentes afirmaram ser um material de simples entendimento e que fornece as instruções necessárias para que o leitor possa aplicá-lo, mesmo que não tenha experiência com tais metodologias.

Além disso, segundo os resultados da segunda categoria de análise, o produto educacional foi considerado aplicável e adequado às circunstâncias em que se propõe. O ponto de maior destaque desta categoria encontra-se na percepção dos participantes quanto às características específicas de cada turma onde se pretende implementar a proposta. Revela-se um fator de imprevisibilidade que influencia as decisões metodológicas do professor, e que justifica as escolhas feitas na construção da sequência didática ao permitir maior liberdade ao docente para adequar-se às necessidades emergentes. Complementar a isso, a categoria revela a visão dos participantes de que o produto pode ser aplicado não só no exato formato em que se apresenta, mas também, pode ser adaptado para outros níveis e conhecimentos.

Por fim, a análise realizada na última categoria indica a percepção dos participantes quanto à promoção de aprendizagem gerada pela aplicação da sequência didática proposta. Considerando positiva a diversidade de estratégias

didáticas presentes no decorrer da proposta, os participantes apontam como fatores que favorecem a aprendizagem: tarefas que estimulam a monitoração metacognitiva, a reelaboração de explicações, a motivação gerada pela interação, e a possibilidade de comunicação entre alunos por meio de uma linguagem mais próxima do que a usada pelo professor.

Assim, o que se observa ao final deste estudo é um futuro de possibilidades abertas e promissoras para o produto educacional proposto. O desejo por implementá-lo em sala de aula foi assunto recorrente entre os participantes da pesquisa, e é também, objetivo para a sequência deste trabalho. Espera-se que o produto educacional possa chegar aos alunos, que estes se beneficiem das atividades, e que o aprendizado pelo ensino tenha, na prática, as mesmas vantagens discutidas neste e em tantos outros estudos. Aos demais professores que se interessarem pela proposta, fica o incentivo e o desejo que façam bom uso do material proposto e das discussões aqui presentes. Mas, acima de tudo, que acreditem sempre no potencial dos seus alunos, no poder da educação e na soma destes dois fatores na construção de um futuro melhor.

REFERÊNCIAS

- ABREU, José Ricardo Pinto de. *Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas - Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas*. 2011. 105 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.
- ÁLVARES, Flor; RODRÍGUEZ-PEREZ, Jose R.; SANZ-ABLANEDO, Enoc; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, Marta. Aprender Enseñando: Elaboración de Materiales Didácticos que facilitan el Aprendizaje Autónomo. *Formación Universitaria*, v. 1 n. 6, p. 19-28, 2008.
- ASLAN, Safiye. Is Learning by Teaching Effective in Gaining 21st Century Skills? The Views of Pre-Service Science Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, v. 15, n. 6, p. 1441-1457, dez. 2015.
- ASLAN, Safiye. Learning by Teaching: Can It Be Utilized to Develop Inquiry Skills? *Journal of Education and Training Studies*, v. 5, n. 12, p. 190-198, dez. 2017.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARGH, John A.; SCHUL, Yaacov. On the cognitive benefits of teaching. *Journal of Educational Psychology*, v. 72, n. 6, p. 583-604, 1980.
- BISWAS, Gautam; SEGEDY, James R.; BUNCHONGCHIT, Kritya. From Design to Implementation to Practice a Learning by Teaching System: Betty's Brain. *International Artificial Intelligence in Education Society*, v. 26, p. 350-364, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). *Parâmetros Nacionais Curriculares Ensino Médio: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: MEC, 2000.
- BRINGULA, Rex P.; BASA, Roselle S.; CRUZ, Cecilio Dela; RODRIGO, Mercedes T. Effects of Prior Knowledge in Mathematics on Learner-Interface Interactions in a Learning-by-Teaching Intelligent Tutoring System. *Journal of Educational Computing Research*, p. 1-21, 2015.
- CARBERRY, Adam R.; OHLAND, Matthew W. A Review of Learning-by-Teaching for Engineering Educators. *Advances in Engineering Education*, v. 3, n. 2, 2012.
- CHASE, Catherine C.; CHIN, Doris B.; OPPEZZO, Marily A.; SCHWARTZ, Daniel L. Teachable Agents and the Protégé Effect: Increasing the Effort Towards Learning. *Journal of Science Education and Technology*, v. 18, n. 4, p. 334-352, 2009.
- CHIN, Doris B.; DOHMEN, Ilsa M.; CHENG, Britte H.; OPPEZZO, Marily A.; CHASE, Catherine C.; SCHWARTZ, Daniel L. Preparing Students for Future Learning with Teachable Agents. *Society For Research On Educational Effectiveness*, 2010.

COLAÇO, Veriana de Fátima Rodrigues; PEREIRA, Eleonora; NETO, Francisco Edmar Pereira; CHAVES, Hamilton Viana; SÁ, Ticiana Santiago de. Estratégias de mediação em situação de interação entre crianças em sala de aula. *Estudos de Psicologia*, v. 12, n. 1, p. 47-56, 2007.

CÓRDOVA, Vilma H.; GISBERT, David D.; LEMUS, Pedro G. C. Aprender ensinando arte. Cómo convertir la escasez de recursos en oportunidades de aprendizaje. *Revista Ibero-americana de Educación*, v. 72, n. 2, p. 143-160, 15 nov. 2016.

DAVIS, Cláudia; SILVA, Maria Alice Setubal; ESPOSITO, Yara L. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. *Caderno de Pesquisa*, v. 71, p. 49-54, 1989.

DILLNER, Martha. Tutoring by Students: Who Benefits? *Research Bulletin*, v. 7, n. 1-2, 1971.

DUARTE, Rosália. Entrevistas em pesquisas qualitativas. *Educar em Revista*, v. 20, n. 24, p. 213-225, 2004.

DURAN, David. Learning-by-teaching. Evidence and implications as a pedagogical mechanism. *Innovations in education and teaching international*, 2016.

FINO, Carlos Nogueira. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 14, n. 2, p. 273-291, 2001.

FIGLIARELLA, Logan; MAYER, Richard E. Role of expectations and explanations in learning by teaching. *Contemporary educational psychology*. Santa Barbara, United States, v. 39, p. 75-85, 2014.

FRAGER, Stanley; STERN, Carolyn. Learning by Teaching. *The Reading Teacher*. v. 23, n. 5, p. 403-405, 417, 1970.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARTNER, Alan; RIESSMAN, Frank. How to Individualize Learning. Fastback 100. *Phi Delta Kappa Intl Inc*, 1977.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. *Métodos de Pesquisa*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1987.

GRZEGA, Joachim; SCHONER, Marion. The Didactic Model "LdL" (Lernen Durch Lehren) as a Way of Preparing Students for Communication in a Knowledge Society. *Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy*, v. 34, n. 3, p. 167-175, 2008.

GUTMAN, Mary. Immediate and Long-Term Effects of “Learning By Teaching” on Knowledge of Cognition. *Journal of Education and Learning*, v. 6, n. 4, 2017.

KINNEBREW, John S.; BISWAS, Gautam. Identifying Learning Behaviors by Contextualizing Differential Sequence Mining with Action Features and Performance Evolution. *International Educational Data Mining Society*, 2012.

KORNER, Marianne; HOPF, Martin. Cross-Age Peer Tutoring in Physics: Tutors, Tutees, and Achievement in Electricity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2014.

KUBO, Olga Mitsue; BOTOMÉ, Sílvio Paulo. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação em Psicologia*, Curitiba, v. 5, dez. 2001.

LAZARUS, Michelle D.; DOS SANTOS, Jason A.; HAIDET, Paul M.; WHITCOMB, Tiffany L. Practicing Handoffs Early: Applying a Clinical Framework in the Anatomy Laboratory. *Anatomical Sciences Education*, v. 9, n. 5, p. 476-487, 2016.

LENAT, Douglas B; DURLACH, Paula J. Reinforcing Math Knowledge by Immersing Students in a Simulated Learning-By-Teaching Experience. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 24, n. 3, p. 216-250, 2014.

MADEIRA, Miguel Carlos. Situações em que a aula expositiva ganha eficácia. In: EDUCERE – CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12, 2015, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUCPR, 2015. p. 36015-36029. Disponível em: <<https://educere.pucpr.br/p1/anais.html?tipo=&titulo=&edicao=&autor=MADEIRA&area=>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

MARQUARDSON, Jim; SCHUETZLER, Ryan M. Teaching Tip: Learning by Teaching through Collaborative Tutorial Creation: Experience using GitHub and AsciiDoc. *Journal of Information Systems Education*, v. 30, n. 1, p. 10-18, 2019.

MARTINS, João Carlos. Vygotsky e o Papel das Interações Sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. *Ideias*, São Paulo, n. 28, p. 111-122, 1997.

MATSUDA, Noboru; YARZEBINSKI, Evelyn; KEISER, Victoria; RAIZADA, Rohan; COHEN, William W.; STYLIANIDES, Gabriel J.; KOEDINGER, Kenneth R. Cognitive Anatomy of Tutor Learning: Lessons Learned With SimStudent. *Journal of Educational Psychology*, v. 105, n. 4, p. 1152-1163, 2013a.

MATSUDA, Noboru; YARZEBINSKI, Evelyn; KEISER, Victoria; RAIZADA, Rohan; STYLIANIDES, Gabriel J.; KOEDINGER, Kenneth R. Studying the Effect of a Competitive Game Show in a Learning by Teaching Environment. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 23, p. 1-21, 2013b.

MESQUITA, Silvana Soares de Araujo; LEIS, Isabel Alice Oswaldo Monteiro. O Cenário do Ensino Médio no Brasil. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 89, p. 821-842, out./dez. 2015.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MONTEIRO, Vera. *Aprender Ensinando: Estudo do efeito-tutor em crianças do 4º ano de escolaridade em interação diádica com colegas do 3º ano de escolaridade*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Educacional) – Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Lisboa, 1995.

MORAES, Natália Cristina Reis de. *Biblioteca ativa na EPT: Minicurso de criação de histórias em quadrinhos*. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2019.

MORAN, José. Mudar a forma de ensinar e de aprender: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual. *Revista Interações*, v. 5, p. 57-72, 2000.

MOREIRA, Marco A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

MUIS, Krista R.; PSARADELLIS, Cynthia; CHEVRIER, Marianne; DI LEO, Ivana; LAJOIE, Susanne P. Learning by Preparing to Teach: Fostering Self-Regulatory Processes and Achievement During Complex Mathematics Problem Solving. *Journal of Educational Psychology*, v. 108, n. 4, p. 474-492, 2016.

OKITA, Sandra Y.; TURKAY, Selen; KIM, Mihwa; MURAI, Yumiko. Learning by Teaching with Virtual Peers and the Effects of Technological Design Choices on Learning. *Computers & Education*, v. 63, p. 176-196, 2013.

PARETO, Lena. A Teachable Agent Game Engaging Primary School Children to Learn Arithmetic Concepts and Reasoning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 24, n. 3, p. 251-283, 2014.

PARK, Sanghoon; GENTRY, Vickie. Promoting Pre-Service Teachers' Multimedia Design Skills through Collaborative Multimedia Service-Learning (CMSL). *Journal of Service-Learning in Higher Education*, v. 6, 2017.

PINO, Angel. A Psicologia Concreta em Vigotski. Contribuições para a Educação. *Psicologia da Educação*, São Paulo, n. 7/8, p. 29-52, 1999.

REGO, Teresa C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.

ROSCOE, Rod D. Self-Monitoring and Knowledge-Building in Learning by Teaching. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, v. 42, n. 3, p. 327-351, 2014.

ROSCOE, Rod. D.; CHI, Michelene. T. H. Understanding Tutor Learning: Knowledge-Building and Knowledge-Telling in Peer Tutors' Explanations and Questions. *Review of Educational Research*, v. 77, n. 4, p. 534-574, 2007.

RUIZ-GALLARDO, José-Reyes; REAVEY, Duncan. Learning Science Concepts by Teaching Peers in a Cooperative Environment: A Longitudinal Study of Preservice Teachers. *Journal of the Learning Sciences*, v. 28, n. 1, p. 73-107, 2018.

SONG, Donggil. Designing a Teachable Agent System for Mathematics Learning. *Contemporary Educational Technology*, v. 8, n. 2, p. 176-190, 2017.

SOUZA, Solange J. *Infância e Linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin*. Campinas, São Paulo: Papirus, 1994.

STYMEIST, David. Students Teaching Texts to Students: Integrating LdL and Digital Archives. *College Teaching*, v. 63, n. 2, p. 46-51, 2015.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 1985.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VELOSO, Sérgio G.; PEREIRA, Gabriel S.; VASCONCELOS, Nathália N.; SENGER, Maria H.; FARIA, Rosa M. D. Learning by teaching basic life support: a non-randomized controlled trial with medical students. *BMC Medical Education*, 2019.

VELOSO, Sérgio Geraldo. *Aprender ensinando o suporte básico de vida: a universidade além de seus muros*. 2018. 180 f. Tese (Doutorado em Patologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

VYGOTSKI, Lev S. *A formação social da mente*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, Lev S. *Pensamento e linguagem*. Edição eletrônica: Ed. Ridendo Castigat Mores, 2001.

WISHART, Jocelyn; TRIGGS, Pat. MuseumScouts: Exploring How Schools, Museums and Interactive Technologies Can Work Together to Support Learning. *Computers & Education*, v. 54, n. 3, p. 669-678, 2010.

YEUNG, Celine; FRIESEN, Farah; FARR, Sarah; LAW, Marcus; ALBERT, Lori. Development and implementation of a longitudinal students as teachers program: participant satisfaction and implications for medical student teaching and learning. *BMC Medical Education*, 2017.

ZABALZA, Miguel. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre “APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA SOCIOINTERACIONISTA PARA ABORDAR CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA”, de responsabilidade dos pesquisadores Jean Carlos Nicolodi e Dr. Luiz Marcelo Darroz.

O objetivo geral desse trabalho é investigar, na voz de docentes as potencialidades de uma sequência didática que visa promover a compreensão de conceitos físicos por meio de estratégias de aprendizagem pelo ensino.

E para a consecução do objetivo geral, tem-se como objetivos específicos: discutir as formas com que o aprendizado pelo ensino tem sido tratado e quais as contribuições percebidas nas pesquisas sobre o tema; compreender a teoria sociointeracionista de Vygotsky e o papel da interação social na aprendizagem; elaborar uma sequência didática estruturada a partir da perspectiva do aprender ensinando e dos processos de interação social; apresentar e validar a sequência didática junto a um grupo de professores; elaborar um produto educacional que possa servir de apoio aos professores que desejem utilizar o aprender ensinando enquanto ferramenta de ensino.

