



PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (2021/1)

Prática na Escola

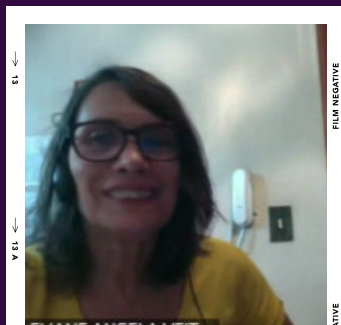
Aproximação entre escola pública e
universidade através do diálogo com
docentes da rede básica

COLETÂNEA DE TEXTOS PRODUZIDOS POR ESTUDANTES
DE LICENCIATURA EM FÍSICA NA UFRGS



Pesquisa em Ensino de Física

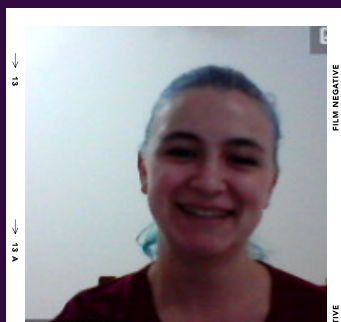
Turma 2021/1



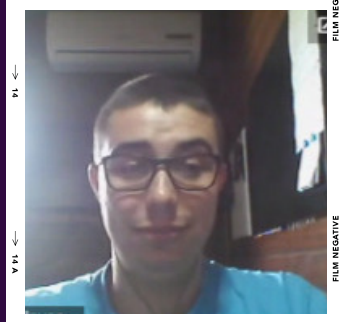
Eliane Veit



Camila Collares



Lara Wirti



Gabriel Neves



William Geib

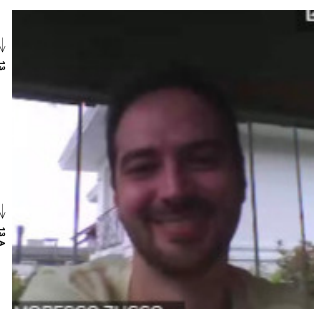
Andriely Mengue



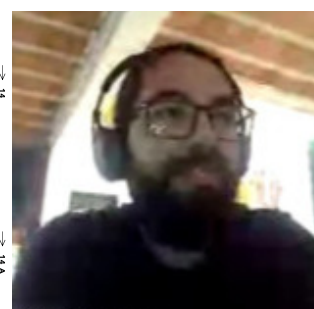
Lislaine Carvalho



Afonso Zucco



Júlio Lucero



SUMÁRIO

Apresentação	3
Como um Foguete: sem mais, nem porquê!	
<i>Afonso Moresco Zucco</i>	4
1. Introdução	4
2. Escutando à professora	4
3. Estudos Anteriores	6
4. Referencial Teórico e Metodológico	7
5. Ensaio de Proposta de Solução	9
6. Comentários Finais	11
Referências	12
Atividades práticas de óptica para o Ensino Médio	
<i>Andriely Fontoura Mengue</i>	18
1. Introdução	18
2. Dando voz ao professor	18
3. Estudos Anteriores	19
4. Embasamento Teórico e Metodologia	20
5. Ensaio de Proposta de Solução	20
6. Considerações finais	24
Referências	25
Uma proposta de experimento de baixo custo sobre fluxo de calor utilizando o método POE, possibilidade de construção de um laboratório em uma Escola Estadual de Ensino Básico	
<i>Gabriel Justo das Neves</i>	28
1. Introdução	28
2. Dando voz à professora	28
3. Estudos anteriores	29
4. Embasamento teórico	31
5. Ensaio de proposta de solução	31
6. Considerações finais	34
Referências	34
Termodinâmica no Ensino Médio: experimentos de baixo custo utilizando o método Predizer, Observar, Explicar (POE)	
<i>Júlio César Lucero</i>	39
1. Introdução	39
2. Dando voz ao professor	39

3. Estudos anteriores	40
4. Embasamento teórico/epistemológico	44
5. Ensaio de proposta de solução	44
6. Comentários finais	45
Referências	46

Práticas docentes para a promoção da alfabetização científica com base no ensino por investigação e na argumentação científica

<i>Lara Edith Wirti</i>	51
1. Introdução	51
2. Dando voz ao professor	51
3. Estudos anteriores	53
4. Referenciais teóricos e metodológicos adotados	54
5. Ensaio de proposta de solução	56
6. Comentários finais	57
Referências	58

Uma proposta de ensino por investigação envolvendo calor e temperatura

<i>Lislaine Thais Wurzel Carvalho</i>	66
1. Introdução	66
2. Dando voz à professora	66
3. Estudos anteriores	67
4. Embasamento teórico/epistemológico	69
5. Ensaio de proposta de solução	69
6. Comentários finais	73
Referências	73

Proposta de Ensino de Física para alunos com deficiência intelectual

<i>William Geib</i>	80
1. Introdução	80
2. Dando voz ao professor	80
3. Estudos anteriores	81
4. Referencial teórico	82
5 Ensaio de proposta	85
6. Considerações finais	87
Referências	88

Apresentação

A disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é obrigatória para o curso de licenciatura em física e almeja, através de Prática na Escola honrar o compromisso social da universidade pública com a comunidade externa a seus muros.

Nela, estudantes mapeiam anseios de docentes de escolas básicas do Rio Grande do Sul, de modo a propor caminhos para minimizar as angústias enfrentadas por esses profissionais em sua prática em sala de aula. A busca por estes caminhos se dá simulando, muito simplificada, práticas das atividades de pesquisa em ensino de física, buscando referencial teórico adequado para a situação, trabalhos anteriores na temática identificada, etc.

Nas páginas que seguem são apresentados trabalhos produzidos por sete estudantes de licenciatura, que constituíram a turma dessa disciplina no primeiro semestre de 2021. Cada capítulo contém o trabalho desenvolvido por um desses sete estudantes.

Como um Foguete: sem mais, nem porquê!

Afonso Moresco Zucco

1. Introdução

O ensino de física voltado para o Ensino Médio tem diversas características e questões uma delas é a distância entre os trabalhos desenvolvidos nas Universidades em relação às Escolas. Tal distanciamento é histórico, porém tem se acentuado devido à estrutura de trabalho em ambos os ambientes educacionais como apontado por Harres, Wolffenbuttel e Delord (2013, p. 368). A carga horária exigida para professores de escolas de nível básico, em especial o ensino público, leva ao esgotamento de condições para que esses profissionais se sintam motivados a manterem vínculos com Instituições de Ensino Superior (IES) fora do horário de trabalho; algo semelhante ocorre com pesquisadores acadêmicos.

Para tentar aproximar os trabalhos realizados na UFRGS, e também estabelecer mais um momento de troca para a formação de futuros professores, na disciplina de Pesquisa em Ensino de Física do curso de Física Licenciatura foi proposto que fosse realizada uma pesquisa visando apresentar uma possível abordagem didática para necessidades de uma professora do ensino básico.

A partir desse contexto foi estabelecido contato com uma professora, que foi convidada a participar de uma entrevista que serviu de motivação para o presente trabalho. Alguns pontos importantes do contexto em que a professora está atuando, bem como algumas características do perfil profissional da professora serão abordados na próxima seção.

De forma a buscar contribuir para a questão apresentada pela professora, foi realizado um breve levantamento na literatura acerca do mote central. A experimentação em termos demonstrativos de lançamentos de foguetes feitos de garrafas PET. Tal atividade é vastamente explorada na literatura e proporciona ampla gama de possibilidades de abordagem. Serão tratados três aspectos centrais neste trabalho.

O primeiro é relacionado à história e epistemologia da ciência a partir de uma ótica descolonial por meio de questionamentos que podem servir de impulso para o estudo de relações políticas e sua influência nas ciências. O segundo é o estudo de parte da mecânica newtoniana através de um carrinho-foguete. O terceiro é o próprio lançamento de foguete de garrafa PET e questões de aerodinâmica e atuação de forças.

Os dois últimos aspectos abordam conjuntamente montagem experimental e limites de modelos físicos que comumente são negligenciados no estudo de Física. Permeando as demonstrações experimentais está a proposta de Transposição Didática cunhada por Michel Varret e adaptada à matemática por Yves Chevallard (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005).