A sua participação na pesquisa será em dois encontros, através da plataforma do Google Meet. Os encontros serão gravados de modo que o pesquisador possa analisar as contribuições, falas e comentários que os participantes fizerem. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação. Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam

no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com o pesquisador Dr. Luiz Marcelo Darroz pelo telefone (54) 999390599, ou com a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

ANEXO B – Termo de autorização do curso de Física – UPF**OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA**

Por este instrumento, o Curso de Física-L da Universidade de Passo Fundo autoriza o mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo Jean Carlos Nicolodi, conjuntamente com seu orientador, professor Dr. Luiz Marcelo Darroz, a desenvolver pesquisa acadêmica referente à aplicação do produto educacional intitulado “Aprender ensinando: proposta para o ensino de física térmica no Ensino Médio”. A pesquisa refere-se à avaliação de uma proposta didática desenvolvida na forma de um curso de extensão universitária com professores de Física. Os dados a serem coletados serão analisados no anonimato, sendo possível, para fins acadêmicos, divulgar o nome do curso de Física-L da Universidade de Passo Fundo.

Passo Fundo, 14 de outubro de 2020.

Dr. Jucelino Cortez
Coordenador do Curso de Física – L

ANEXO C – Slides utilizados no curso para os professores

APRENDER ENSINANDO

PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO



Jean Carlos Nicolodi

**PPGECM**Programa de Pós-Graduação em Ensino
de Ciências e Matemática

Instituto de Ciências Exatas e Geociências - Iceg

APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO

Mestrando: Jean Carlos Nicolodi

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz

Coorientadora: Prof. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa

APRENDER ENSINANDO

Origens:

- Programas de Tutoria: estudantes com maior rendimento escolar ensinando seus colegas.
- Cross Age Tutoring: alunos mais velhos sendo tutores de alunos mais novos. Tutoria entre séries.
- Monitoria.

Não são métodos de aprendizagem pelo ensino.
O foco está apenas no aprendizado do aluno ensinado.

E quem ensina?

"Docendo discimus"
Sêneca

"Quem ensina aprende ao ensinar. E quem aprende ensina ao aprender"
(FREIRE, 1996, p. 23)

Revisão de Literatura



- Nos primeiros estudos, a melhoria estava vinculada apenas ao comportamento e a motivação.
- Logo comprovou-se, também, as implicações positivas para a aprendizagem de todos os envolvidos.
- atividades de aprendizagem pelo ensino se apresentam como um fator motivacional para o aprendiz tanto do tutor quanto do tutelado. Assim, os assuntos com os quais os estudantes possuem menos proximidade, ou não veem motivos para aprender, podem despertar o interesse do tutor pela vontade de ajudar um colega, enquanto os tutelados motivam-se por aprender a partir de uma linguagem diferente daquela usada nos bancos escolares.
- Qualquer aluno pode ensinar.



“Quanto mais complexa é a atividade de ensino, mais oportunidades existem para aprender ensinando”
(DURAN, 2016)

Preparação para Ensinar

- Estudo, revisão e criação de materiais didáticos.
- Efeito Protegé: alunos que aprendem com expectativa de ensinar se esforçam mais do que fariam aprendendo para si mesmos.
- Expectativa de ensinar modifica o processo de aprendizagem, fazendo com que o estudante se esforce mais para selecionar e organizar os elementos relevantes para a sua aprendizagem.

Explicação

- Apresentação, organização e verbalização do conhecimento.
- Reorganização do pensamento.
- Identificação de incompreensões.
- Pode ocorrer sem interação com outras pessoas.

Feedback

- Interação com quem aprende.
- Perguntas e respostas.
- Avaliação / reflexão.
- Lacunas de aprendizagem.

Aprender Ensinando em sala de aula

- Metodologia ativa: Aluno protagonista.
- Professor mediador.
- Favorece a interação e o diálogo.

Vantagens de Aprender Ensinando

- Motivação.
- Qualquer aluno pode ensinar.
- Aprendizado mais duradouro.
- Desenvolvimento de habilidades sociais e procedimentais.
 - Comunicação, trabalho em equipe, autoconfiança...
- Habilidades do século XXI.

Dificuldades

- Tempo.
- Knowledge Telling Bias: Tendência de reproduzir conhecimento sem maior reflexão.
- Conhecimentos não científicos ou concepções alternativas.
- Feedbacks negativos tendem a ferir o ego dos alunos.

Agentes Virtuais de Aprendizagem

O software aprende por meio da generalização de exemplos providos pelos alunos, enquanto simula o comportamento de um ser humano, fazendo perguntas, solicitando explicações e dando feedbacks quanto ao seu aprendizado.



Agentes Virtuais de Aprendizagem

- “Aluno ideal”.
- Coleta de dados e análise de comportamento.
- Ajudante personalizadas.
- Efeito Protegé.
- Gera sentimentos de responsabilidade semelhante a um aluno real.
- Agente jogador.
- Maiores vantagens no desenvolvimento de habilidades procedimentais e menos nos conhecimentos conceituais.

“[...] os alunos de alto desempenho empregaram diferentes comportamentos que indicavam uma estratégia mais cuidadosa e sistemática de leitura. Seus padrões de atividade envolviam mais frequentemente a releitura de páginas dos recursos, como o uso de releituras completas dos recursos antes de adicionar um link. Além disso, os padrões de atividade de leitura que distinguem os de alto desempenho e os de baixo desempenho geralmente envolviam leitura de páginas relevantes para ações recentes, sugerindo um comportamento de leitura mais sistemático em geral.”

(KINNEBREW; BISWAS, 2012, p. 63, tradução nossa)

“Se os alunos não estiverem bem preparados para dar aulas, os benefícios do aprendizado pelo ensino poderão ser reduzidos. Além disso, uma vez que os alunos se tornem especialistas em um conteúdo e possam resolver problemas com fluência (e assim se tornem melhores professores), os benefícios da aprendizagem pelo ensino também poderão diminuir. O aprendizado pelo ensino é essencialmente um fenômeno paradoxal, cujos mecanismos ainda não foram completamente elucidados”.

(MATSUDA et al., 2013a, p. 1162, tradução nossa)

TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY

Interação
social

Mediação

Linguagem e
Fala

ZDP

- Com sua teoria sociointeracionista do desenvolvimento humano, Vygotsky defendeu que o desenvolvimento cognitivo se dá a partir da interação social, sendo dependente do contexto social, histórico e cultural em que o sujeito se encontra.
- Assim, os processos mentais superiores, pensamento, linguagem e comportamento volitivo, se originam na relação entre indivíduos, e se desenvolvem a partir da mediação de instrumentos e signos

Instrumentos e Signos

- Instrumento é algo que pode ser utilizado para realizar uma tarefa, ampliando as possibilidades de intervenção na natureza e provocando mudanças externas.
- Signo infere significados às coisas, auxiliando o sujeito em suas atividades psíquicas.
- A linguagem é o principal sistema de signos.
- Linguagem, pensamento e Fala.

A internalização de signos implica no compartilhamento de significados existentes em uma cultura através da interação social. O homem é um ser atuante e refém de seu meio social, sendo influenciado pela sua história e cultura, ao mesmo tempo em que a constrói.

Zona de Desenvolvimento Proximal

“A distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido por meio da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes”
(MOREIRA, 2015, p. 114).

“[...] a constituição do saber na criança não ocorre pelo simples registro de informações a respeito do mundo, mas pela descoberta da significação dessas informações. E isso é obra dela, produção dela, na qual pode ser ajudada mas nunca substituída”
(PINO, 1999, p. 48-49).

“Para Vygotsky, o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento”.
(MOREIRA, 2015, p. 118)

- desenvolvimento cognitivo expande a zona de desenvolvimento real e desloca a zona de desenvolvimento potencial para níveis mais elevados.

Vygotsky e o Aprender Ensinando

- Papel do Professor.
- Mediação metacognitiva.
- ZDPs similares.
- Interação com simetria nas relações entre os alunos.

Vygotsky

Aprender com um
parceiro mais capaz.

Aprender Ensinando

Todos podem ensinar.

- O processo de ensino não é unidirecional.
- Aprendizagem pelo ensino é voltada ao tutor.

Referências

ASLAN, Safiye. Is Learning by Teaching Effective in Gaining 21st Century Skills? The Views of Pre-Service Science Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, v. 15, n. 6, p. 1441-1457, dez. 2015.

CARBERRY, Adam R.; OHLAND, Matthew W. A Review of Learning-by-Teaching for Engineering Educators. *Advances in Engineering Education*, V. 3, n. 2, 2012.

DILLNER, Martha. Tutoring by Students: Who Benefits? *Research Bulletin*, V. 7 n. 1-2, 1971.

DURAN, David. Learning-by-teaching. Evidence and implications as a pedagogical mechanism. *Innovations in education and teaching international*, 2016.

FIORELLA, Logan; MAYER, Richard E. Role of expectations and explanations in learning by teaching. *Contemporary educational psychology*. Santa Barbara, United States, v. 39, p. 75-85, 2014.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MOREIRA, Marco A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

PINO, Angel. A Psicologia Concreta em Vigotski. *Contribuições para a Educação. Psicologia da Educação*, São Paulo, n. 7/8, p. 29-52, 1999.



PPGECM

Programa de Pós-Graduação em Ensino
de Ciências e Matemática

Instituto de Ciências Exatas e Geociências - Iceg

APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO

Mestrando: Jean Carlos Nicolodi

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz

Coorientadora: Prof. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa

PRODUTO EDUCACIONAL



O SOCIOINTERCIONISMO DE VYGOTSKY

APRENDER ENSINANDO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ANEXOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

| Encontro | Atividades | Etapa do aprender ensinando |
|----------|---|-----------------------------|
| 1 | Apresentação da proposta | |
| 2 | Calor e temperatura | Preparação |
| 3 | Calor e temperatura | Explicação e feedback |
| 4 | Processos de propagação de calor | Preparação |
| 5 | Atividades Experimentais de propagação de calor | Explicação e feedback |
| 6 | Resolução de problemas | Explicação e feedback |
| 7 | Escala termométrica | Explicação |
| 8 | Correção de atividades | Explicação e feedback |
| 9 | Dilatação | Preparação |
| 10 | Dilatação | Explicação e feedback |
| 11 | Encerramento | Preparação e explicação |

Primeiro Encontro

Tempo estimado:
1 período

- Apresentação da proposta.
- Conversa sobre ensino – treinamento para ensinar.
- Leitura – Reciprocal Teaching.

[...] quem ensina aprende ao ensinar. E quem aprende ensina ao aprender (FREIRE, 1996, p. 23).

[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (AUSUBEL apud MOREIRA, 2015, p. 171).

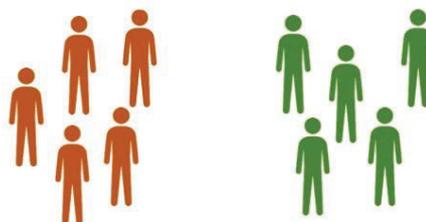
As concepções alternativas também conhecidas como concepções espontâneas são entendidas como os conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais e que muitas vezes não estão de acordo com os conceitos científicos, com as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem.

Uma das inquietações dos professores é que seus alunos adquiram conhecimento científico e que consigam assimilar esse conhecimento com os fenômenos que acontecem no cotidiano (LEÃO; KALHIL, 2015, p. 3).

Segundo Encontro – calor e temperatura

Tempo estimado:
1 período

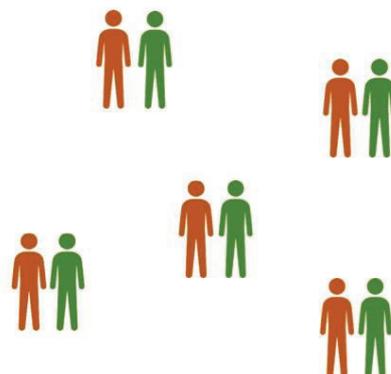
- Preparação para ensinar.
- Dois grupos – calor e temperatura.
- Textos se complementam.
- Planejar explicação.



Terceiro Encontro

Tempo estimado:
2 períodos

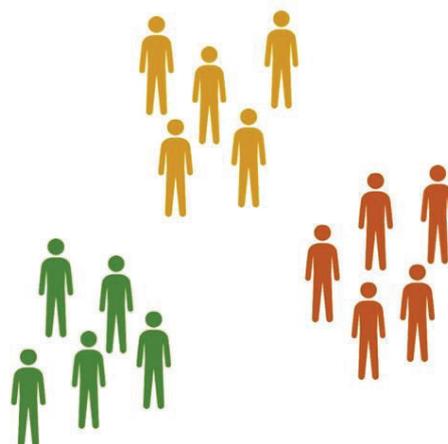
- Explicação e feedback.
- Duplas.
- Alunos alternam papel de tutor e aprendiz.
- Estimular a interação.
- Professor deve guiar as atividades e concluir a aula.



Quarto Encontro – propagação de calor

Tempo estimado:
2 períodos

- Preparação para ensinar.
- 3 grupos – condução, radiação e convecção.
- Pesquisa em livros ou internet.
- Atividades experimentais.



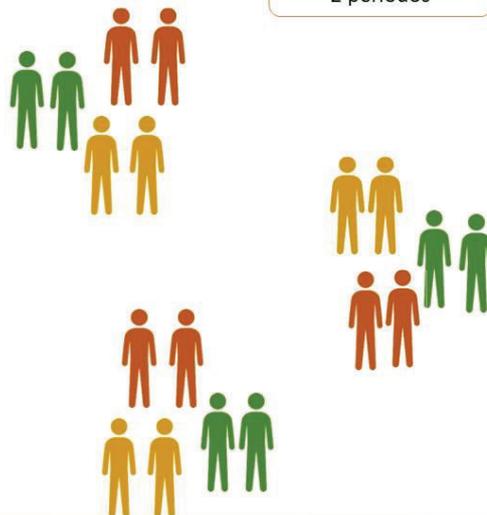
Atividades experimentais

| Condução | Irradiação | Convecção |
|---|--|--|
| <p>Utilizando três barras metálicas, de mesmas dimensões e diferentes materiais, unidas em uma das extremidades, coloca-se nas extremidades opostas, a igual distância do ponto de união, pequenos pedaços de parafina (vela). Com o auxílio de uma chama, aquece-se o ponto onde as barras se unem. Com o tempo será possível perceber, pelo derretimento da parafina, o aquecimento desigual entre as barras. Observando as características dos materiais compreende-se que a condução de calor ocorre mais rapidamente naqueles com maior condutibilidade térmica.</p> | <p>Utiliza-se para esse experimento dois copos com água. Um deles será aquecido e levará um corante vermelho. O outro será resfriado e tingido com corante azul. Com a ajuda de uma folha de papel, os copos são postos um acima do outro, mantendo aquele com a água quente por baixo. Retira-se lentamente a folha, permitindo o fluxo da água entre os copos. Com isso será possível perceber que a água quente, menos densa, irá subir e em pouco tempo estará na parte de cima do conjunto, enquanto a água fria, mais densa, estará na parte de baixo. Será visível também a mistura dos dois líquidos na parte central, evidenciando a troca de calor gerada pelo movimento das massas de água.</p> | <p>Utiliza-se duas latas de refrigerante pintadas com tintas preta e branca. À mesma distância das duas latas posiciona-se uma lâmpada incandescente. Para verificar o aumento de temperatura causado pela irradiação, coloca-se em cada lata um termômetro, anotando, em intervalos de tempo fixos, suas temperaturas. Será possível constatar a maior absorção de radiação na lata preta, evidenciando o processo de propagação de calor por irradiação térmica.</p> |

Quinto Encontro

- Explicação e feedback.
- Grupos de 6 pessoas.
- Cada dupla apresenta seu experimento.