2. Escutando à professora

O motivador deste trabalho engloba aspectos de formação do sujeito pesquisador, no entanto é fundamental, para o autor, que o trabalho seja pensado dentro de um contexto escolar. Para possibilitar tal contextualização buscou-se a interação com uma professora atuante na rede pública de ensino da região metropolitana de Porto Alegre. A professora concordou em conceder entrevista e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, apresentado no Apêndice A.

A professora participante da pesquisa atua em uma escola de nível médio, situada na região metropolitana de Porto Alegre, e ministra a disciplina de Física nos três anos do referido nível de ensino. A participante possui grau de formação acadêmica no curso de Licenciatura

em Educação no Campo pela UFRGS, adquirido em 2019, e desenvolve seu trabalho docente em paralelo ao trabalho como mestranda no PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde desenvolvido numa parceria entre UFRGS e outras instituições de ensino superior.

Antes mesmo de ingressar no mestrado a professora mantinha sua formação atualizada através de *sites* que oferecem cursos relevantes para o contexto escolar, destacando-se na sua fala a utilização do portal LÚMINA mantido pela Secretaria de Educação a Distância da UFRGS¹. Tal prática é um indicativo do alto empenho e dedicação que a participante tem com a educação! Em termos de publicações a professora declara ter desenvolvido trabalhos publicados em revistas científicas e também um capítulo de livro, o que induziu ao autor deste artigo a interpretar que a professora nutriu contatos com diversos pesquisadores durante sua graduação.

Seu ingresso na escola ocorreu três meses antes da entrevista realizada, por meio de contrato emergencial com o Estado. Estando ainda em período de adaptação, a impressão da professora sobre o ambiente escolar era positiva, pontuando por diversas vezes que a escola fornecia boa estrutura física e liberdade metodológica. Durante a entrevista ficou evidente a disponibilidade de materiais de apoio didático tais como lousa interativa e *datashow*. Tais objetos podem auxiliar na exibição de simulações, vídeos ou mesmo facilitar a construção de apresentações e esquemas, diagramas e figuras que vierem a ser propostas neste trabalho.

Para além das condições materiais foi exemplificada a prática de atividades fora da sala de aula através de um breve relato sobre a utilização da quadra poliesportiva para realização de experimentos. Devido ao período da entrevista coincidir com o período de retorno às escolas, após determinação da Secretaria de Educação do Estado do RS ainda durante a pandemia de COVID-19, as atividades exigiam cuidados em relação ao distanciamento bem como o planejamento da atividade pedagógica em si.

Ao relatar sobre sua prática a professora evidenciou sua tendência a utilizar uma abordagem teórico-prática, iniciando as sequências didáticas com momentos expositivos-dialogados, nos quais espera-se a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento por parte da comunidade. No segundo momento didático, quando possível, busca explorar atividades práticas por meio de experimentos ou demonstrações experimentais. A motivação da professora para a utilização de tais atividades encontra-se no campo do aprendizado mão na massa, e devido ao pouco tempo de interação não foi possível determinar se já foram realizadas ou tem familiaridade com atividades do tipo investigação aberta.

Houve um pequeno desentendimento quanto ao intuito deste trabalho. A professora compreendeu que haveria uma prática na escola ministrada pelo pesquisador e propôs alternativas em formato de “aulão ENEM”. Tal mal entendido foi sanado, porém isso acarretou em uma proposta estreita de conteúdos e abordagens, pois o desejo mais recorrente explicitado pela professora foi de adquirir materiais aparentemente distribuídos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

Entrevistador: E tem algum tipo de trabalho que tu gostaria de fazer com os estudantes?

Entrevistada: Eu acho que assim, uma coisa específica que eu quisesse né, que tem mesmo que eu descobri, claro porque eu estou no mestrado... eu queria ter acesso a esse material que diz que o Ministério da Ciência e Tecnologia doa pra quem é professor. Eu queria ver como é que eu consigo isso, porque o meu professor por exemplo, ele conseguiu o material todo até pra montar um foguete, eu sei que é de papel mas achei muito interessante, eu queria ter acesso a isso sabe, essas coisas pra trazer pra eles né.

Pelo que foi possível levantar, existem materiais disponibilizados pela Sociedade Brasileira de Astronomia (SAB) focados na Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), mais

¹ Repositórios de cursos online gratuitos da UFRGS: <https://lumina.ufrgs.br/>.

especificamente na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). A presente proposta didática desenvolve-se em torno do desejo expressado pela professora, porém não conta com a utilização de materiais distribuídos por entidades, mas sim com a utilização de materiais reciclados ou de baixo custo.

Ao final da entrevista (constante no Apêndice B) foram feitos questionamentos acerca da percepção da professora sobre a interação Universidade-Escola. É notório que a professora vivenciou uma experiência positiva em sua trajetória, levando-a a reconhecer como de extrema relevância a interação entre tais entidades. No entanto, a análise feita pela professora, baseando-se na sua própria experiência, funciona como evidência anedótica que é possível reconhecer no próprio relato da professora a dificuldade presente na divulgação das atividades de extensão por parte da universidade. Para explicitar os pensamentos contraditórios transcrevo a seguir os trechos representativos.

Entrevistador: Tu considera que existe uma boa interação entre Escolas e Universidades?

Entrevistada: Eu considero que tem, no meu caso sempre teve, todas as vezes quando eu precisei ter acesso a uma escola pra desenvolver um projeto eu sempre fui bem recebida. Todas as escolas sempre diziam “a gente quer projeto, podem vir pra cá”. Eu trabalhei em umas três ou quatro cidades já.

Eu acho que ela é bastante válida porque a gente precisa muito disso, tanto que quando eu estava participando do Portas Abertas eu me lembro que tinham muitos projetos lá que o pessoal precisava de escola e não tinha contato. Eu acho que se tivesse uma divulgação melhor ajudaria bastante. Eu acho que a escola e a universidade tem que ser parceira mesmo né, tem tanta coisa que a gente só vê na universidade e que se pudesse ver antes seria muito interessante né, ajudaria muito mais.

É notório que a interação Universidade-Escola é positiva para ambas instituições e, como consequência, para a sociedade em geral. Também é notório que os currículos escolares não dispõem de muitos períodos onde seja possível que atividades sejam desenvolvidas diretamente em sala de aula, enquanto nas universidades também não se possibilitem muitos espaços de formação continuada que caibam nas escassas horas que professores do ensino público dispõem. Talvez seja necessário que uma terceira entidade, a própria Secretaria de Educação, esteja disposta a mobilizar recursos para que a interação deixe de ser exceção e passe a ser integração!

3. Estudos Anteriores

Durante a entrevista com a professora participante da pesquisa foi levantado que a proposta didática apresentada neste trabalho estaria condicionada a dois períodos de aula. Somou-se isso ao desejo da professora por realizar uma atividade prática utilizando foguetes e desenhou-se, então, a necessidade de buscar fontes que forneçam bases para uma aplicação de tal tipo de atividade.

A literatura acerca de oficinas de lançamento de foguetes é ampla, e para selecionar os trabalhos que guiaram esta proposta utilizaram-se combinações dos termos de busca: Foguetes; Lançamento de Foguetes; Experimentação; Ensino de Física; Educação no/do Campo. Os termos de busca foram inseridos no Portal de Periódicos da CAPES de forma independente, pois o sistema de busca avançada não encontrou resultados para combinações das palavras tanto em títulos ou assuntos.

O número de trabalhos excedeu a quantidade viável de leitura para avaliação dentro do período disponível na disciplina Pesquisa em Ensino de Física, portanto filtraram-se os resultados em publicações a partir de 2015 chegando assim ao número de 38 artigos. Após a leitura de títulos e resumos, reduziu-se para seis o número de artigos a serem lidos na íntegra

em busca de dois artigos para compor o corpus deste trabalho. Tais artigos estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 - Artigos selecionados para leitura completa, critério utilizado para a seleção do corpus deste ensaio.