Tempo estimado:
2 períodos



Sexto Encontro – resolução de problemas

Tempo estimado:
1 período

- Explicação e feedback.
- Duplas ou trios.
- Interação sem distinção entre tutor e aprendiz.
- Lista de exercícios.

➤ Para próxima aula, solicitar a alguns estudantes que assistam ao vídeo:

➤ <https://www.youtube.com/watch?v=IKIhHPBei9c>

Sétimo Encontro – escalas termométricas

Tempo estimado:
1 período

- Explicação.
- Estudantes que assistiram o vídeo devem explicar seu conteúdo.
- Professor complementa e auxilia as explicações.
- Apresenta a conversão de unidades de temperatura.
- Exemplos de resolução de problemas feitos no quadro e restante como atividade para ser feita em casa.

Oitavo Encontro

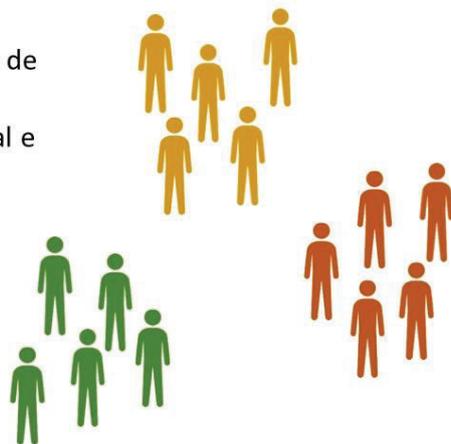
Tempo estimado:
1 período

- Explicação e feedback.
- Duplas.
- Correção das atividades.
- Avaliar e comparar a forma de trabalhar do colega.

Nono Encontro – dilatação

Tempo estimado:
2 períodos

- Preparação para ensinar.
- Diálogo buscando contextualizar e dar exemplos de dilatação no cotidiano.
- Formam-se 3 grupos – Dilatação linear, superficial e volumétrica.



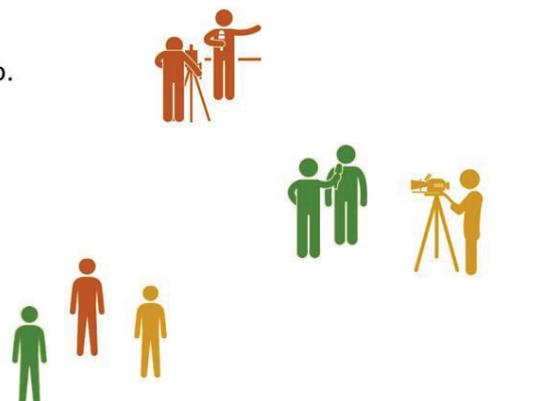
Décimo Encontro

- Explicação e feedback.
- Trios.
- Explicar conteúdo e relações matemáticas.
- Lista de Exercícios.



Décimo Primeiro Encontro

- Preparação e explicação.
- Encerramento.
- Produzir um resumo de todo o conteúdo.
- Vídeo ou podcast.





OBRIGADO!

**APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA
SOCIOINTERACIONISTA PARA ABORDAR CONCEITOS
DE FÍSICA TÉRMICA**

Jean Carlos Nicolodi – 153754@upf.br



ANEXO D – Texto sobre temperatura

TEMPERATURA

Usando o nosso tato, podemos perceber, entre dois corpos, qual é o mais quente e qual é o mais frio, isto é, sabemos reconhecer qual dos dois tem *temperatura* mais elevada. Em outras palavras, a temperatura de um corpo é uma propriedade que está relacionada com o fato de o corpo estar mais quente ou mais frio.

Suponha que tivéssemos dois corpos, com temperaturas diferentes, um em contato com o outro e isolados de influências externas. Você poderia verificar que o corpo mais quente iria se esfriando, enquanto o mais frio iria se aquecendo. Depois de um certo tempo, você perceberia, usando o seu tato, que os corpos atingiram uma mesma temperatura. A partir deste momento, as temperaturas dos corpos não sofrerão alterações, isto é, eles atingiram uma situação final, denominada *estado de equilíbrio térmico*.

Dois (ou mais) corpos, colocados em contato e isolados de influências externas, tendem para um estado final, denominado estado de equilíbrio térmico, que é caracterizado por uma uniformidade na temperatura dos corpos.

A comparação das temperaturas dos corpos através de nosso tato nos fornece apenas uma ideia qualitativa dessas temperaturas. Para que a temperatura possa ser considerada uma grandeza física, é necessário que saibamos medi-la, de modo que tenhamos um conceito quantitativo desta grandeza.

Como você já sabe, esta medida da temperatura é feita com os *termômetros*. Existem vários tipos de termômetros, cada um deles utilizando a variação de uma certa grandeza, provocada por uma variação da temperatura. Assim, temos termômetros que são construídos baseando-se nas variações que a temperatura provoca no comprimento de uma haste metálica, no volume de um gás, na resistência elétrica de um material, na cor de um sólido muito aquecido etc.

É possível que você já tenha ouvido algumas pessoas dizerem que “temperatura é uma medida do calor do corpo”. Esta afirmativa, entretanto, *não é*

correta. Como você viu, a temperatura é um número usado para traduzir o estado de *quente* ou *frio* de um corpo. A expressão do *calor do corpo* não tem significado físico.

Uma maneira correta de conceituar a temperatura seria dizer que ela é uma medida da maior ou menor agitação das moléculas ou átomos que constituem o corpo. Quanto maior for a temperatura de um gás, maior será a energia cinética de suas moléculas. Da mesma forma, quando a temperatura de um gás diminui, a agitação de suas moléculas torna-se menor e o zero absoluto corresponderia a uma situação de energia cinética mínima dos átomos e moléculas do corpo.

Texto adaptado de ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. *Física ensino médio Volume 2*. São Paulo: ed. Scipione, 2006. p. 45–49.

ANEXO E – Texto sobre calor

CALOR

Quando analisamos o conceito de equilíbrio térmico, vimos que, se dois corpos a temperaturas diferentes são colocados em contato, eles atingem, após um certo tempo, uma mesma temperatura. Até o início do século passado, os cientistas explicavam este fato supondo que todos os corpos continham, em seu interior, uma substância fluida, invisível, de peso desprezível, que era denominada *calórico*. Quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a quantidade de calórico em seu interior. De acordo com este modelo, quando dois corpos, a temperaturas diferentes, eram colocados em contato, haveria passagem de calórico do corpo mais quente para o mais frio, acarretando uma diminuição na temperatura do primeiro e um aumento na temperatura do segundo corpo. Quando os corpos atingiam a mesma temperatura, o fluxo de calórico era interrompido e eles permaneciam, a partir daquele instante, em equilíbrio térmico.

Apesar de esta teoria ser capaz de explicar satisfatoriamente um grande número de fenômenos, alguns físicos mostravam-se insatisfeitos em relação a certos aspectos fundamentais da ideia do calórico e tentaram substituí-la por outra, mais adequada, na qual o calor é considerado como uma forma de energia.

A ideia de que o calor é energia foi introduzida por Rumford, um engenheiro militar que, em 1798, trabalhava na perfuração de canos de canhão. Observando o aquecimento das peças ao serem perfuradas, Rumford teve a ideia de atribuir este aquecimento ao *trabalho* que era realizado contra o atrito, na perfuração. Em outras palavras, a *energia* empregada na realização daquele trabalho era transferida para as peças, provocando uma elevação em suas temperaturas. Portanto, a antiga ideia de que um corpo mais aquecido possui maior quantidade de *calórico* começava a ser substituída pela ideia de que este corpo possui, realmente, maior quantidade de *energia* em seu interior.

A divulgação destas ideias provocou muitas discussões entre os cientistas do século passado. Alguns deles realizaram experiências que vieram confirmar as suposições de Rumford. Entre estes cientistas, devemos destacar James P. Joule (1818-1889), cujas célebres experiências acabaram por estabelecer,

definitivamente, que o calor é uma forma de energia.

Modernamente, considera-se que, quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia que ele possui em seu interior, denominada *energia interna*, também aumenta. Se este corpo é colocado em contato com outro, de temperatura mais baixa, haverá transferência de energia do primeiro para o segundo, energia esta que é denominada calor. Portanto, o conceito moderno de calor é o seguinte:

Calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles.

Deve-se observar que o termo *calor* só deve ser usado para designar a energia em *trânsito*, isto é, enquanto ela está sendo transferida de um corpo para outro, em virtude de uma diferença de temperatura. A transferência de calor para um corpo acarreta um aumento na energia de agitação de seus átomos e moléculas, ou seja, acarreta um aumento da *energia interna* do corpo o que, em geral, provoca uma elevação em sua temperatura. Não se pode, portanto, dizer que “um corpo possui calor” ou que “a temperatura é uma medida do calor no corpo”. Na realidade, o que um corpo possui é *energia interna* e quanto maior for a sua temperatura, maior será esta energia interna. Naturalmente, se um corpo está a uma temperatura mais elevada do que outro, ele pode transferir parte de sua energia interna para este outro. Esta energia transferida é o calor que está passando de um corpo para o outro.

É importante observar, ainda, que a energia interna de um corpo pode aumentar sem que o corpo receba calor, desde que receba alguma outra forma de energia.

Quando, por exemplo, agitamos uma garrafa contendo água, sua temperatura se eleva, apesar de a água não ter recebido calor. O aumento de energia interna, neste caso, ocorreu em virtude da transferência da energia mecânica à água, ao realizarmos o trabalho de agitar a garrafa.

ANEXO F – Questionário de avaliação do produto educacional

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

“APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO”

Prezado/a professor/a,

Você é convidado a participar da pesquisa "APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA SOCIOINTERACIONISTA PARA ABORDAR CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA".

Se você concordar em participar da mesma pesquisa respondendo esse formulário que tem por objetivo avaliar o Produto Educacional que lhe foi entregue.

Porém, antes de prosseguir, pedimos que leia atentamente o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) e confirme sua participação nesse trabalho.

Muito obrigado,

Jean Carlos Nicolodi - Mestrando

Dr. Luiz Marcelo Darroz - Orientador

***Obrigatório**

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

TERMO DE
CONSENTIMENTO
LIVRE E
ESCLARECIDO
(TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre "APRENDER ENSINANDO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA SOCIOINTERACIONISTA PARA ABORDAR CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA", de responsabilidade dos pesquisadores Jean Carlos Nicolodi e Dr. Luiz Marcelo Darroz.

O objetivo geral desse trabalho é investigar, na voz de docentes as potencialidades de uma sequência didática que visa promover a compreensão de conceitos físicos por meio de estratégias de aprendizagem pelo ensino.

E para a consecução do objetivo geral, tem-se como objetivos específicos: discutir as formas com que o aprendizado pelo ensino tem sido tratado e quais as contribuições percebidas nas pesquisas sobre o tema; compreender a teoria sociointeracionista de Vygotsky e o papel da interação social na aprendizagem; elaborar uma sequência didática estruturada a partir da perspectiva do aprender ensinando e dos processos de interação social; apresentar e validar a sequência didática junto a um grupo de professores; elaborar um produto educacional que possa servir de apoio aos professores que desejem utilizar o aprender ensinando enquanto ferramenta de ensino.

A sua participação na pesquisa será em dois encontros, através da plataforma do Google Meet. Os encontros serão gravados de modo que o pesquisador possa analisar as contribuições, falas e comentários que os participantes fizerem. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação. Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com o pesquisador Dr. Luiz Marcelo Darroz pelo telefone (54) 999390599, ou com a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

1. Você confirma sua livre e consentida participação nessa pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

2. Nome? *

3. CPF *

Dados do/a
professor/a-
participante

Essa seção tem como objetivo coletar dados para traçar um perfil dos professores que participam dessa pesquisa.

4. Você mora em qual cidade/estado? *

5. Qual a sua idade?

6. Você é licenciado em Física? *

Marcar apenas uma oval. Sim Não

7. Fez sua licenciatura em qual faculdade / universidade? *

8. Você possui outra graduação? *

Marcar apenas uma oval. Sim Não

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

9. Se você possui outra graduação, qual é a mesma? Em qual faculdade fez essa outra graduação?

10. Qual seu grau de formação? *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
- Graduação + Especialização
- Graduação + Especialização + Mestrado
- Graduação + Mestrado
- Graduação + Especialização + Mestrado + Doutorado
- Graduação + Mestrado + Doutorado
- Graduação + Especialização + Mestrado + Doutorado + Pós-Doutorado

11. Há quanto tempo você leciona Física? *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de um ano
- Mais de 1 ano e menos que 3
- Mais que 3 anos e menos que 5
- Mais que 5 anos e menos que 10 anos
- Mais que 10 anos e menos que 20 anos
- Mais que 20 anos

12. Você leciona outra disciplina? Se sim, qual?

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

13. Você trabalha em instituições privadas ou públicas? *

Marcar apenas uma oval.

- Apenas Pública
 Apenas Privada
 Pública e Privada

14. Atualmente, você é professor da educação básica ou do ensino superior? *

Marcar apenas uma oval.

- Apenas Educação Básica
 Apenas Ensino Superior
 Educação Básica e Ensino Superior

15. Atualmente, lecionando na educação básica, você trabalha com ensino fundamental ou ensino médio?

Marcar apenas uma oval.

- Apenas Ensino Fundamental
 Apenas Ensino Médio
 Ensino fundamental e ensino médio

**Avaliação
do Produto
Educativo**

As próximas questões tem como objetivo avaliar e validar o produto educacional. Em todas as questões objetivas você é convidado a analisar um aspecto do produto educacional. Sua avaliação deverá ser expressa em um dos seguintes conceitos:

- 5 - ÓTIMO
4 - BOM
3 - MÉDIO
2 - RUIM
1 - PÉSSIMO

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

16. Avalie a ORIGINALIDADE/CRIATIVIDADE do produto educacional. *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

17. Avalie a possibilidade do produto despertar o interesse dos educandos. *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

18. Avalie a organização do produto educacional. *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

19. Avalie a redação do produto educacional. O mesmo possui redação clara e compreensível? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

20. Avalie as orientações que o produto educacional oferece aos professores. O produto contempla explicações necessárias para seu desenvolvimento? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

21. Avalie o conjunto de atividades de cada encontro em relação ao tempo que as mesmas requerem. O tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas?

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

22. Avalie o referencial teórico apresentado no Produto em relação à temática abordada e ao nível escolar em questão. O referencial teórico do produto educacional está adequado à proposta, ao tema e ao conteúdo no nível de escolarização?

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

23. Avalie os objetivos de cada encontro em relação às atividades propostas. Os objetivos dos encontros estabelecem as intenções educativas à qual se propõe? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

24. Avalie a pertinência da organização metodológica proposta nos encontros e o conteúdo abordado. As atividades e metodologias indicadas contribuem para gerar aprendizagem do conteúdo em questão? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

04/09/2020

"APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO"

25. Avalie a metodologia dos encontros. Os aspectos metodológicos são adequados para alcançar os objetivos planejados? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

26. Avalie a aplicabilidade do produto em turmas de Ensino Médio. O produto educacional pode ser aplicado com alunos do Ensino Médio? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

27. Avalie a relação do produto e suas atividades / ações com outras áreas do conhecimento. A proposta apresentada permitiria o professor realizar (se ele desejar) ações interdisciplinares ou multidisciplinares? *

Marcar apenas uma oval.

- 5 - ÓTIMO
 4 - BOM
 3 - MÉDIO
 2 - RUIM
 1 - PÉSSIMO

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

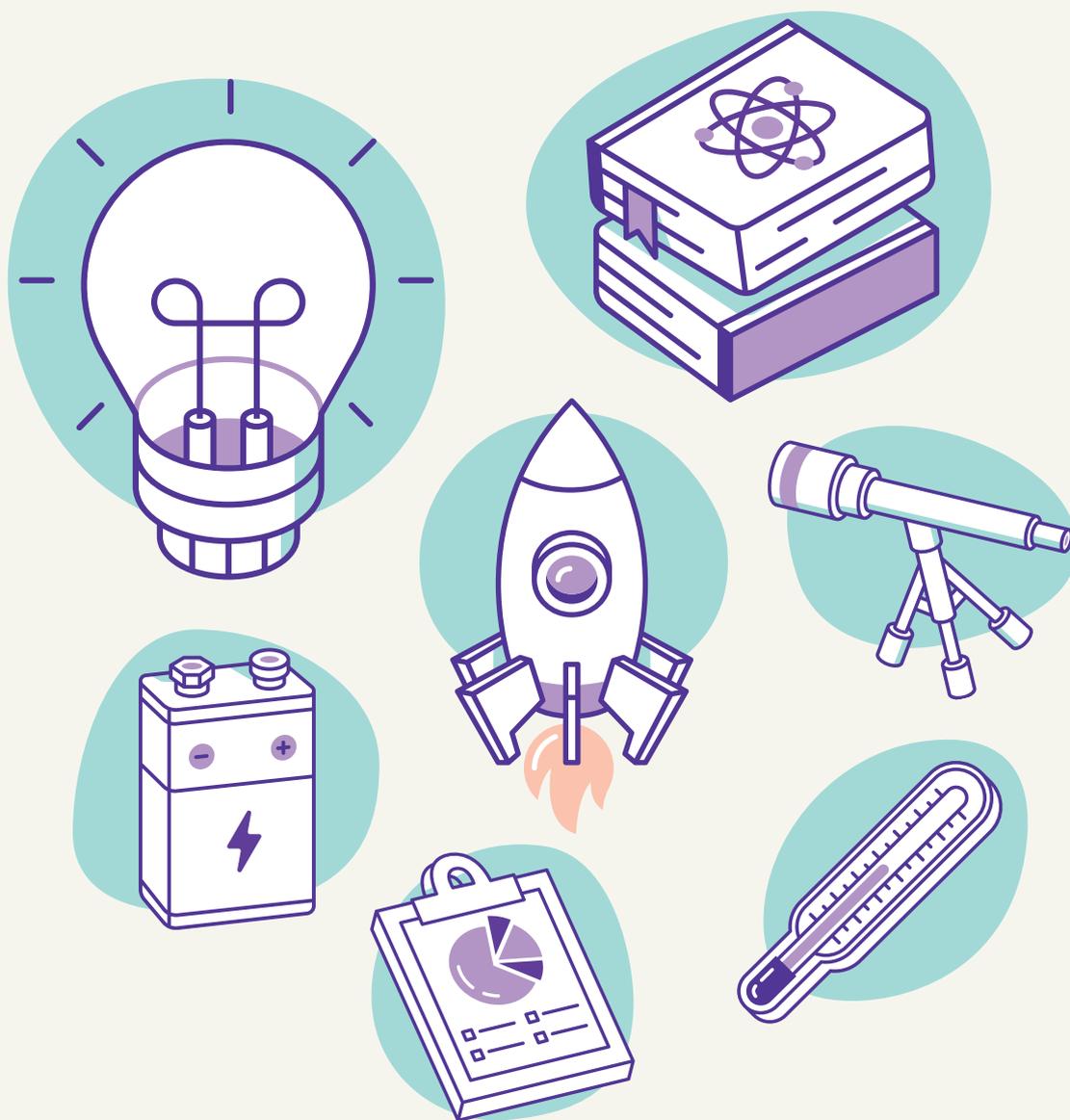
PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:

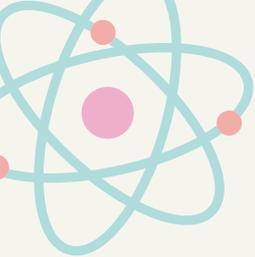
<https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2021/Jean_Carlos_PRODUTO.pdf>

<<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/597283>>

APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO



Jean Carlos Nicolodi
Luiz Marcelo Darroz
Cleci Teresinha Werner da Rosa



CIP – Catalogação na Publicação

N651a Nicolodi, Jean Carlos
Aprender ensinando [recurso eletrônico] : proposta para o ensino de física térmica
no ensino médio / Jean Carlos Nicolodi. – 2020.
1.3 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECM).

Inclui bibliografia.
ISSN 2595-3672

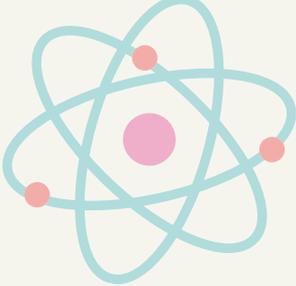
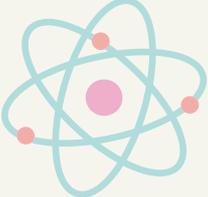
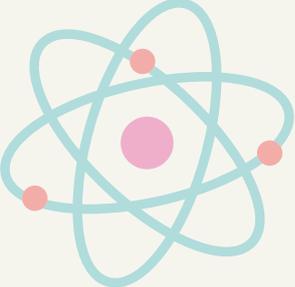
Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecm>>.

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação do Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Ensino - Meios auxiliares. 3. Didática. 4. Tecnologia educacional. I. Darroz, Luiz Marcelo, orientador. II. Rosa, Cleci Teresinha Werner da, coorientador. III. Título.

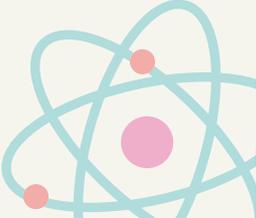
CDU: 372.853

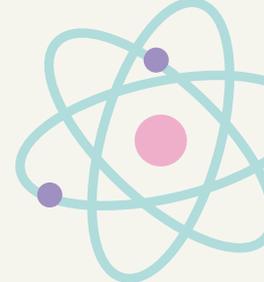
Catálogo: Bibliotecário Luís Diego Dias de S. da Silva – CRB 10/2241



COLABORADORES:

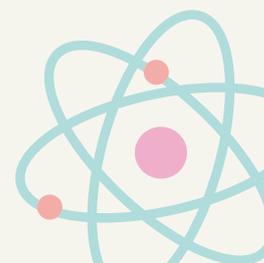
Íngridy Loreian - Design

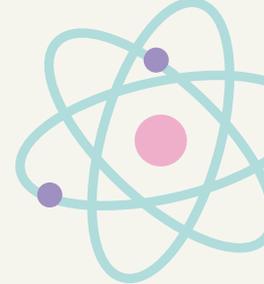




SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------|----|
| APRESENTAÇÃO | 2 |
| O SOCIOINTERACIONISMO DE VYGOTSKY. | 4 |
| APRENDER ENSINANDO | 8 |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 13 |
| • Primeiro encontro | 13 |
| • Segundo encontro | 15 |
| • Terceiro encontro | 17 |
| • Quarto encontro | 19 |
| • Quinto encontro | 21 |
| • Sexto encontro | 22 |
| • Sétimo encontro | 24 |
| • Oitavo encontro | 25 |
| • Nono encontro | 26 |
| • Décimo encontro | 27 |
| • Décimo primeiro encontro | 28 |
| REFERÊNCIAS..... | 29 |
| SOBRE OS AUTORES | 31 |
| ANEXOS..... | 32 |



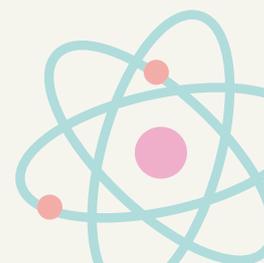


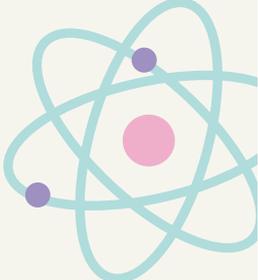
APRESENTAÇÃO

Este produto educacional, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, é direcionado aos professores de Física do Ensino Médio e busca oferecer uma alternativa ao ensino tradicional, centrado na fala do professor, sugerindo estratégias de fácil aplicação em sala de aula e que possibilitem tornar o estudante ativo no processo de aprendizagem por meio de atividades de ensino.

O texto está organizado em 4 partes. Inicialmente apresentam-se alguns detalhes da teoria sociointeracionista de Vygotsky, que serve como referencial teórico para esta proposta didática. A seguir, discute-se o aprender ensinando, tendo em vista estudos anteriores sobre o tema que fundamentam as escolhas metodológicas adotadas. Na sequência, encontra-se a descrição das aulas propostas na sequência didática e, por fim, os materiais sugeridos para utilização nas aulas encontram-se separadamente, visando facilitar uma possível impressão de páginas isoladas.

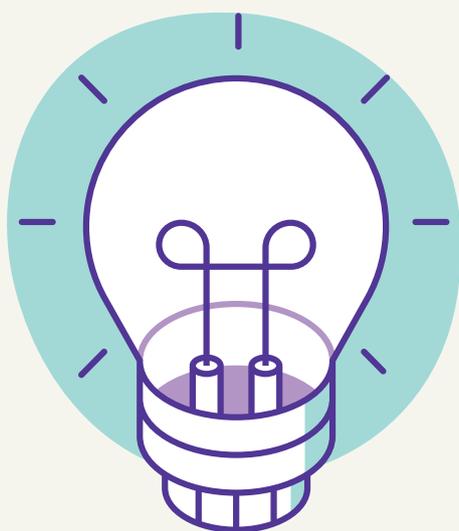
Os encontros que compõem a sequência didática, organizados a partir da perspectiva do aprendizado pelo ensino e do sociointeracionismo de Vygotsky, transitam por





diferentes estratégias didáticas características das aulas de Física, as aulas teóricas, onde ocorre a discussão do conteúdo científico em sala de aula, as atividades experimentais, e a resolução de problemas, apresentando possibilidades de aprendizado pelo ensino através de diferentes formatos. Assim, os encontros, aqui planejados e orientados para o estudo de Física Térmica, apresentam estratégias que podem ser adaptadas para outros conteúdos.

Dessa forma, espera-se que o professor que acessar este material possa utilizar as estratégias propostas para qualificar sua prática de ensino e promover maiores avanços no aprendizado de seus alunos.



○ SOCIOINTERACIONISMO DE VYGOTSKY



Lev Semenovich Vygotsky, nascido em 1896, na Bielo-Rússia, em suas trajetórias acadêmica e profissional, transitou por diversos assuntos, como artes, linguística, psicologia, filosofia e medicina. Mas foram seus estudos no campo da psicologia que o tornaram conhecido, mesmo que esse reconhecimento e a divulgação de seu trabalho tenham ocorrido apenas após sua morte, em decorrência das críticas sofridas do governo de Stalin (REGO, 1995).

Nos estudos em psicologia, com sua teoria sociointeracionista do desenvolvimento humano, Vygotsky defendeu que o desenvolvimento cognitivo se dá a partir da interação social, sendo dependente do contexto social, histórico e cultural em que o sujeito se encontra. Assim, os processos mentais superiores, pensamento, linguagem e comportamento volitivo, se originam na relação entre indivíduos, e se desenvolvem a partir da mediação de instrumentos e signos (MOREIRA, 2015).

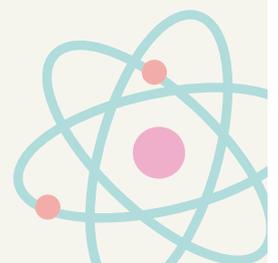
Um instrumento é algo que pode ser utilizado para realizar uma tarefa, ampliando as possibilidades de intervenção na natureza e provocando mudanças externas, já o signo interfere



significados às coisas, auxiliando o sujeito em suas atividades psíquicas. Assim, a internalização de signos implica no compartilhamento de significados existentes em uma cultura através da interação social. O homem é um ser atuante e refém de seu meio social, sendo influenciado pela sua história e cultura, ao mesmo tempo em que as constrói.

Segundo Vygotsky (2008), o principal sistema de signos utilizado pelo ser humano é a linguagem. Através dela, os significados podem ser transmitidos desvinculados de seus contextos, possibilitando a abstração e a generalização de conceitos. A linguagem está fortemente ligada ao pensamento, sendo seu domínio de fundamental importância no desenvolvimento cognitivo ocorrido na infância. Segundo Rego (1995, p. 64), “A linguagem tanto expressa o pensamento da criança como age como organizadora desse pensamento”. No entanto, Vygotsky (2008) esclarece que o desenvolvimento do pensamento e da fala são independentes e não apresenta relação clara entre os dois.