Qualis	Título	Autoria	Ano	Revista
B1	O Ensino da Física na Educação do Campo: descolonizadora, instrumentalizadora e participativa	Roberto Gonçalves Barbosa	2018	RBEC
--	CONCEITOS DE FÍSICA POR MEIO DO LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO MÉDIO	Marcos Antonio da Silva	2016	Dissertação de mestrado
--	CATAPULTAS E FOGUETES – UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO PARA AS AULAS DE FÍSICA	Luiz Novacki; Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos;	2016	Cadernos PDE
B2	Conhecimento especializado de professores de Física Mobilizados em Episódio de Lançamentos de Foguetes	Claudia Kelly de Oliveira Magalhães; Leandro Carbo; Jeferson Gomes Moriel Junior; Geison Jader Mello;	2020	Research, Society and Development
--	OBA E MOBFOG: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA COM LANÇAMENTOS DE FOGUETES	Maycon Marcos Leal; Igor de Castro Sousa; João Salgueiro da Silva; Pablício Carlos Rodrigues de Moura. Liberalino de Souza Meneses;	2017	CONEDU
--	A formação na Licenciatura em Educação do Campo para atuar com a disciplina de Física na Educação Básica	Marcos Marques Formigosa; Carla Giovanna Souza Rocha; Márcio Rogério da Silva;	2020	Revista Insignare Scientia

Optou-se por discutir neste artigo somente dois dos trabalhos dispostos no Quadro 1. Sendo um artigo direcionado à Educação do Campo com intersecção ao Ensino de Física, e outro sendo uma dissertação de mestrado, apresentada em 2015, explorando conceitos de física associados a lançamentos de foguetes através de transposição didática. Os demais artigos lidos, por óbvio, também influenciaram a escrita deste trabalho, bem como leituras prévias que orientam a visão de mundo do autor.

Os trabalhos utilizados para compor o presente ensaio foram “O Ensino da Física na Educação do Campo: descolonizadora, instrumentalizadora e participativa” de Roberto Gonçalves Barbosa e a dissertação de mestrado profissional “Conceitos de Física por meio de Lançamentos de Foguetes de Garrafa PET: Uma Proposta de Transposição Didática no Ensino Médio” de Marcos Antônio da Silva. Tais trabalhos foram selecionados por versarem de forma complementar acerca da Educação no Campo e Ensino de Física.

4. Referencial Teórico e Metodológico

Ao trabalhar-se voltado à Educação no Campo é necessário reavaliar as relações coloniais existentes com o intuito de tornar a comunidade ciente de tal relação, capacitando-a assim a apropriar-se do que é de seu interesse de forma crítica. Para tanto é relevante

contextualizar algumas características que podem ser entendidas a partir de reinterpretação do conceito de Currículo Oculto explorado por Tomaz Tadeu no livro Documentos de Identidade (SILVA, 1999).

A maioria dos trabalhos voltados ao lançamento de foguetes tende a não dar a devida importância para aspectos sócio-políticos dos assuntos abordados, deixando-se levar pela ideia de que o conhecimento físico se encontra à parte da sociedade. Para enfrentar tal questão cabe ao professor, no papel de mediador, instigar os estudantes a pesquisar eventos históricos que impulsionaram o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias ligadas ao assunto. Caso os estudantes estiverem dispostos a discutir mais profundamente a construção histórica advinda de suas pesquisas, a professora pode se considerar exitosa.

Barbosa aponta em seu texto

“Sob regimes imperialistas, colonialistas e capitalistas os conhecimentos científicos tornaram-se instrumentos para fins econômicos e de domínio de certos grupos sobre outros, sendo que os grupos dominadores se apropriaram dos saberes científicos e dos modos de produção de outros povos para então produzir mercadorias para compra e venda. São eles, por exemplo, que patrocinam os grandes laboratórios de pesquisa genética-alimentícia, informática, bélica, das comunicações, e da química medicinal, estética e industrial.” (BARBOSA, 2018, p. 184)

Para além da história ocorrida é relevante questionar por que esta não ocorreu de forma diferente. Dizendo de outra forma, por que os atores envolvidos na história são esses e não outros? Os avanços em exploração espacial foram marcados pela disputa de poder político-econômico-espacial, tendo como atores centrais países de duas orientações políticas entendidas como antagônicas, no entanto com aparente semelhança de objetivos.

Ao trabalhar com Ensino de Física é possível que sejam negligenciadas as discussões sobre a natureza da ciência e do fazer científico. Caso a opção seja a de abordar tais questões recomenda-se iniciar uma discussão sobre a Física como representação do mundo. A Física não é descritora da realidade, mas utiliza-se de ideias que se baseiam na natureza real tentando identificar as variáveis que têm maior impacto sobre o fenômeno de forma a ser possível aproximar alguns comportamentos a ponto de, eventualmente, realizar previsões sobre tais eventos.

Ainda que ansiemos pela decodificação física de eventos naturais é fundamental levarmos em consideração a experiência humana em sociedade, e o conhecimento se reconhece a partir desse fazer social. Como diz Barbosa (2018, p. 11) “Sobretudo, a prática social como critério de verdade, ora, não se prende a discursos para observar a realidade, mas observa o mundo e confronta o que vê e sente com o que é dito.”, devendo ser levado em consideração a prática social da turma ao propor esta atividade.

Quanto aos conteúdos de física, propriamente ditos, existe uma gama de possíveis abordagens. Para abordá-los é possível interpretar a tradução de tais conteúdos e conceitos através da Transposição Didática, adaptando os trabalhos de Michel Varret e Yves Chevallard. Eles propuseram um caminho do conhecimento como sendo da academia, publicado em artigos e livros, para a sala de aula, passando por etapas de simplificação e ressignificação geralmente exemplificadas em livros didáticos como indicado por Silva em

“A Transposição Didática é o meio pelo qual o Saber Sábio, aquele contido no universo científico, é transposto, traduzido em Saber a Ensinar dos currículos e livros didáticos e, também, em Saber Ensinado que aparece no cotidiano da vida escolar. Nestes termos, a Transposição Didática tem a função de levar o conhecimento científico produzido por pesquisadores à sala de aula, numa

linguagem que seja acessível aos estudantes, mas sem perder seu significado, sem ser uma simplificação do conhecimento” (SILVA, 2016, p. 24)

No entanto tal teoria pode recair sobre uma estrutura hierárquica aparentemente intransponível e com relações de poder rígidas, que afastam os estudantes da busca pelo conhecimento, criando um distanciamento entre a produção científica e a sociedade desinteressada devido ao imaginário de que tal conhecimento é muito sofisticado ou, contraditoriamente, inútil. Com isso em vista, espera-se que a proposta de prática experimental crie e, ou, reforce a compreensão tanto do conteúdo quanto da natureza do fazer científico.

5. Ensaio de Proposta de Solução

Devido à atividade ser restrita a dois períodos, a abordagem terá caráter demonstrativo, no entanto recomenda-se disponibilizar materiais para que o estudante dê continuidade à investigação caso seja de seu interesse. A partir dos levantamentos explorados na seção **4 Referencial Teórico** recomenda-se construir e aplicar um questionário dissertativo simples, que possua espaço para sintetizar em uma frase cada resposta. Essa parte da atividade pode vir a fomentar debates em uma versão que disponha de maior tempo de execução. Como sugestão das questões presentes no questionário citamos:

O que você sabe sobre foguetes?;

A exploração espacial acontece somente com foguetes?;

Foguetes servem somente para exploração espacial? Você conhece ou consegue pensar em outra aplicação?;

Você já estudou/ouviu falar da Corrida Espacial? Conte o que lembra ou o que imagina que ela é.;

Que conteúdos de Física você diria que podem ser estudados/observados em foguetes?;

O que acontece para fogos de artifício conseguirem voar?;

O objetivo do questionário não é o conteúdo de física, mas sim a compreensão de que precisamos delimitar o que estamos chamando de foguete e também estabelecer que existe um objeto real que iremos idealizar e simplificar para que ele seja um objeto do estudo dentro da física. O questionário pode ser entregue aos estudantes na aula anterior à atividade de lançamento de foguetes. Caso seja oportuno, recomenda-se escolher algum material, dentre os sugeridos ao final desta seção, para que sejam visualizados em casa.

A atividade consiste em duas demonstrações que exigirão alguns materiais previamente montados, incluindo o próprio foguete. O autor recomenda ao leitor, que irá construir o foguete, seguir as instruções disponíveis no trabalho de mestrado profissional de Marcos Antônio da Silva², as instruções se encontram entre as páginas 90 e 100.