Há, assim, um distanciamento claro entre pensamento e fala, ainda que ambos pareçam indistinguíveis em um primeiro momento. Por esse motivo, a comunicação verbal através da fala compõe uma atividade cognitiva diferente da executada no pensamento. Por terem estruturas diferentes, a transição do pensamento para a fala não ocorre facilmente, exigindo o desenvolvimento em palavras daquilo que ocorre na mente do interlocutor como um todo e em um só momento (SOUZA, 1994).

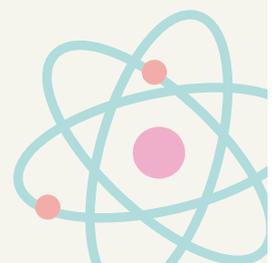




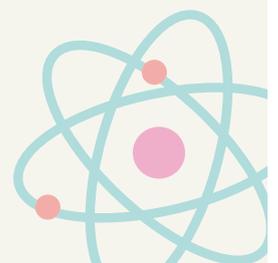
Assim, ao passo que a linguagem se torna a ponte para a interação entre as pessoas, para que ocorra a aprendizagem, essa interação precisa respeitar a chamada zona de desenvolvimento proximal (ZDP), definida como a distância entre aquilo que o sujeito é capaz de realizar sozinho e aquilo que pode realizar com a orientação de um companheiro mais capaz (MOREIRA, 2015). Ou seja, a ZDP representa aquilo que o sujeito não é capaz de resolver sozinho, mas sim com o auxílio de outra pessoa.

Dessa forma, para Vygotsky, o ensino deveria buscar o desenvolvimento do estudante através de aprendizados ocorridos dentro da ZDP e as atividades desenvolvidas em sala de aula devem contemplar os conhecimentos contidos nessa zona, permitindo que o aluno, ao interagir socialmente, mediado por instrumentos e signos, possa internalizar aquilo que sozinho não era capaz.

Dessa forma, “Para Vygotsky, o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento” (MOREIRA, 2015, p. 118). Daí a importância de o ensino ocorrer dentro da ZDP, respeitando a capacidade de aprendizagem mediada, para, a partir desta, atingir um desenvolvimento cognitivo que expanda a zona de desenvolvimento real e desloque a zona de desenvolvimento potencial para níveis mais elevados.



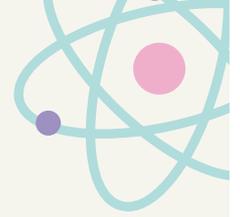
Assim, entende-se que todos os elementos da teoria vygotskyana anteriormente mencionados se constituem e se consolidam na interação social, sendo o elemento central que permite a compreensão dos processos de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo com reflexos perceptíveis na relação entre alunos em sala de aula.



APRENDER ENSINANDO

No contexto do ensino tradicional onde as relações em sala de aula são centradas no professor, metodologias que buscam o protagonismo dos estudantes são alternativas cada vez mais procuradas na tentativa de promover um aprendizado ativo, participativo e eficiente. Nessa busca, ao colocar os estudantes no centro dos processos de ensino, a interação entre os colegas passa a ter um papel fundamental na construção da aprendizagem.

Estratégias de ensino, como a monitoria, ou tutoria, que propõem que estudantes ensinem uns aos outros, não são novidade, sejam como parte das aulas convencionais, ou em programas de reforço escolar, estes modelos costumam colocar um estudante com grande domínio do conteúdo para auxiliar um colega que tenha mais dificuldade. Nesse sentido, tais estratégias têm como objetivo melhorar o aprendizado daquele aluno que está sendo ensinado. No entanto, o aluno que ensina, ao fazer isso, também está realizando uma atividade que pode favorecer sua própria aprendizagem, permitindo que ele aprenda ensinando.

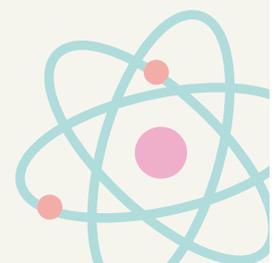


Este efeito da aprendizagem pelo ensino vem sendo tema de estudos que buscam entender suas potencialidades para promover o aprendizado em sala de aula, através de estratégias que priorizam a interação e o envolvimento dos estudantes.

Em um estudo que resgata a evolução dos programas de tutoria e as concepções sobre o aprendizado de ambos os envolvidos, tutor e tutelado, Dillner (1971) analisou uma série de estudos sobre os benefícios de práticas de ensino em que alunos auxiliam outros alunos.

Os resultados demonstram que inicialmente os estudos sobre o tema se preocupavam apenas com a aprendizagem do tutelado e, por consequência, o papel de tutor era exclusividade dos alunos com melhor rendimento escolar. No entanto, com o avançar dos estudos demonstrou-se que mesmo os alunos menos capazes poderiam ser responsáveis pela tutoria, sem que houvesse uma diminuição no aprendizado do tutelado, passando-se a observar a tutoria também como uma oportunidade de desenvolvimento para o tutor. Nos primeiros estudos, a melhoria estava vinculada apenas ao comportamento e a motivação, porém logo comprovou-se, também, as implicações positivas para o aprendizado.

Em síntese, Dillner apontou que atividades de aprendizagem pelo ensino se apresentam como um fator motivacional para o aprendizado tanto do tutor quanto do tutelado.



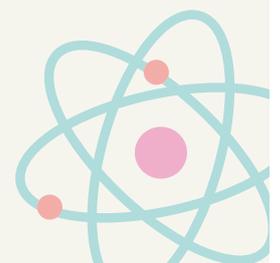


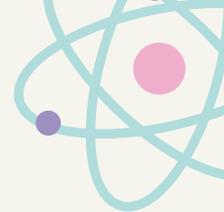
Assim os assuntos com os quais os estudantes possuem menos proximidade, ou não veem motivos para aprender, podem despertar o interesse dos tutores pela vontade de ajudar um colega, enquanto os tutelados motivam-se por aprender a partir de uma linguagem diferente daquela usada nos bancos escolares.

A aprendizagem pelo ensino pode ser analisada a partir de 3 momentos, como fazem Carberry e Ohland (2012) ao estruturar essa abordagem em: preparação, apresentação e avaliação. Duran (2016), por sua vez, divide os 3 momentos em: preparação para ensinar, explicação e feedback.

A preparação representa o momento que ocorre antes da atividade de ensino, quando o tutor se prepara para ensinar, envolvendo a revisão, a preparação do material didático e a identificação dos elementos fundamentais do conteúdo que será apresentado. Quando os alunos estudam para ensinar, eles se esforçam mais do que fariam aprendendo para si mesmos, pois a expectativa de ensinar modifica o processo de aprendizagem, fazendo com que o estudante se esforce mais para selecionar e organizar os elementos relevantes do conteúdo.

A explicação ou apresentação é a etapa em que o tutor verbaliza o conteúdo estudado, dando explicações ao seu aluno, e assumindo uma posição ativa em que ele poderá reorganizar seu conhecimento e reconhecer as áreas onde precisa melhorar (CARBERRY; OHLAND, 2012).

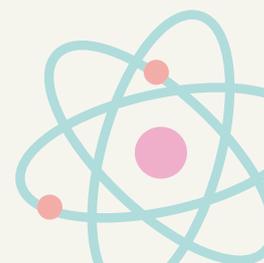




O último momento das propostas apresenta diferenças. Enquanto que para Carberry e Ohland (2012) este momento consiste na avaliação que o tutor faz sobre si e sobre o entendimento de seu aluno como ativadora de um processo reflexivo capaz de facilitar a aprendizagem, Duran (2016) destaca o feedback recebido pelo tutor quanto a sua explicação, gerando uma interação e uma troca de perguntas e respostas que proporciona a organização de conceitos e o raciocínio de alta complexidade.

Diversos estudos baseados no aprendizado pelo ensino demonstram resultados positivos em vários fatores pertinentes à aprendizagem de conhecimentos científicos e ao desenvolvimento de habilidades importantes para os estudantes, como a comunicação, trabalho em equipe, motivação e autoconfiança. Esses resultados positivos, no entanto, dependem de diversos fatores que devem ser levados em conta no desenvolvimento das atividades de ensino. Parece consenso a importância de um treinamento prévio que prepare os estudantes para ensinar, bem como o acompanhamento criterioso do professor, que, além de orientar os alunos, deve tomar cuidado para que conceitos errados ou concepções alternativas não sejam ensinadas por alunos menos preparados.

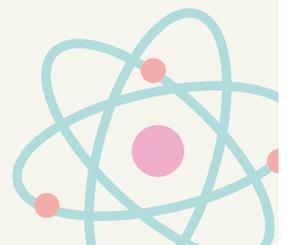
Além disso, em um contexto de ensino que valorize a interação social, o professor deve atuar garantindo a simetria das relações entre os alunos, evitando que apenas alguns estudantes dominem as discussões enquanto outros permanecem calados.



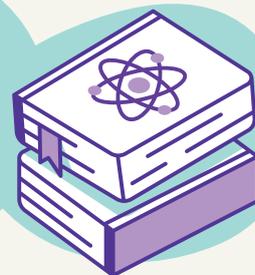


A interação não pode ser um processo unilateral, exigindo a participação ativa de todos em um ambiente colaborativo de aprendizado mútuo. Essa ideia é especialmente significativa para a aprendizagem pelo ensino, pois o professor não pode esperar que a interação entre os alunos ocorra de forma completamente natural. É ele que precisa instigar a comunicação, principalmente se considerarmos a importância para a aprendizagem da etapa onde o tutor recebe feedbacks do aprendiz.

Em síntese, propostas que possibilitam aprender através do ensino estão sendo utilizadas em diferentes contextos escolares e vêm se consolidando com uma estratégia de ensino que proporciona aprendizagens sólidas e duradouras tanto para aqueles que ensinam quanto para os aprendizes. Assim, possuem um grande potencial ao tornar o estudante o centro do processo de ensinar e aprender.



SEQUÊNCIA DIDÁTICA



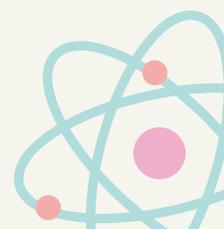
PRIMEIRO ENCONTRO

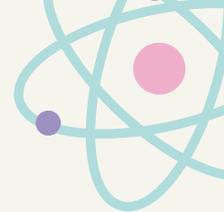
DURAÇÃO ESTIMADA: 1 PERÍODO

DURAÇÃO DO PERÍODO: 45 MIN.

O primeiro encontro será iniciado com a apresentação da proposta de trabalho da sequência didática e de como serão realizadas as atividades no decorrer das aulas, buscando preparar os alunos para exercer a atividade de ensino da melhor forma possível. Essa preparação torna-se importante pois a proposta de ensinar pode ser estranha para muitos dos estudantes, bem como para o professor, sendo este um momento inicial de alinhamento de objetivos e expectativas que pode contribuir positivamente para o bom andamento das aulas.

Assim, o professor deve iniciar uma conversa sobre o que é ensinar, como se aprende e como estes aspectos serão tratados no decorrer das aulas. É importante que o professor deixe claro aos alunos os objetivos das atividades que irão realizar e que os prepare para assumir o papel de tutores. É importante estabelecer as posições e responsabilidades que serão assumidas pelos estudantes, trabalhando a ideia de que o aprendizado do colega não depende apenas do professor, mas também do próprio estudante que estiver o ensinando.

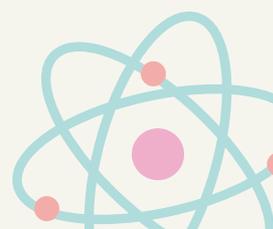


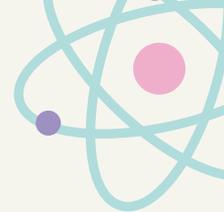


Para estimular a discussão e a interação entre a turma, será disponibilizado um material com pequenos textos e citações (ANEXO 1) que remetem ao ensino e à aprendizagem, de forma a engajar os estudantes na realização das atividades de ensinar e fornecer algumas orientações que os ajudem a ensinar. A leitura destes textos deve ser realizada de forma semelhante ao modelo de Reciprocal Teaching proposto por Palincsar e Brown (1984), buscando sempre o diálogo e a participação ativa dos estudantes.

Neste modelo, propõe-se que inicialmente os alunos leiam em silêncio determinado trecho do texto. Em seguida, Após a leitura de cada trecho, o professor deve escolher um estudante para realizar as seguintes tarefas: resumir o trecho lido, fazer uma pergunta sobre o texto, e solicitar esclarecimento quando necessário. A partir disso, o restante da turma poderá comentar também suas percepções, sendo sempre guiados pelo professor que deve esclarecer as dúvidas e os objetivos de cada texto. Essa atividade, no entanto, deve ser iniciada pelo professor, que realizará as tarefas descritas após a leitura do primeiro trecho, servindo de exemplo para os alunos “imitarem” seu comportamento na sequência.

Os textos sugeridos no Anexo 1 tratam de assuntos pertinentes ao aprendizado pelo ensino, possibilitando a discussão de pontos importantes como o trabalho em equipe, saber ouvir o outro, dialogar, explicar os conteúdos com profundidade e não apenas repetindo o que se leu sem





refletir a respeito e os conhecimentos prévios dos estudantes. A intenção aqui não é discutir as teorias que fundamentam cada texto, mas sim utilizá-los para fomentar o debate em uma tentativa de preparar os alunos para as atividades que serão desenvolvidas na sequência.

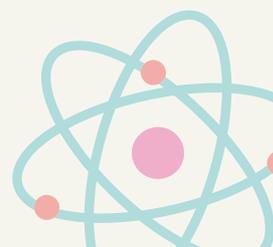


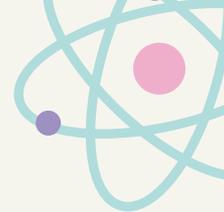
SEGUNDO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 1 PERÍODO

Esta aula tem como principal elemento a criação de materiais educacionais, explorando a preparação para ensinar enquanto etapa favorecedora da aprendizagem. De acordo com Carberry e Ohland (2012, p. 2, tradução nossa), “Ensinar exige uma compreensão básica do material a ser ensinado e um plano para atingir os objetivos de aprendizagem”. Assim, além de estimular o aprendizado através do estudo com expectativa de ensinar, este encontro visa, também, formar subsídios para que os estudantes possam ensinar seus pares de forma mais eficaz.

Inicialmente, o professor deve realizar uma breve exposição, contextualizando e apresentando o conteúdo que será tema da aula.

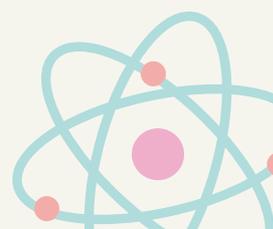




Na sequência, a turma deve ser dividida em dois grupos: Grupo A e Grupo B. Aos alunos do Grupo A será disponibilizado um texto sobre temperatura (ANEXO 2), enquanto que o Grupo B receberá um texto sobre calor (ANEXO 3). Estes textos deverão ser lidos e discutidos pelos grupos que, em seguida, deverão planejar uma explicação/apresentação sobre o que leram para os alunos do grupo oposto. Dessa forma, os alunos do Grupo A devem se preparar para ensinar a seus colegas do Grupo B o que é temperatura. Enquanto estes se preparam para ensinar ao Grupo A o que é calor.

Nesta atividade, os alunos deverão ser provocados a encontrar os pontos centrais e mais importantes do conteúdo estudado, buscando uma maneira de representá-lo de forma simples e compreensível. O professor deve orientar os estudantes a tomar notas das discussões e compor um material que possa auxiliá-los para que a explicação possa ocorrer na aula seguinte, quando o grupo irá trabalhar separadamente.

Como Calor e Temperatura são conceitos que frequentemente se confundem, os textos sugeridos nos Anexos 2 e 3 são complementares, possibilitando que a diferenciação destes termos seja mais efetiva quando os alunos de grupos distintos forem confrontar seus aprendizados. Além disso, o professor pode permitir que, durante a preparação para ensinar, os estudantes consultem outros materiais além do texto principal.



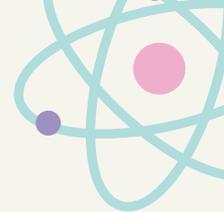


TERCEIRO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 2 PERÍODOS

Após a preparação realizada no encontro anterior, já de posse do material desenvolvido, os alunos seguem para a próxima etapa, onde o ensino efetivamente ocorrerá por meio da explicação aos colegas. Esta etapa do aprendizado pelo ensino exige a articulação do conteúdo estudado por meio da linguagem, buscando uma estrutura explicativa e dialogada capaz de gerar o compartilhamento de signos entre os sujeitos.

Visando a participação ativa de todos os estudantes, deverão ser formadas duplas compostas por um estudante de cada grupo daqueles estabelecido na aula anterior. Em um primeiro momento, dentro das duplas, um dos alunos deve assumir o papel de tutor e explicar aquilo que estudou e preparou para seu colega. O tutor deve ser orientado pelo professor a monitorar a compreensão do colega, questionando frequentemente se ele está entendendo ou se tem dúvidas quanto à sua explicação, estimulando sua participação ativa, não apenas como ouvinte, mas também fazendo perguntas e conversando com o tutor, pois quanto mais interação houver, maiores as possibilidades de aprendizagem para ambos os envolvidos.

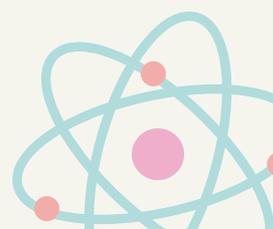


Quando o sujeito que está no papel de aprendiz questiona, ocorre a etapa do feedback, proporcionando ao tutor a oportunidade de analisar o conteúdo sob outras perspectivas que não havia considerado, além de fomentar o diálogo e levantar possíveis dúvidas comuns a ambos os componentes da dupla que, caso persistam, devem ser anotadas para discutir com o professor.

Após concluir a discussão do primeiro assunto, as posições devem ser invertidas, assim, o aprendiz passa a ser o tutor, apresentando sua explicação conforme foi preparada na aula anterior. Esta etapa deverá ocorrer da mesma forma que no primeiro momento da aula.

Ao encerrar as atividades das duplas, o professor deve sistematizar o conteúdo trabalhado, dialogando com a turma toda e discutindo as dúvidas elencadas.

Esta atividade possibilita também o desenvolvimento da autorregulação, pois promove a capacidade do estudante refletir sobre sua compreensão de forma autônoma. No entanto, requer a atenção do professor que deve estimular a participação ativa de todos e garantir a realização das 3 etapas do aprendizado pelo ensino: preparação, explicação e feedback.





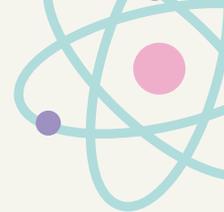
QUARTO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 2 PERÍODOS

Nesta aula serão discutidos os processos de propagação de calor. Para isso, os alunos serão divididos em 3 grupos. Cada grupo deverá pesquisar e preparar uma apresentação breve sobre um dos três processos de propagação (condução, radiação e convecção). A pesquisa pode ser feita em livros didáticos e em meio eletrônico, cabendo ao professor orientar a realização da atividade para garantir a utilização de fontes seguras e confiáveis, estimulando a criticidade dos alunos ao selecionar e avaliar informações.

Em seguida, a cada grupo será proposta uma atividade experimental que exemplifique os fenômenos estudados (ANEXO 4). Esta atividade será apresentada pelo professor unicamente aos alunos do grupo correspondente ao processo de propagação de calor demonstrado, ou seja, o grupo da condução térmica receberá a explicação do professor para o experimento de condução térmica, enquanto os outros grupos verão os experimentos relativos a seus temas.

No momento em que o professor apresentar o experimento ao grupo, ele também deverá instruir os alunos para que, na aula seguinte, possam conduzir os colegas na realização daquela mesma atividade. O professor deve auxiliar na compreensão física dos fenômenos observados,

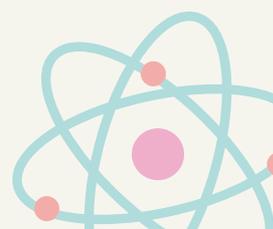


ou seja, na compreensão do conteúdo, na utilização correta dos materiais utilizados e na preparação para realizar aquele experimento explicando aos colegas.

Deve-se enfatizar alguns elementos importantes na realização das atividades experimentais para que, depois, possam ser replicados pelos estudantes: indica-se que antes da realização da atividade experimental os objetivos sejam claramente definidos, que se estimule a formulação de hipóteses, o planejamento e a divisão de tarefas. Ao fim da atividade experimental, é importante, ainda, retomar as hipóteses elaboradas, comparando os resultados com as previsões e buscando identificar possíveis equívocos cometidos.

Para o bom andamento das atividades, sugere-se que o professor realize as explicações de cada experimento em seu respectivo grupo enquanto os demais grupos permanecem trabalhando com a pesquisa e elaboração da explicação para os colegas. Ou seja, o professor explica ao grupo 1 enquanto os grupos 2 e 3 estiverem pesquisando. Em seguida, apresenta ao grupo 2 enquanto o grupo 1 retoma a pesquisa e o grupo 3 segue trabalhando. Por fim, os grupos 1 e 2 seguem pesquisando e o professor explica ao grupo 3.

Neste encontro, a preparação para ensinar é explorada não apenas em relação ao conhecimento teórico, mas também quanto às habilidades procedimentais necessárias à realização de atividades experimentais.





QUINTO ENCONTRO

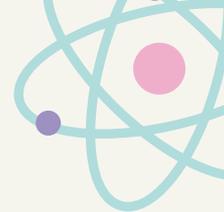
DURAÇÃO ESTIMADA: 2 PERÍODOS

Neste encontro, serão realizadas as três atividades experimentais referentes aos processos de propagação de calor estudados na aula anterior (ANEXO 4).

Para isso, os alunos devem ser divididos em grupos de seis pessoas, sendo duas de cada experimento. Inicialmente o professor disponibilizará aos grupos o experimento que demonstra a condução do calor. Em cada grupo, os dois alunos que já conhecem a atividade serão responsáveis por explicar aos colegas o processo de condução de calor, conforme os estudos realizados anteriormente. Em seguida, estes alunos deverão orientar a realização do experimento pelos colegas, buscando que eles realizem algumas etapas importantes destacadas na orientação do professor, como a formulação de hipóteses, o planejamento e a divisão de tarefas.

Na sequência, o segundo experimento, referente à convecção, será entregue aos grupos, passando o papel de tutores aos estudantes responsáveis pelo tema. As atividades devem seguir da mesma forma que no experimento anterior.

Assim como no último experimento, a ser entregue na sequência sob a tutoria dos alunos responsáveis pela radiação térmica.



Ao professor cabe a tarefa de percorrer os grupos e monitorar o trabalho dos tutores, garantindo a utilização correta dos equipamentos e a qualidade das explicações e indagações. Além disso, após cada experimento, o professor deve discutir com a turma os resultados obtidos pelos grupos buscando que todos compartilhem da mesma compreensão acerca da atividade.

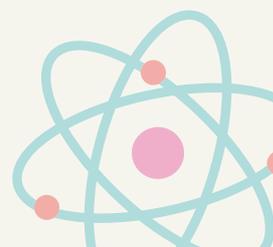


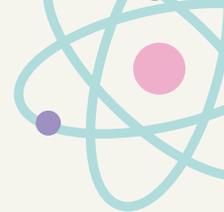
SEXTO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 1 PERÍODO

Este encontro será destinado à resolução de problemas relativos aos conteúdos vistos anteriormente. Para isso, os estudantes deverão trabalhar em conjunto, formando duplas ou trios. Nesta atividade, o objetivo é que os estudantes possam interagir entre si, sem que haja uma distinção entre tutor e aprendiz, enquanto que a atividade de ensino ainda ocorre, de forma indireta, através das explicações dentro do grupo de trabalho, contemplando as etapas de explicação e feedback.

A lista de exercícios (ANEXO 5) que deverá ser entregue pelo professor contém problemas abertos que promovem o diálogo e cujas respostas precisam ser discutidas no grupo,

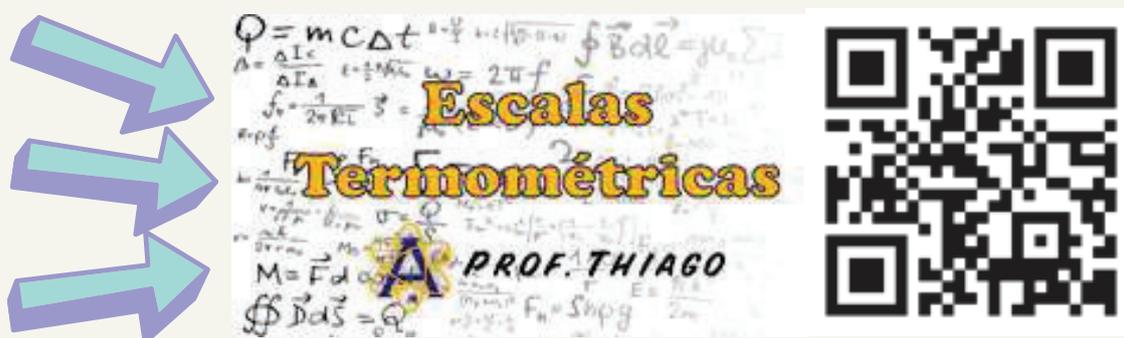




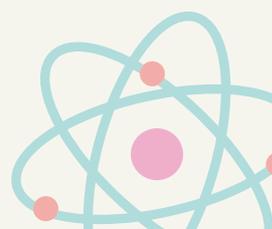
buscando o consenso. Cabe ao professor monitorar a atividade e estimular a participação de todos os estudantes.

Destaca-se o fato de que nas aulas anteriores diversos grupos distintos foram formados. Dessa forma, os grupos criados nesta aula podem ser compostos por alunos que, em momentos anteriores, participaram das atividades em grupos diferentes e, portanto, tiveram experiências diferentes, o que pode favorecer o diálogo e a participação ativa de grande parte dos estudantes.

Ao fim da aula, o professor deverá solicitar a alguns alunos que assistam para a próxima aula, ao vídeo <https://youtu.be/IKIhHPBei9c> sobre escalas termométricas.



A escolha de quais alunos realizarão esta atividade fica a critério do professor, observando que no decorrer do ano letivo possa envolver todos os alunos, fazendo um rodízio entre eles, de modo que todos tenham a possibilidade de contribuir em ao menos um momento ou atividade futura.





SÉTIMO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 1 PERÍODO

Este encontro tem objetivo de promover a compreensão das principais escalas de temperatura utilizadas em diferentes regiões e situações, bem como, entender as relações entre as escalas e o processo de conversão de unidades de medida de temperatura. Serão destacadas as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Inicialmente, o professor deverá solicitar aos estudantes que assistiram ao vídeo recomendado na aula anterior para que expliquem seu conteúdo para a turma. Essa explicação deve ser acompanhada e auxiliada pelo professor, que complementar as informações trazidas pelos alunos e promoverá a participação dos demais.

Na sequência, o professor deve explicar como é feita a conversão de medidas de temperatura entre escalas estudadas. Neste momento, mesmo sem a participação direta dos alunos, a interação e o diálogo devem sempre ser buscados, garantindo o espaço de fala dos alunos.

Serão propostos alguns exemplos de atividades de conversão, onde os estudantes serão convidados a executar a resolução no quadro, com a ajuda do professor, e mais alguns problemas serão postos para que os alunos resolvam em casa (ANEXO 6).



OITAVO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 1 PERÍODO

Neste encontro, serão retomadas as atividades da aula anterior, bem como aquelas que foram realizadas em casa. Como forma de realizar a correção das atividades e de promover a interação, serão formadas duplas para que os alunos possam avaliar as respostas dos colegas e compará-las com as suas, podendo, assim, identificar suas principais dúvidas e dificuldades.

Após deixar um tempo para que os estudantes trabalhem nas duplas, a correção deve ser dirigida pelo professor, permitindo que, entre uma questão e outra, os estudantes tenham tempo para dialogar entre si. Espera-se, com esse formato, favorecer as etapas de explicação e feedback, trazendo ainda a possibilidade de observar a forma com que o outro trabalha, utilizando os problemas como mediadores da interação entre os alunos.



NONO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 2 PERÍODOS

Esta aula busca trazer as experiências dos estudantes para a discussão, observando o conteúdo estudado de forma geral e preparando-os para o estudo de pontos específicos da dilatação: a dilatação linear, dilatação superficial, e dilatação volumétrica.

No primeiro momento, o professor deve estabelecer um diálogo com a turma a respeito da dilatação térmica. Esse diálogo tem a intenção de contextualizar e buscar exemplos de dilatação no cotidiano dos estudantes. Devem ser abordadas questões relativas à estrutura da matéria, buscando desenvolver a compreensão de como a variação de temperatura afeta o espaçamento entre os átomos e, assim, provoca o fenômeno da dilatação. No entanto, recomenda-se que o professor não entre em detalhes quanto às dimensões dos corpos, deixando este assunto para ser discutido pelos os alunos na aula seguinte.