Para o dia da atividade espera-se que os conteúdos básicos relacionados ao movimento em uma e duas direções sejam de conhecimento dos estudantes. Para além deles é importante que os estudantes sejam capazes de diferenciar diferentes tipos de propulsão, visto que o foguete utilizado para a demonstração é movido sem qualquer tipo de combustão. Caso seja possível, recomenda-se rever questões de movimento relacionando as Leis de Newton antes da demonstração, porém um objetivo é que os estudantes utilizem seus conhecimentos prévios para relacionar o movimento observado com a teoria física que é utilizada para descrevê-lo.

² Produto do Mestrado Profissional intitulado: “*Conceitos de Física por meio do lançamento de foguetes de garrafa PET : uma proposta de transposição didática no ensino médio*”. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/20435>

Trabalhar com foguetes, na física, demanda explorar os conceitos de centro de pressão, centro de gravidade, formato aerodinâmico, estabilidade, etc. e acreditamos que tais assuntos irão surgir a partir das interpretações e explicações dadas pelos próprios estudantes, no entanto é inviável trabalhar tantos conteúdos no curto período disponível. Portanto, recomendamos que o foco principal seja explorar algumas relações presentes na mecânica newtoniana antes de aprofundar tais conceitos.

Na dissertação de mestrado citada anteriormente a sequência didática explorada tem duração de doze aulas, no entanto somente em três aulas são realizados lançamentos seja de carrinho-foguete ou do próprio foguete em campo de teste. Assim podemos resumir a atividade em dois momentos, lançamento puramente horizontal e composto em duas direções.

O carrinho-foguete está representado na figura 1. Como pode-se deduzir, quanto mais ar estiver confinado no balão antes de liberarmos a boca do balão e o carrinho, maior a distância que será percorrida pelo carrinho. Utilizando a ideia de Transposição Didática, o saber a ser ensinado neste caso seria a correlação entre força resultante, sendo essa a combinação entre a força proveniente da vazão do ar e a força de atrito entre as rodas e o piso, com a velocidade alcançada pelo carrinho, bem como seu deslocamento total.



Figura 1 - carrinho-foguete.
Fonte: SILVA, 2015.

O esperado é que os estudantes construam um encadeamento lógico que siga os mesmos passos do saber a ser ensinado, resultando no saber ensinado. Porém o raciocínio dos estudantes provavelmente não utilizará os conceitos relacionados acima. Isso é uma oportunidade de explicitar as correlações existentes no fenômeno real com as descrições de modelo que a física propõe.

Com alguns ajustes também é possível controlar a vazão de ar, aumentando o tempo de atuação da força, e mesmo direcionar o jato de ar para que a trajetória do carrinho-foguete não ocorra em uma única direção. Tais elementos podem servir de substrato para que os estudantes formulem hipóteses e busquem explicações para tais diferenças de movimento em relação ao primeiro experimento.

A segunda atividade experimental exige uma estrutura um pouco mais robusta, visto que se estará trabalhando com um objeto que pode se deslocar a velocidades razoáveis e atingir deslocamento de aproximadamente 100 metros. Ambos parâmetros podem ser controlados através da pressão adicionada ao foguete, mas dificilmente uma demonstração dentro da sala de aula será tão excitante quanto em espaço aberto. Na figura 2 está a montagem do foguete em sua base. Ressalto que essa atividade mesmo em caráter demonstrativo pode demandar certo tempo para ser trabalhada com qualidade.



Figura 2 - Foguete montado na base de lançamento.
Fonte: SILVA, 2015.

Novamente podemos abordar através de Transposição Didática a demonstração experimental. Nesse caso teremos mais parâmetros de ajuste e características relevantes para avaliar. É esperado que os estudantes possam ter boas explicações para a maioria das situações que ocorrem em um sistema como esse.

No entanto, provavelmente não levantarão questões que não são abordadas neste experimento tais como: a velocidade de rotação do planeta e seu formato podem influenciar no lançamento de foguetes espaciais? A latitude de lançamento é relevante para um foguete espacial? A densidade do ar diminui com o aumento da altura, isso é relevante? O nosso foguete possui somente uma câmara, foguetes espaciais também?

Tais questões, e outras, podem ser endereçadas através de um trabalho de pesquisa sugerido pela professora. E assim recomendo que seja feito, visto que exploração espacial, assim como observação astronômica, são temas que despertam curiosidades na comunidade em geral.

6. Comentários Finais

O presente trabalho é apenas uma pincelada sobre a exploração de foguetes de garrafa PET como objetos de aprendizagem. As vantagens, e objetivos, da utilização de demonstrações experimentais como essa não estão no caráter experimental em si, mas no desenvolvimento de conexões, explicações, percepções e sensações que os estudantes terão ao presenciar a demonstração.

Em lançamentos de foguetes utilizando água junto ao ar pressurizado existem três sensações muito marcantes: a primeira é a apreensão antes do primeiro lançamento, onde algumas pessoas sentem um frio na barriga, manifestação da ansiedade, quando percebe-se que há alguma pressão na garrafa e imaginam que ela poderia explodir. A segunda é o som característico da abertura da válvula para liberar o foguete, o estampido assusta até mesmo pessoas atentas ao lançamento. E o terceiro, a dispersão da água quando o foguete atinge certa altura. Essa sensação pode servir de gancho para discutir o que acontece com foguetes espaciais e os módulos abandonados.

Referências

BARBOSA, R. G. O Ensino da Física na Educação do Campo: descolonizadora, instrumentalizadora e participativa. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 3, n. 1, p. 177-203, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.20873/uft.2525-4863.2018v3n1p177>>. Acesso em 17 nov. 2021.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

HARRES, J. B. S.; WOLFFENBUTTEL, P. P.; DELORD, G. C. C. (2013). Um estudo exploratório internacional sobre o distanciamento entre a escola e a universidade no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, 18(2), 365. Recuperado de: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/137/95>>

SILVA, Marcos Antonio da. Conceitos de física por meio do lançamento de foguetes de garrafa pet: Uma Proposta de Transposição Didática no Ensino Médio. 2016. 120 p. **Monografia (Mestrado em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade de Brasília**. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/20435>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SILVA, Tomaz Tadeu da. Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

Apêndice A - Entrevista

Entrevistador: Pode me contar um pouco da tua história? Em quê tu é formada, como chegou nessa escola, a quanto tempo?

Entrevistada:

Eu sou formada em Licenciatura em Educação no Campo - Ciências da Natureza pela UFRGS. Eu me formei no ano de 2019 e minha chegada na escola se deu pelo edital do Estado, de contratação de professores. Eu me inscrevi no período de 2021 mesmo, aí quando eu estava olhando lá eu pensei: como a gente tem habilitação em física, química e biologia eu resolvi me inscrever em física e aí eu fui chamada. Eu comecei aqui faz pouco tempo eu acho, faz três meses que eu estou lecionando aqui.

Entrevistador: É contrato emergencial então?

Entrevistada:

É contrato aqueles emergenciais.

Entrevistador: Tu pode falar mais um pouco da tua formação acadêmica?

Entrevistada:

Agora estou fazendo mestrado em educação na área da educação de ciências pelo PPG da Química da Vida e Saúde pela Bioquímica da UFRGS. Eu gosto bastante, eu continuei em casa né, porque eu fiz orientação com o professor Doutor José Vicente Robaina e agora ele também é meu orientador no mestrado. E além disso tudo eu também participo do clube de ciências do campo que é do projeto do professor...

Entrevistador: Acho que não conheço esse projeto ainda.

Entrevistada:

É bem atuante dentro da UFRGS esse projeto. Tem até um site, se tu entrar na página da FACED lá tem grupos e aí tá lá, Clube de Ciências do Campo.

Entrevistador: Eu até estava conversando com uma tua colega, que me passou teu contato...

Entrevistada:

Acho que foi a Aline né?! Até ia te perguntar, de onde tu conhece a Aline?

Entrevistador: Eu entrei em contato com ela através de uma colega, que atua no mesmo cursinho pré-vestibular popular que eu. Aí como era importante que a participante da pesquisa estivesse atuando na escola básica ela me sugeriu teu contato... Mas então tu está a pouco tempo nessa escola?

Entrevistada:

Sim, a três meses..

(nesse momento um passarinho passou voando pela janela e pousou em frente a porta da sala dos professores, onde a entrevistada estava)

Entrevistador: Achei que tinha entrado alguma pessoa na sala.

Entrevistada:

Não, não é um passarinho mesmo. É que aqui é o interior né, então... risadas

Entrevistador: E tu já trabalhou em outras escolas?

Entrevistada:

Eu trabalhei no estágio bastante né, na graduação ali, a gente fez muito.. muito.. Era bastante a carga horária e era tudo, desde que a gente entrou na UFRGS a gente tinha que dar aula né, desde 2015 quando eu entrei já tive que dar aula né. E logo em seguida eu já comecei no colégio como aquela, tipo um projeto, que era Mais Educação. Aí eu entrei no Município trabalhando como bolsista da UFRGS no Clube de Ciências como aluna da Educação no Campo, e daí a gente ainda foi trabalhar nesse projeto Mais Educação e daí a gente trabalhava com os alunos direto fazendo o Clube de Ciências.

E daí eu levava, eu convenci o professor Alan Brito - aquele ali da UFRGS sabe? - muito querido, muito legal.. e ele fazia o Clube de Ciências Itinerante e ele veio no colégio fazer as oficinas pra gente! Era muito legal, acho que ele veio três vezes durante o meu estágio.

Entrevistador: E tu atuou em que área no estágio?

Entrevistada:

Sempre na área geral das Ciências né. Tanto que quando eu fazia estágio eu não podia entrar na sala de aula e dar só Química ou Biologia. Eu tinha que fazer sempre um plano de aula que tivesse tudo, e os meus planos de aula sempre foram interdisciplinares.

Entrevistador: Durante a tua graduação tu teve trabalhos de pesquisa também?

Entrevistada:

Eu tenho bastante publicação, tenho capítulo de livro também.. Tenho bastante coisa.

Entrevistador: Pelo que sei conta pontos também pra seleção de mestrado..

Entrevistada:

Pois é, eu não tinha nenhuma pós quando tentei o mestrado né, mas acho que é tanto curso, tanto evento que eu ganhei até uns pontos bons lá.. Ah eu fiz muito curso naquele LUMINA da UFRGS, ali é ótimo tem cursos maravilhosos ali.

Entrevistador: Eu tenho uma conhecida que trabalhou como bolsista ali, acho que na SEAD, e ela comentava muito bem da qualidade dos cursos mesmo..

Como é a estrutura da escola aí? Tem alguma característica pedagógica, laboratório e afins?

Entrevistada:

Eles estão naquele novo ensino médio pelo que eu vi, essa foi uma das escolas escolhidas. Aqui eu vejo que o pessoal é bem participante, eu gosto daqui. Eu acho que eu tive uma sorte muito grande de cair aqui, acho que fecha bem com as escolas que eu

já tinha trabalhado, os alunos são muito legais e participativos tanto no remoto quanto no presencial. Agora mesmo acabei de fazer uma experiência ali com eles e estavam todos participando, e a gente tem todo o acesso, tem internet, tem os notebooks, tem tudo aqui. Tem estrutura!

Entrevistador: E tu tem liberdade de usar os espaços da escola?

Entrevistada:

Eu tenho liberdade, sempre que eu peço eles deixam sair da sala pra fazer experiência com os alunos ali na rua, na quadra.. Porque tudo agora tem que respeitar o distanciamento né, não pode também todo mundo sair fazer, mas pelo menos essas atividades de fazer assim eles não tem problema nenhum dentro do distanciamento.

Entrevistador: tu pode me contar a motivação pra ti decidir se tornar professora?

Entrevistada:

A minha avó era professora e ela foi professora do campo, eu também tenho uma tia que é então acho que já estava meio que no sangue ali.. risadas

Entrevistador: então ser professora era algo bastante presente pra ti..

Entrevistada:

Não era muito presente em ser professora, mas depois que eu entrei na graduação eu vi que era aquele o caminho mesmo

Entrevistador: e na educação no campo, tu viu algo que considera diferente do que esperava? Na escola que tu está em relação às do estágio?

Entrevistada:

Não, sabe que eu não achei nada de diferente. Eu até não posso dizer nada porque eu sempre tenho bastante liberdade de fazer minhas aulas, as professoras me dão.. tem aquele currículo que a gente recebe padrão né. Todo mundo recebe até quando a gente estava no estágio, mas eu tenho que bolar minhas aulas dentro daquilo ali, se eu quiser trazer algum assunto novo eu posso, é muito bom, a escola é bem aberta.

Entrevistador: e o currículo não tem nenhuma particularidade? A escola se estrutura em anos como o ensino regular?

Entrevistada:

É ano normal, não tem mais de uma turma na sala, é uma turma por sala. Aí eu dou aula no Ensino Médio.

Entrevistador: Então o ensino é por disciplinas e está como experiência da BNCC?

Entrevistada:

Por disciplinas. Mas ele tem aquelas disciplinas novas parece né, que eu acho que é projeto de vida... tem bastante coisa, eu vi que tem bastante disciplinas né

Entrevistador: Imaginei que a escola poderia dividir as disciplinas como o ENEM, e até mesmo parte da BNCC se refere ao ensino por áreas.

Entrevistada:

Eu acho que isso vai vir com o tempo, mas eu vi que os livros didáticos estão chegando por área já. Até eu recebi alguns livros da editora que estava “área de ciências da natureza”, não estava assim escrito química, física.. Aí tu tem que ver onde começa mais ou menos o conteúdo pra ficar encaixando.

Entrevistador: Os livros do Ensino Médio?

Entrevistada:

Do Médio.

Entrevistador: E tem algum tipo de trabalho que tu gostaria de fazer com os estudantes?

Entrevistada:

Eu acho que assim, uma coisa específica que eu quisesse né, que tem mesmo que eu descobri, claro porque eu estou no mestrado... eu queria ter acesso a esse material que diz que o Ministério da Ciência e Tecnologia doa pra quem é professor. Eu queria ver

como é que eu consigo isso, porque o meu professor por exemplo, ele conseguiu o material todo até pra montar um foguete, eu sei que é de papel mas achei muito interessante, eu queria ter acesso a isso sabe, essas coisas pra trazer pra eles né

Entrevistador: esses materiais não são da Olimpíada Brasileira de Astronomia?

Entrevistada:

Eu não sei, eu sei que ele ganhou de presente tá, que um aluno tinha recebido, só que ele não sabia onde que era e quem conseguia buscar. Ele me disse que é do Ministério alguma coisa. Também tem tabelas periódicas assim que eles ganharam assim, lindo lindo o material lindo! Tanto o digital quanto o impresso, eu queria ter acesso a esses materiais sabe

Entrevistador: Sobre o ensino e contextualização dentro da Educação do Campo, eu entendo que tu tem que vincular com o cotidiano dos estudantes.

Entrevistada:

Tem bastante, eu vi que ta dizendo ali que a gente tem que trabalhar dentro do cotidiano dos alunos, que a gente pode trazer coisas diferentes, mas que também mostrar dentro do cotidiano.

Eu desenvolvi um trabalho com eles que era a física no cotidiano, eu pedi que eles enxergassem a física no seu dia a dia e montassem um trabalho, podia ser um vídeo, uma apresentação e eles montaram ficou muito interessante. Teve uma aluna que fez um trabalho de fotografia, mas ela queria fotografar o céu, e ficou maravilhoso tem que ver as fotos que ela tirou com o celular.

Entrevistador: Como tu prefere dar as aulas? Mais teóricas ou experimentais?

Entrevistada:

Eu gosto, eu gosto de fazer bastante prática, eu sou daquela.. a gente se cria assim né, na faculdade é assim né.. Então eu faço a teoria e depois eu faço a prática pra que eles consigam enxergar no seu dia a dia aquilo que a gente está ensinando.

Entrevistador: Então uma coisa que tu gostaria é trabalhar foguetes com o material do Ministério..

Entrevistada:

Não é que seja um problema, mas eu gostaria de saber como a gente consegue isso..

Entrevistador: Tu sente falta de ter mais recursos materiais então?

Entrevistada:

Não não, na escola não. É que eu achei curioso esses assim, trazer essas coisas novas pra eles né. Aqui na escola tem, tem a lousa, o datashow dá pra passar bastante coisa, trabalhar. Só que eu queria trazer esses novos pra eles ali que eu achei muito legal, imagina tu dar uma aula sobre foguetes pra ti explicar toda aquela dinâmica, todo aquele processo, todo aquele cálculo.

Entrevistador: Foguetes é bastante explorado mesmo no ensino de física..

Entrevistada:

Sim, a gente pode fazer até um negócio de motores sabe, tanta coisa que tu pode trabalhar com eles ali..