Em um segundo momento, os estudantes devem ser divididos em 3 grupos, tendo a tarefa de se preparar para ensinar uma das formas de dilatação: linear, superficial e volumétrica. Cada grupo deverá pesquisar sobre seu tema, buscando novos exemplos e desenvolvendo uma forma de explicar o conteúdo para os colegas. Novamente, o professor é responsável por assegurar a qualidade dos materiais e fontes de pesquisa.



DÉCIMO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 2 PERÍODOS

As etapas de explicação e feedback serão desenvolvidas nessa aula, tendo início com a divisão dos estudantes em trios, compostos por representantes dos 3 grupos formados na aula anterior, assim, cada componente do trio terá se preparado em relação a uma das formas de dilatação estudadas.

Os alunos devem explicar seus temas aos colegas, buscando identificar similaridades e diferenças entre estes. Além da explicação do conteúdo teórico, os trios deverão, em conjunto, construir as equações da dilatação, compreendendo os coeficientes de dilatação específicos de cada situação, as relações matemáticas, as variáveis envolvidas e quando usar cada equação. Para isso, o professor deve orientar os grupos para que cada componente tenha sua oportunidade de falar e apresentar seus estudos, bem como de debater e participar da construção de conhecimento do grupo.

Em seguida, o professor disponibilizará uma lista de problemas (ANEXO 7), que devem ser resolvidos em conjunto pelo grupo, a partir das discussões realizadas até este momento.

Ao fim, alguns alunos serão convidados a realizar a correção no quadro, assim, esta atividade permite aos estudantes mais uma oportunidade de exercitar a etapa da explicação. O professor, nesse momento, terá a função de avaliar a qualidade das respostas e complementar as explicações.



DÉCIMO PRIMEIRO ENCONTRO

DURAÇÃO ESTIMADA: 2 PERÍODOS

Neste último encontro, como atividade de encerramento e retomada dos assuntos trabalhados durante toda a sequência didática, os estudantes deverão produzir um resumo do conteúdo trabalhado, podendo ser no formato de vídeo ou podcast. Assim, deverão planejar o roteiro, retomando os conhecimentos e elencando os principais conceitos e relações estudados, pensar na melhor maneira de organizar e ordenar os conteúdos e em como apresentá-los de forma simples e compreensível.

Os vídeos ou podcasts podem ser feitos em grupos de 4 estudantes, buscando que todos os componentes do grupo participem tanto da produção quanto da gravação. Os materiais finalizados devem ser enviados ao professor após a aula, guardando o tempo para eventuais edições necessárias.

O professor será responsável por avaliar a qualidade do conteúdo e orientar os grupos na produção e gravação.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. Física ensino médio Volume 2. São Paulo: ed. Scipione, 2006.

CARBERRY, Adam R.; OHLAND, Matthew W. A Review of Learning-by-Teaching for Engineering Educators. *Advances in Engineering Education*, V. 3, n. 2, 2012.

DAVIS, Cláudia; SILVA, Maria Alice Setubal; ESPOSITO, Yara L. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. *Caderno de Pesquisa*. v. 71, p. 49-54, 1989.

DILLNER, Martha. Tutoring by Students: Who Benefits? *Research Bulletin*, V. 7 n. 1-2, 1971.

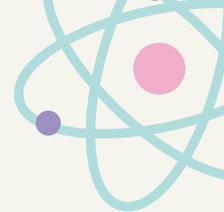
DURAN, David. Learning-by-teaching. Evidence and implications as a pedagogical mechanism. *Innovations in education and teaching international*, 2016.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LEÃO, Núbia Maria de Menezes; KALHIL, Josefina Barrera. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 9, n. 4, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

PALINCSAR, Annemarie Sullivan; BROWN, Ann L. Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, n. 1, v. 2, p. 117–175, 1984.



PINO, Angel. A Psicologia Concreta em Vigotski. Contribuições para a Educação. Psicologia da Educação, São Paulo, n. 7/8, p. 29-52, 1999.

REGO, Teresa C. Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

ROSA, Álvaro Becker da; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; DARROZ, Luiz Marcelo. Física: Fluidos e Calor. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

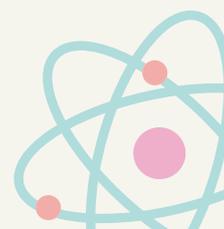
SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo Carneiro; SPINELLI, Walter. Conexões com a Física. Vol. 2. São Paulo: Moderna, 2010.

SOUZA, Solange J. Infância e Linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin. Campinas, São Paulo: Papirus, 1994.

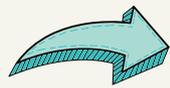
VYGOTSKI, Lev S. A formação social da mente. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, Lev S. Pensamento e linguagem. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio, vol. 2: termologia, óptica, ondulatória. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.



SOBRE OS AUTORES



Jean Carlos Nicolodi:

Licenciado em Física pela UPF e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo.



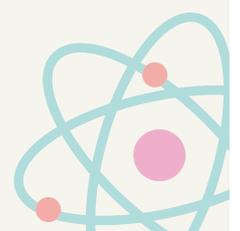
Luiz Marcelo Darroz:

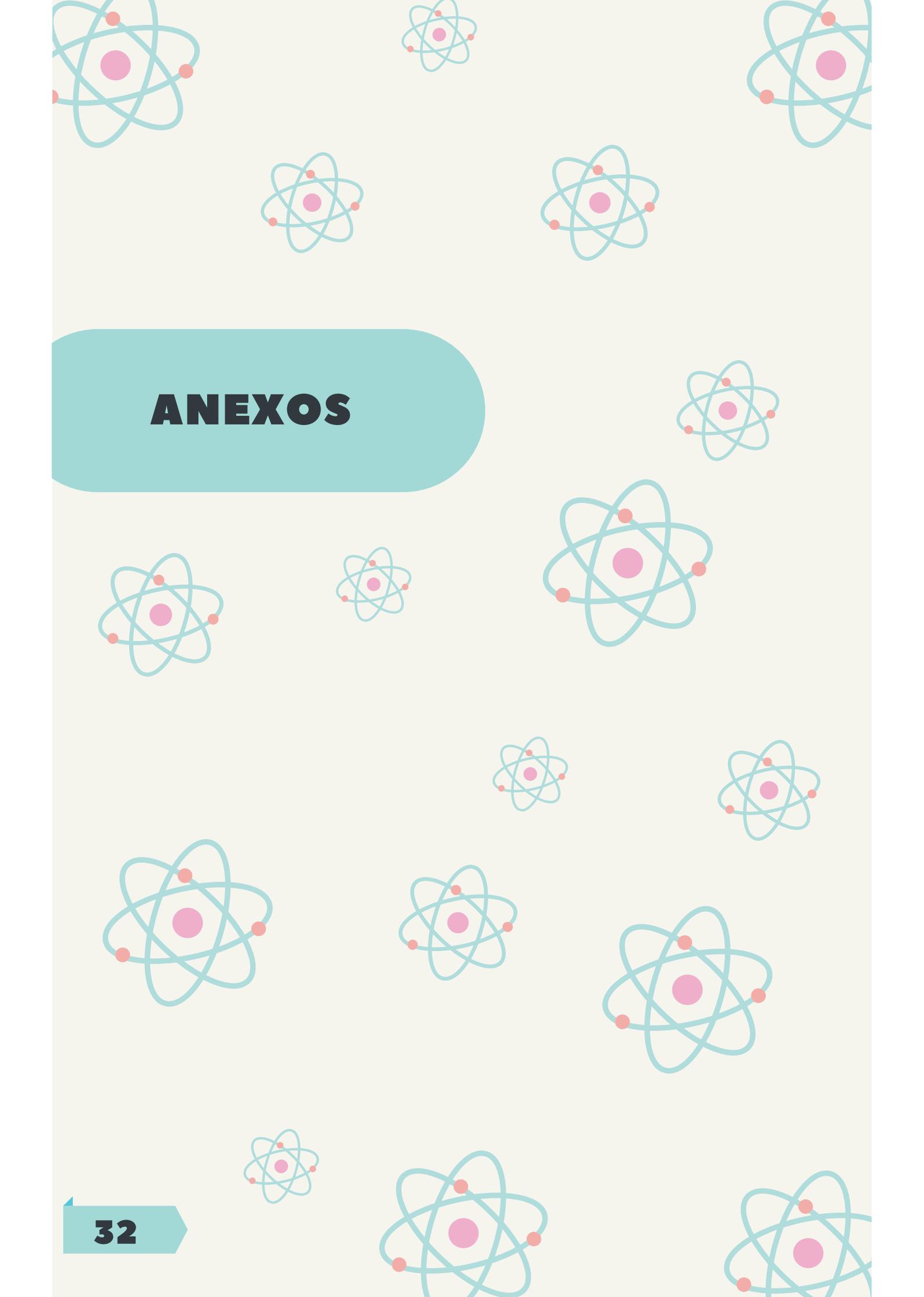
Docente do Curso de Física (LP) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo. Licenciado em Matemática pela UPF. Licenciado em Física pela UFSM. Especialista em Física pela UPF. Mestre em Ensino de Física pela UFRGS. Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



Cleci Teresinha Werner da Rosa:

Docente do Curso de Física (LP), do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação, ambos na Universidade de Passo Fundo. Licenciada em Matemática/Física pela UPF. Especialista em Educação Matemática e em Ensino de Física pela UPF. Mestre em Educação pela UPF. Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-doutora pela Universidad de Burgos – España.



The page is decorated with a repeating pattern of stylized atomic symbols. Each symbol consists of a central pink circle representing the nucleus, surrounded by three intersecting light blue elliptical orbits. Small red dots are placed at the points where the orbits cross, representing electrons. The symbols are scattered across the page in various sizes and orientations.

ANEXOS

ANEXO 1- TEXTOS E CITAÇÕES PARA O PRIMEIRO ENCONTRO.

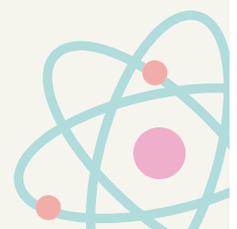


[...] quem ensina aprende ao ensinar. E quem aprende ensina ao aprender (FREIRE, 1996, p. 23).

[...] Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção (FREIRE, 1996, p. 27).

Se, na verdade, o sonho que nos anima é democrático e solidário, não é falando dos outros, de cima para baixo, sobretudo, como se fôssemos os portadores da verdade a ser transmitida aos demais, que aprendemos a escutar, mas é escutando que aprendemos a falar com eles. Somente quem escuta paciente e criticamente o outro, fala com ele, mesmo que, em certas condições, precise de falar a ele. (FREIRE, 1996, p. 71).

Escutar é obviamente algo que vai mais além da possibilidade auditiva de cada um. Escutar, no sentido aqui discutido, significa a disponibilidade permanente por parte do sujeito que escuta para a abertura à fala do outro, ao gesto do outro, às diferenças do outro. Isto não quer dizer, evidentemente, que escutar exija de quem realmente escuta sua redução ao outro que fala. Isto não seria escuta, mas auto-anulação. A verdadeira escuta não diminui em mim, em nada, a capacidade de exercer o direito de discordar, de me opor, de me posicionar. Pelo contrário, é escutando bem que me preparo para melhor me colocar ou melhor me situar do ponto de vista das ideias.



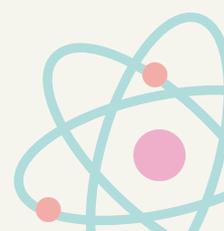


Como sujeito que se dá ao discurso do outro, sem preconceitos, o bom escutador fala e diz de sua posição com desenvoltura. Precisamente porque escuta, sua fala discordante, em sendo afirmativa, porque escuta, jamais é autoritária (FREIRE, 1996, p. 75).

[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (AUSUBEL apud MOREIRA, 2015, p. 171).

As concepções alternativas também conhecidas como concepções espontâneas são entendidas como os conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais e que muitas vezes não estão de acordo com os conceitos científicos, com as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem.

Uma das inquietações dos professores é que seus alunos adquiram conhecimento científico e que consigam assimilar esse conhecimento com os fenômenos que acontecem no cotidiano (LEÃO; KALHIL, 2015, p. 3).



ANEXO 2- TEXTO SOBRE TEMPERATURA



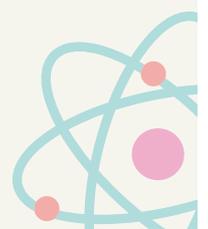
TEMPERATURA

Usando o nosso tato, podemos perceber, entre dois corpos, qual é o mais quente e qual é o mais frio, isto é, sabemos reconhecer qual dos dois tem temperatura mais elevada. Em outras palavras, a temperatura de um corpo é uma propriedade que está relacionada com o fato de o corpo estar mais quente ou mais frio.

Suponha que tivéssemos dois corpos, com temperaturas diferentes, um em contato com o outro e isolados de influências externas. Você poderia verificar que o corpo mais quente iria se esfriando, enquanto o mais frio iria se aquecendo. Depois de um certo tempo, você perceberia, usando o seu tato, que os corpos atingiram uma mesma temperatura. A partir deste momento, as temperaturas dos corpos não sofrerão alterações, isto é, eles atingiram uma situação final, denominada estado de equilíbrio térmico.

Dois (ou mais) corpos, colocados em contato e isolados de influências externas, tendem para um estado final, denominado estado de equilíbrio térmico, que é caracterizado por uma uniformidade na temperatura dos corpos.

A comparação das temperaturas dos corpos através de nosso tato nos fornece apenas uma ideia qualitativa dessas temperaturas. Para que a temperatura possa ser considerada uma grandeza física, é necessário que saibamos medi-la, de modo que tenhamos um conceito quantitativo desta grandeza.





Como você já sabe, esta medida da temperatura é feita com os termômetros. Existem vários tipos de termômetros, cada um deles utilizando a variação de uma certa grandeza, provocada por uma variação da temperatura. Assim, temos termômetros que são construídos baseando-se nas variações que a temperatura provoca no comprimento de uma haste metálica, no volume de um gás, na resistência elétrica de um material, na cor de um sólido muito aquecido etc.

É possível que você já tenha ouvido algumas pessoas dizerem que “temperatura é uma medida do calor do corpo”. Esta afirmativa, entretanto, não é correta. Como você viu, a temperatura é um número usado para traduzir o estado de quente ou frio de um corpo. A expressão do calor do corpo não tem significado físico.

Uma maneira correta de conceituar a temperatura seria dizer que ela é uma medida da maior ou menor agitação das moléculas ou átomos que constituem o corpo. Quanto maior for a temperatura de um gás, maior será a energia cinética de suas moléculas. Da mesma forma, quando a temperatura de um gás diminui, a agitação de suas moléculas torna-se menor e o zero absoluto corresponderia a uma situação de energia cinética mínima dos átomos e moléculas do corpo.