Entrevistador: O que tu está trabalhando com eles agora?

Entrevistada:

Tô ensinando eles a parte de metodologia da pesquisa, to introduzindo isso no dia a dia deles. Pra eles já terem esse conhecimento né, claro eles não vão ficar que nem a gente que está na graduação, mas pelo menos quando eles chegarem na graduação eles vão saber o que é uma pesquisa né.

Entrevistador: E eles tem intenção de entrar na universidade então?

Entrevistada:

Ah eles querem, eles tem a intenção de fazer ENEM sim. A gente sempre traz é uma coisa que eles sempre solicitam pra gente trazer questões do ENEM, trabalhar em aula. A gurizada quer sim.

Entrevistador: Na proposta de abordagem dessa pesquisa, que turma tu prefere que seja pensada?

Entrevistada:

Tu pode fazer com os terceiros, poderia fazer alguma abordagem pro ENEM. Tu quer desenvolver uma atividade né, o que eu queria mesmo era o material pra trabalhar com eles né, isso aí é o que eu mais queria..

Entrevistador: Devido ao tempo curto da disciplina eu não vou desenvolver a atividade com eles, vou fazer uma proposta para, se tu quiser, implementar na aula..

Entrevistada:

Tu podia fazer uma abordagem tipo um aulão ENEM e criar um simulado, eles gosta de videoaula assim..

Entrevistador: A ideia é que seja uma proposta de abordagem, então eu não vou produzir pra eles, mas pra ti.. Tem algum conteúdo que tu prefira que eu trate?

Entrevistada:

Quanto a conteúdo então é tranquilo, pode pegar, pode trazer alguma coisa de mecânica. Eu estou finalizando ondas com eles, então se tu quiser desenvolver alguma prática que eu possa fazer com eles sobre ondas.

Entrevistador: Como o trabalho só vai ficar pronto no final de novembro não é algo que dê pra implementar agora.. Quanto tempo tu pensa pra atividade?

Entrevistada:

Ahh, sou eu que vou fazer..? Pode colocar dois períodos aí, se puder fazer em um assim porque não pode ser uma coisa muito cansativa né até pra gente..

Entrevistador: Tu considera que existe uma boa interação entre Escolas e Universidades?

Entrevistada:

Eu considero que tem, no meu caso sempre teve, todas as vezes quando eu precisei ter acesso a uma escola pra desenvolver um projeto eu sempre fui bem recebida. Todas as escolas sempre diziam “a gente quer projeto, podem vir pra cá”. Eu trabalhei em umas três ou quatro cidades já.

Eu acho que ela é bastante válida porque a gente precisa muito disso, tanto que quando eu estava participando do Portas Abertas eu me lembro que tinham muitos projetos lá que o pessoal precisava de escola e não tinha contato. Eu acho que se tivesse uma divulgação melhor ajudaria bastante. Eu acho que a escola e a universidade tem que ser parceira mesmo né, tem tanta coisa que a gente só vê na universidade e que se pudesse ver antes seria muito interessante né, ajudaria muito mais.

Apêndice B - TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidada a participar como voluntária de uma pesquisa que será realizada pelo estudante de graduação Afonso Moresco Zucco, licenciando em física, em atividade pertencente à disciplina de Pesquisa em Ensino de Física (código FIS01034) ministrada pela Professora Doutora Eliane Angela Veit, docente do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A atividade de pesquisa tem como objetivo contribuir para a formação do docente pesquisador e aumentar a interação entre a referida universidade e sua instituição de ensino, através do problema relacionado ao ensino aprendizagem de física que a participante delimitar. Para apresentar uma proposta de solução adequada à prática da professora, o pesquisador irá conduzir entrevistas semi-estruturadas por áudio ou vídeo de forma a facilitar a gravação, cujo número ainda será definido, e então realizará uma breve revisão da literatura buscando meios de abordar a situação problema identificada. Durante o processo de busca na literatura e confecção de material apropriado haverá a orientação dada nos espaços da disciplina citada acima, culminando na apresentação em vídeo da proposta de abordagem associada a material em formato de texto que ficará disponível para a utilização pela participante.

Sua participação é inteiramente voluntária de forma que, não havendo despesas geradas em decorrência dessa pesquisa, também não haverá qualquer tipo de remuneração. Após o seu aceite, e durante o período de duração da pesquisa, é seu direito interromper a participação e retirar seu consentimento parcial, ou integralmente sem qualquer prejuízo, por meio de comunicação explícita com o pesquisador Afonso Moresco Zucco. Por se tratar de uma pesquisa cuja interação se dará por meio de entrevista, é possível que você se sinta constrangida com alguma pergunta, saiba que você pode recusar responder a qualquer indagação feita no âmbito desta pesquisa. O único risco identificado pelo pesquisador é de constrangimento, sendo esse dirimido pela possibilidade de silêncio apresentada anteriormente.

Ressalto que caso a pesquisa extrapole o campo da disciplina citada anteriormente e venha a ser publicada em fragmento, ou na sua integralidade, em algum periódico, ou evento, fica autorizado a utilização dos dados coletados e do material decorrente desde que mantido o completo anonimato da participante e sua instituição de ensino.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi elaborado em duas vias, sendo uma de posse da participante da pesquisa e a outra para o pesquisador responsável.

Declaro que li e entendi todas as informações presentes sendo elas suficientes para o meu aceite na participação na pesquisa. Manifesto meu livre consentimento e acordo com o texto e estou ciente que caso haja surgimento de novas questões sobre o estudo estas serão discutidas e sanadas em conversas futuras.

- ()Concordo em participar
()Não desejo participar da pesquisa

Identificação da participante:

Nome:

Email:

Telefone:

Atividades práticas de óptica para o Ensino Médio

Andriely Fontoura Mengue

1. Introdução

Na universidade os estudantes da licenciatura adquirem saberes sobre ser professor, mas a realidade do profissional da área de Física de uma escola básica é muito desafiadora. Os professores da escola básica enfrentam diversas dificuldades dentro da sala de aula que, muitas vezes, os impedem de conseguir aplicar o conhecimento acadêmico adquirido (Tardif, 2000).

Outro problema que cerca os professores da escola básica é sua própria formação, conforme discutido por Menga Ludke e Gisele Barreto da Cruz:

Nossos cursos de formação de professores têm sofrido as conseqüências de um defeito congênito de sua constituição: a separação entre teoria e prática no esforço de formação, colocando, em geral, em posição precedente a teoria, vindo a prática sempre depois, por meio de estágios de duração insuficiente e, sobretudo, de concepção precária. Não é possível nos determos mais sobre esse ponto, que exige, porém, atenção urgente e cuidadosa, pois suas conseqüências atingem vários aspectos, inclusive a questão da construção do saber docente, hoje tão discutida por autores que se preocupam exatamente com a imprópria hierarquização entre teoria e prática. Superar essa hierarquia poderá contribuir para esclarecer a complicada questão. (Ludke e Cruz, 2005, p. 85)

Este trabalho tem o objetivo de aproximar duas instituições: universidade e escola. Para isso, foi realizada uma entrevista com um professor de Física de uma escola pública, buscando entender a dificuldade daquele professor em particular. A partir disso, foi desenvolvido, através de uma busca na literatura, um ensaio de solução para o problema relatado.

2. Dando voz ao professor

O professor entrevistado leciona em uma escola estadual de ensino médio, localizada na cidade Cachoeirinha (região metropolitana de Porto Alegre). Sua formação é em Matemática, com mestrado em Ensino de Física. As aulas estão acontecendo de forma híbrida, em decorrência da pandemia da COVID-19. Ele está lecionando para 9 turmas neste ano letivo, sendo todas do ensino médio e do turno da manhã. As turmas possuem, em média, 20 alunos, sendo que metade está frequentando as aulas e a outra metade está acompanhando de forma online.

A entrevista foi realizada de forma virtual e gravada, através da plataforma Google Meet. A gravação foi feita com autorização do professor, que assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), constante no Apêndice A. A entrevista teve duração de 40 minutos e houve bastante diálogo; o tempo foi bem aproveitado para extrair o máximo de informação possível.

O professor atua em sala de aula há 9 anos e sempre atuou na rede pública. Então conhece bem as dificuldades que o ensino público enfrenta, inclusive falou sobre a dificuldade que os alunos enfrentam no ensino de matemática, o que se reflete em outras disciplinas, principalmente na nossa disciplina de interesse: Física. Nas palavras dele:

Eu acho que um dos grandes problemas está no ensino da matemática. Muitas vezes os alunos entendem o conteúdo que eu passo de física, mas eles não

sabem calcular, não sabem isolar uma variável em uma equação simples. E eles tem vergonha de falar que não sabem, que não entenderam.

Após essa fala, questionei se havia algum ponto em que ele gostaria de melhorar nas aulas, alguma metodologia que gostaria de colocar em prática. O professor disse:

Um problema que eu sempre tenho, tu não vai nem acreditar, mas é de fazer experimentos de óptica, porque eu sei que consigo fazer experimentos simples que abordam esse assunto, mas eu nunca parei para fazer e organizar nada. O tempo para abordar esse conteúdo também prejudica, é final de ano, tenho que passar correndo. Então eu gostaria de uma ajuda sobre isso.

Portanto, o problema relatado pelo professor é sobre não conseguir fazer experimentos de óptica na sala de aula, principalmente pela falta de tempo para abordar esse conteúdo, e também para planejar. Sendo assim, buscamos na literatura experimentos de óptica simples e de fácil acesso, para que, talvez, esse problema seja solucionado.

3. Estudos Anteriores

Após uma busca na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), em que procuramos por experimentos de óptica de baixo custo, localizamos um total de 45 artigos. A seleção dos artigos foi feita através da leitura dos títulos e resumos, tendo sido selecionados cinco artigos. Em um segundo filtro, que consistiu em uma leitura integral dos artigos, optamos por sugerir ao professor os três artigos listados na tabela 1.

Tabela 1: Artigos selecionados para serem utilizados neste trabalho.

Título	Autores	Revista	Ano
Um Iluminador de Baixo Custo para a Realização de Experimentos de Óptica Geométrica	Gerson Kniphoff da Cruz, Marcos Aurélio Viatroski, Maria Eugênia Meyer Levy, Franciele Nunes de Siqueira, Sergio Leonardo Gomez, Cláudia Bonardi.	Revista Brasileira de Ensino de Física	2017
Uma Alternativa de Baixo Custo ao Experimento de Óptica Denominado Comercialmente “Magic Hologram – Mirage 3D”	Osmar Henrique Moura da Silva, Carlos Eduardo Laburú.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2015
Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão	Jair Lúcio Prados Ribeiro, Maria de Fátima da Silva Verdeaux.	Revista Brasileira de Ensino de Física	2012

4. Embasamento Teórico e Metodologia

Para sustentar a ideia de aplicação de atividades experimentais na sala de aula, sugerimos que o professor invista na aprendizagem significativa dos alunos. David Ausubel, em 1963, introduziu o conceito de aprendizagem significativa. Ele pensou essa teoria para o contexto escolar e sempre considerou a história do sujeito, ou seja, o professor não pode desconsiderar aquilo que o aluno já sabe.

A reflexão do aluno sobre o tema proposto em sala de aula também é outro ponto que Ausubel trouxe. Ele diz que não adianta preparar uma aula divertida se o aluno não estiver disposto a refletir sobre o conteúdo apresentado.

Delabetha e Da Costa (2014) trazem um trecho do livro de Ausubel onde ele afirma:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34)

Para isso acontecer é necessário que o aluno tenha uma predisposição para aprender e o professor precisa planejar um ensino sempre levando em consideração o contexto no qual o estudante está inserido.

O método POE (Predizer, Observar e Explicar) é uma boa opção para promover a aprendizagem significativa. Esse método, que auxilia na aprendizagem através de conflitos cognitivos, é dividido em três etapas. Na primeira etapa é feita uma pergunta aos alunos; então, eles devem discutir possíveis respostas, e através da troca de experiências, eles predizem o resultado que esperam. Na segunda etapa, os alunos deverão observar o que acontece no experimento e por fim, na terceira etapa, os estudantes tentam explicar o que foi observado, comprovando ou não o que foi predito inicialmente (Oliveira, 2003).

Esse método pode ajudar o professor a identificar o que o aluno já sabe, porque as hipóteses iniciais sobre a atividade proposta serão apresentadas pelos alunos e não pelo professor.

5. Ensaio de Proposta de Solução

Para tentar resolver o problema do professor entrevistado, sugerimos neste trabalho um artigo de revisão da literatura sobre atividades experimentais no ensino de óptica que poderá auxiliar o professor na busca por experimentos (RIBEIRO; VERDAUX, 2021). Nesse artigo há diversos exemplos de experimentos, separados por assuntos, facilitando a busca. Por exemplo, na seção 3 estão os temas que foram selecionados pelos autores para fazer a busca na literatura. Nesta seção, há 7 subseções, que tratam dos temas: Natureza da luz, Reflexão, Refração, Difração, Interferência, Polarização e Espalhamento.

Apresentamos na sequência os outros dois artigos constantes na Tabela 1, que tratam sobre experimentos de baixo custo no ensino de óptica.

O artigo sobre um iluminador de baixo custo, proposto por Cruz et al. (2017), traz uma solução para o uso de iluminadores na sala de aula, já que os tradicionais não funcionam de forma adequada em ambientes iluminados. Esse iluminador é baseado na utilização de diodos emissores de luz (LED). Na figura 1, vê-se uma fotografia do iluminador. Na parte frontal (figura 1(a)) estão os LEDs distribuídos como uma matriz L de 3 colunas e 3 linhas. Na parte traseira (figura 1(b)) temos uma matriz C de 3x3 elementos em que cada elemento é uma chave

liga/desliga que irá acionar individualmente cada LED a ela associado. Os LEDs possuem cores variadas, como mostra a Figura 1.

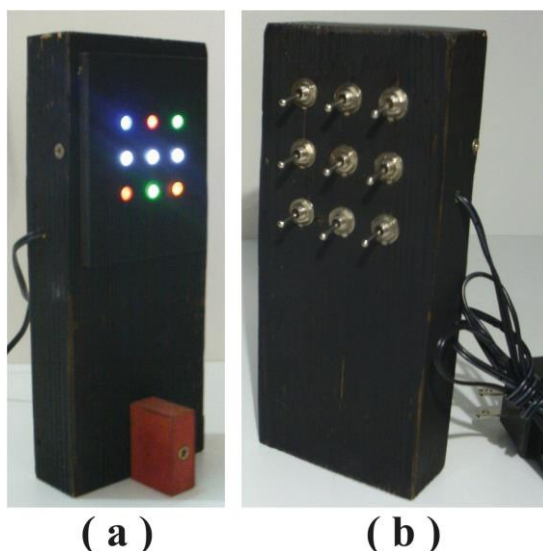


Figura 1: Imagem do iluminador. (a) Parte frontal, contendo nove LEDs; (b) parte traseira, com nove chaves liga/desliga.

Para o acionamento dos LEDs é preciso considerar o circuito demonstrado na figura 2. Um aparelho de celular será utilizado como fonte de alimentação, pois apresenta tensão de entrada de 110/220V e tensão de saída 5V, com corrente de 500mA, suficientes para o acionamento dos LEDs.

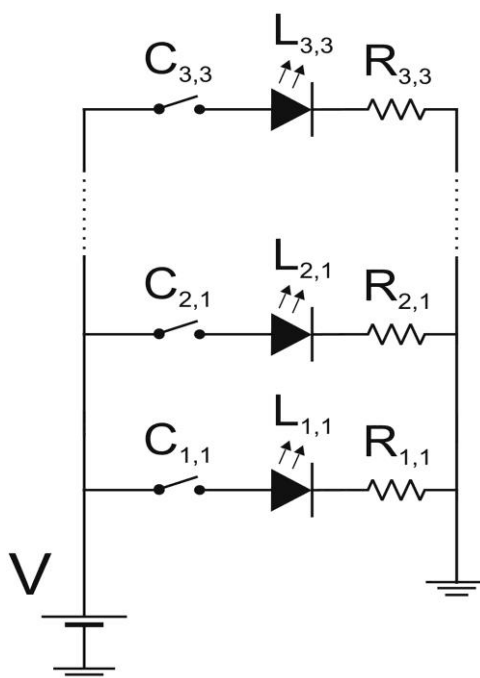


Figura 2: Circuito necessário para o acionamento do iluminador.