Texto adaptado de ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. Física ensino médio Volume 2. São Paulo: ed. Scipione, 2006. p. 45–49.



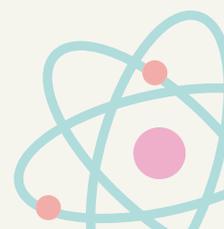
ANEXO 3 - TEXTO SOBRE CALOR



CALOR

Quando analisamos o conceito de equilíbrio térmico, vimos que, se dois corpos a temperaturas diferentes são colocados em contato, eles atingem, após um certo tempo, uma mesma temperatura. Até o início do século passado, os cientistas explicavam este fato supondo que todos os corpos continham, em seu interior, uma substância fluida, invisível, de peso desprezível, que era denominada calórico. Quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a quantidade de calórico em seu interior. De acordo com este modelo, quando dois corpos, a temperaturas diferentes, eram colocados em contato, haveria passagem de calórico do corpo mais quente para o mais frio, acarretando uma diminuição na temperatura do primeiro e um aumento na temperatura do segundo corpo. Quando os corpos atingiam a mesma temperatura, o fluxo de calórico era interrompido e eles permaneciam, a partir daquele instante, em equilíbrio térmico.

Apesar de esta teoria ser capaz de explicar satisfatoriamente um grande número de fenômenos, alguns físicos mostravam-se insatisfeitos em relação a certos aspectos fundamentais da ideia do calórico e tentaram substituí-la por outra, mais adequada, na qual o calor é considerado como uma forma de energia.

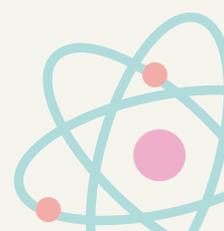




A ideia de que o calor é energia foi introduzida por Rumford, um engenheiro militar que, em 1798, trabalhava na perfuração de canos de canhão. Observando o aquecimento das peças ao serem perfuradas, Rumford teve a ideia de atribuir este aquecimento ao trabalho que era realizado contra o atrito, na perfuração. Em outras palavras, a energia empregada na realização daquele trabalho era transferida para as peças, provocando uma elevação em suas temperaturas. Portanto, a antiga ideia de que um corpo mais aquecido possui maior quantidade de calórico começava a ser substituída pela ideia de que este corpo possui, realmente, maior quantidade de energia em seu interior.

A divulgação destas ideias provocou muitas discussões entre os cientistas do século passado. Alguns deles realizaram experiências que vieram confirmar as suposições de Rumford. Entre estes cientistas, devemos destacar James P. Joule (1818-1889), cujas célebres experiências acabaram por estabelecer, definitivamente, que o calor é uma forma de energia.

Modernamente, considera-se que, quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia que ele possui em seu interior, denominada energia interna, também aumenta. Se este corpo é colocado em contato com outro, de temperatura mais baixa, haverá transferência de energia do primeiro para o segundo, energia esta que é denominada calor.





Portanto, o conceito moderno de calor é o seguinte:

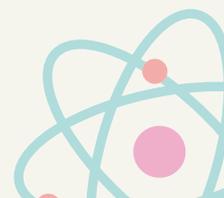
Calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles.

Deve-se observar que o termo calor só deve ser usado para designar a energia em trânsito, isto é, enquanto ela está sendo transferida de um corpo para outro, em virtude de uma diferença de temperatura. A transferência de calor para um corpo acarreta um aumento na energia de agitação de seus átomos e moléculas, ou seja, acarreta um aumento da energia interna do corpo o que, em geral, provoca uma elevação em sua temperatura. Não se pode, portanto, dizer que "um corpo possui calor" ou que "a temperatura é uma medida do calor no corpo". Na realidade, o que um corpo possui é energia interna e quanto maior for a sua temperatura, maior será esta energia interna. Naturalmente, se um corpo está a uma temperatura mais elevada do que outro, ele pode transferir parte de sua energia interna para este outro. Esta energia transferida é o calor que está passando de um corpo para o outro.

É importante observar, ainda, que a energia interna de um corpo pode aumentar sem que o corpo receba calor, desde que receba alguma outra forma de energia.

Quando, por exemplo, agitamos uma garrafa contendo água, sua temperatura se eleva, apesar de a água não ter recebido calor. O aumento de energia interna, neste caso, ocorreu em virtude da transferência da energia mecânica à água, ao realizarmos o trabalho de agitar a garrafa.

Texto adaptado de ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. Física ensino médio Volume 2. São Paulo: ed. Scipione, 2006. p. 105–106.



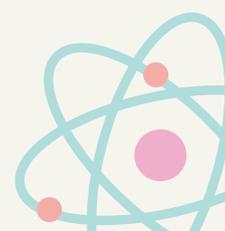
ANEXO 4- ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PROPOSTAS



Atividades experimentais de propagação de calor

Condução térmica: Utilizando um aparato construído com três barras metálicas, de mesmas dimensões e diferentes materiais, unidas em uma das extremidades, coloca-se nas extremidades opostas, a igual distância do ponto de união, pequenos pedaços de parafina (vela). Com o auxílio de uma chama, aquece-se o ponto onde as barras se unem. Com o tempo será possível perceber, pelo derretimento da parafina, o aquecimento desigual entre as barras. Observando as características dos materiais compreende-se que a condução de calor ocorre mais rapidamente naqueles com maior condutibilidade térmica. Acrescentando mais parafina em diferentes pontos das barras pode-se observar, também, a temperatura aumentando mais rapidamente quanto menor a distância da chama, fonte de calor, ficando evidente a propagação de calor, molécula a molécula, por contato.

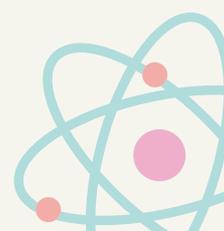
Convecção térmica: Utiliza-se para esse experimento dois copos com água. Um deles será aquecido e levará um corante vermelho. O outro será resfriado e tingido com corante azul. Com a ajuda de uma folha de papel, os copos são postos um acima do outro, mantendo aquele com a água quente por baixo. Retira-se lentamente a folha, permitindo o fluxo da água entre os copos.





Com isso será possível perceber que a água quente, menos densa, irá subir e em pouco tempo estará na parte de cima do conjunto, enquanto a água fria, mais densa, estará na parte de baixo. Será visível também a mistura dos dois líquidos na parte central, evidenciando a troca de calor gerada pelo movimento das massas de água.

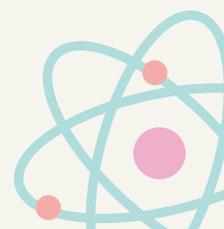
Irradiação térmica: Utiliza-se duas latas de refrigerante pintadas com tintas preta e branca. À mesma distância das duas latas posiciona-se uma lâmpada incandescente. Para verificar o aumento de temperatura causado pela irradiação, coloca-se em cada lata um termômetro, anotando, em intervalos de tempo fixos, suas temperaturas. Será possível constatar a maior absorção de radiação na lata preta, evidenciando o processo de propagação de calor por irradiação térmica.



ANEXO 5 - EXERCÍCIOS SOBRE PROPAGAÇÃO DE CALOR.

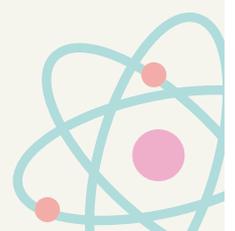


- **1** – Em um dia de altas temperaturas, porque é incorreto dizer “estou com calor”?
- **2** – Ao comparar dois corpos quaisquer, o corpo que possui maior energia térmica irá apresentar também a maior temperatura?
- **3** – (SANT’ANNA et al., 2010, p. 29) Em um dia de frio de inverno Andrea desloca-se da sala de estar para o banheiro. Ela está descalça e, ao pisar no piso de ladrilhos do banheiro, sente nos pés um “frio” mais intenso do que sentiu ao pisar no chão de madeira da sala. Explique porque a Andrea tem esse tipo de sensação, dado que todos os ambientes da sua casa estão à mesma temperatura
- **4** – (SANT’ANNA et al., 2010, p. 27) Há prateleiras de refrigeradores que não são feitas de placas inteiras, mas de grades. Para o bom funcionamento da geladeira também não é conveniente preencher totalmente os espaços disponíveis nas prateleiras. Por que o congelador da maior parte das geladeiras localiza-se na parte superior desses eletrodomésticos e qual é a relação existente entre a posição escolhida para o congelador e a forma de distribuir os alimentos dentro do refrigerador?





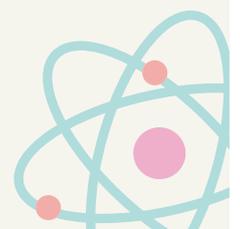
- **5** – (SANT'ANNA et al., 2010, p. 29) A existência da vida em nosso planeta depende, entre outros fatores, da transferência de calor entre o Sol e a Terra. A energia térmica proveniente do Sol está relacionada às reações de fusão nuclear em seu interior, e sua propagação até a Terra se dá por meio de ondas eletromagnéticas. Colocando-se uma jarra metálica contendo água ao Sol, observa-se um aumento da temperatura tanto da água quanto da jarra, pois há trocas de calor entre água, jarra e ambiente externo aquecido pelo Sol.
- **a)** A transferência de calor do Sol para a Terra se dá por condução, convecção ou radiação térmica?
- **b)** As temperaturas da água e da jarra sobem continuamente, enquanto elas absorvem a energia térmica proveniente do sol, ou existe um limite para a temperatura do conjunto jarra-água? Justifique sua resposta.

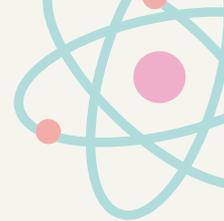


ANEXO 6 - EXERCÍCIOS SOBRE ESCALAS TERMOMÉTRICAS.

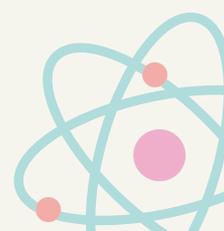


- **1** – Converta
 - a) 25°C em K
 - b) 37°C em $^{\circ}\text{F}$
 - c) 283K em $^{\circ}\text{F}$
 - d) 540°F em $^{\circ}\text{C}$
- **2** – Qual a temperatura absoluta equivalente a 50°F ?
- **3** – Para qual valor de temperatura, as escalas Celsius e Fahrenheit apresentam a mesma leitura?
- **4** – (SANT'ANNA et al., 2010, p. 40) Na parede de uma sala de aula de uma escola brasileira, são colocados dois termômetros graduados nas escalas Celsius e Fahrenheit. Numericamente, qual deles apresentará maior leitura? Justifique sua resposta.
- **5** – (SANT'ANNA et al., 2010, p. 40) Dois termômetros de mercúrio, idênticos, um deles graduado na escala Celsius e o outro na escala Fahrenheit, estão sendo usados para medir a temperatura do mesmo líquido. A altura da coluna de mercúrio que indica essa temperatura no termômetro Celsius é maior, menor, ou igual à altura correspondente no termômetro Fahrenheit? Justifique.





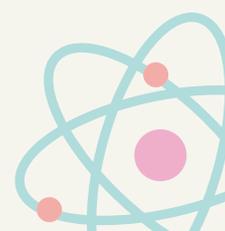
- **6** – (SANT'ANNA et al., 2010, p. 40) O físico francês René de Reamur (1683 – 1757) provavelmente foi o primeiro a perceber que a fusão do gelo e a ebulição da água eram fenômenos de fácil reprodução e, portanto, adequados ao papel de pontos fixos. Em sua escala, Reamur adotou $0\text{ }^{\circ}\text{R}$ para o gelo fundente e $80\text{ }^{\circ}\text{R}$ para a temperatura da água em ebulição.
 - a) Qual a equação que estabelece uma relação entre as escalas termométricas Celsius e Reamur?
 - b) Um corpo sofre uma variação de temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{R}$. Qual o valor dessa variação em graus Celsius?
 - c) Qual a temperatura, em graus Reamur, equivalente a 473 K ?



ANEXO 7 - EXERCÍCIOS SOBRE DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS.

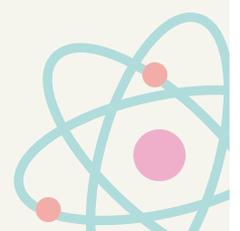


- **1** – (SANT’ANNA et al., 2010, p. 53) Os trilhos de uma ferrovia são assentados com pequenos espaços vazios entre si para evitar deformações e rompimentos caso a temperatura aumente. Qual é o coeficiente de dilatação linear da substância que compõe um trilho de comprimento inicial de 1m que, sob variação de 10°C , tem seu comprimento aumentado em 0,01cm?
- **2** – (ROSA; ROSA; DARROZ, 2014, p. 59) Um estudante afirma que: “Os termômetros são inúteis, porque sempre medem a sua própria temperatura”. Com base nos seus conhecimentos de Termometria, o que você pode concluir da afirmação?
- **3** – (ROSA; ROSA; DARROZ, 2014, p. 60) Por que, às vezes, se consegue soltar tampas metálicas rosqueadas em recipientes de vidro mergulhando-as em água quente?
- **4** – (SANT’ANNA et al., 2010, p. 59) Uma chapa de zinco ($\alpha_{\text{zinco}} = 26 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) de forma retangular tem 60cm de comprimento e 40 cm de largura à temperatura de 20°C . Supondo que a chapa foi aquecida até 120°C , calcule a dilatação superficial por ela sofrida.





- **5** – (ROSA; ROSA; DARROZ, 2014, p. 60) Com uma barra metálica, quer-se medir a temperatura de um forno. Para isso, coloca-se a barra a uma temperatura inicial de 30°C no forno. Após certo tempo, retira-se a barra do forno e verifica-se que a dilatação sofrida equivale a 1,2% do seu comprimento inicial. Considerando o $\alpha_{\text{metal}} = 11 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, determine a temperatura do forno no instante em que foi retirada.
- **6** – (SANT'ANNA et al., 2010, p. 59) Em uma placa de alumínio é feito um orifício circular para ser inserido um parafuso também composto por alumínio. À temperatura ambiente, o parafuso tem folga em relação ao orifício. O que acontece com a folga existente entre os dois corpos quando o conjunto é resfriado? E quando o conjunto é aquecido?





PPGECM

Programa de Pós-Graduação em Ensino
de Ciências e Matemática

Instituto de Ciências Exatas e Geociências - Iceg

APRENDER ENSINANDO: PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO

Jean Carlos Nicolodi
Luiz Marcelo Darroz
Cleci Teresinha Werner da Rosa

2020