Então, para fazer esse iluminador serão necessários LEDs de alto brilho 5mm (9 unidades), chaves alavanca duas posições 2T liga/desliga (9 unidades), fonte de alimentação (gratuita, pois utiliza um carregador de celular sem uso) e uma lente (lupa 50~mm). O custo da elaboração do material seria em torno de R\$50,00, considerando valores consultados na internet em novembro de 2021.

Uma das aplicações sugeridas para esse iluminador é um experimento sobre imagens reais. Nesse experimento, o iluminador, a lente e um anteparo são alinhados conforme a figura 3. Podemos observar que o experimento está sendo realizado com uma iluminação ambiente.



Figura 3: montagem experimental. À esquerda vê-se a parte traseira do iluminador; ao meio, uma lente convergente presa a um suporte e à direita a imagem produzida em um anteparo.

Inicialmente é preciso ajustar as distâncias entre o iluminador, a lente e o anteparo. Ao acionar o LED superior, a imagem seja projetada na parte inferior do anteparo, e acionando o LED inferior, a imagem será projetada na parte superior do anteparo, conforme a figura 4.

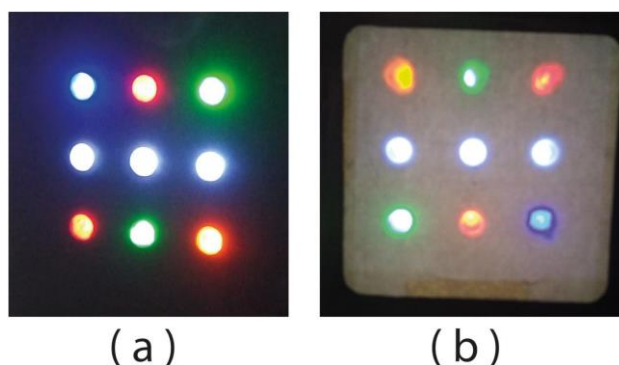


Figura 4: (a) está representado o iluminador com todos os LEDs já acionados. (b) a imagem do objeto projetada sobre o anteparo.

A partir disso, poderá ser aplicado a metodologia POE, pois antes de realizarem o experimento, poderão discutir sobre o que se espera deste experimento; após isso, observar o que está acontecendo no experimento e por fim, discutir o que foi visto e a partir daí concluir o que de fato aconteceu.

Pelo resultado da figura 4, poderá ser concluído que a imagem que vemos é uma imagem real, ou seja, ela pode ser projetada porque possui energia luminosa incidindo sobre o anteparo no plano de imagem. E também observamos a inversão de imagem produzida por uma lente convergente. O LED superior direito (verde) aparece na imagem no lado inferior esquerdo. O LED inferior esquerdo (vermelho) aparece na imagem no lado superior direito. Por isso, é possível definir que uma inversão de imagem como a rotação do objeto em torno da direção do eixo óptico por um ângulo de 180 graus. Pode-se aproveitar esse experimento e discutir também, raios paraxiais, porque os LEDs foram posicionados a distâncias simétricas em relação ao eixo óptico, na imagem é fácil observar que os LEDs laterais possuem imagens distorcidas em relação a imagem do LED central.

Silva e Laburú (2015) apresentam uma alternativa de baixo custo em relação ao experimento de óptica chamado “*Magic Hologram - Mirage 3D*”, representado na Figura 5. Esse experimento, basicamente, é sobre ilusão óptica, porém o custo dele é elevado para os professores adquirirem e levarem para a sala de aula.



Figura 5: Experimento Magic Hologram - Mirage 3D.

A alternativa de baixo custo seria com uma lâmpada incandescente com soquete, fixada em uma base de madeira e a fiação adaptada à tomada padrão. Para as medições será utilizada uma régua. Precisarão medir o diâmetro do bulbo da lâmpada e dividir por quatro para determinar o valor do foco ($f = R/2$). Para obter a distância do objeto e da imagem, será imaginado como eixo principal (Figura 6) uma reta longitudinal que transpassa o filamento em direção ao centro da rosca da lâmpada, para estabelecer o vértice do “espelho” côncavo nesta reta.

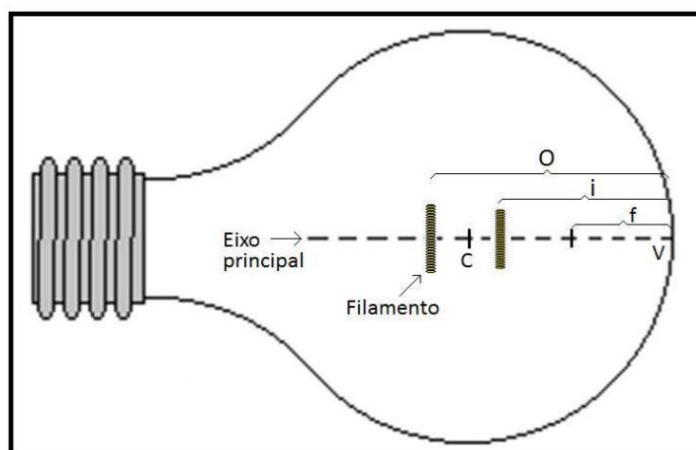


Figura 6: Exemplo para orientação da obtenção das distâncias. O desenho considera um filamento retilíneo.

O experimento com a lâmpada está demonstrado na Figura 7. O que ocorre é que aparece uma imagem do filamento brilhante próximo ao do objeto real (filamento). O filamento emite uma luz e as superfícies internas, nesse caso não são espelhos como no experimento Magic Hologram, mas são vidros transparentes que funcionam como refletores. Essas posições podem ser medidas através da equação dos pontos conjugados dos espelhos esféricos.

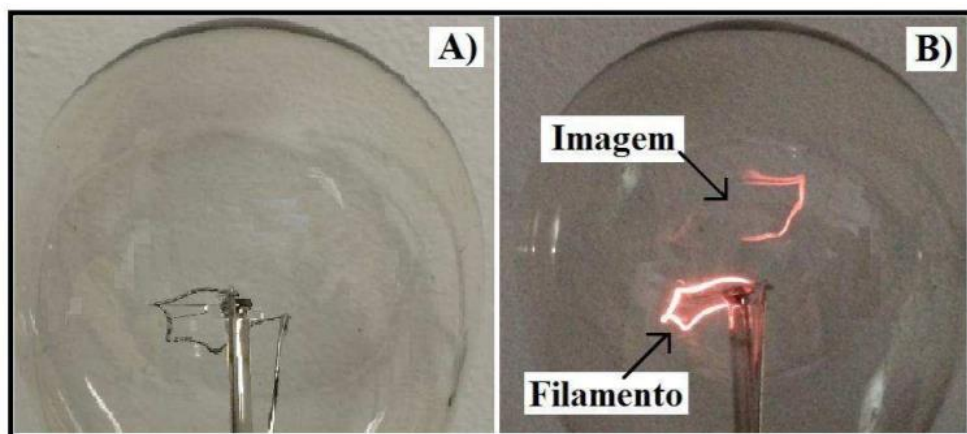


Figura 7: A) Lâmpada apagada. B) Lâmpada acesa demonstrando o filamento (objeto) e a imagem.

Assim sendo, com a lâmpada apagada, orienta-se o estudante para que encontre a distância focal e a distância do objeto (filamento), calculando então a distância da imagem pela equação já mencionada, considerando o eixo principal referido. Depois disso, com a lâmpada acesa, orienta-se o estudante a medir a distância da imagem observada para confirmar a distância calculada.

Três diferentes tamanhos de bulbos de lâmpadas estão exemplificados na Figura 8. Ela apresenta os resultados das distâncias das imagens diretamente medidas com a régua para serem comparadas com as calculadas.

Lâmpada	Diâmetro do bulbo (cm)	Foco (cm)	Objeto (cm)	Imagem medida (cm)	Imagem calculada ⁶ (cm)
Sylvania (150 W – 127)	7,50	1,87	4,50	3,20	3,22
Osram (100 W – 220 V)	5,50	1,37	3,10	2,50	2,44
Philips (40 W – 127 V) ⁷	5,00	1,25	1,90	3,40	3,57

Figura 8: Tabela com os resultados.

6. Considerações finais

Este trabalho foi uma oportunidade do estudante da universidade, futuro professor, ter um pequeno contato com o professor de educação básica da rede pública. A disciplina de Pesquisa em Ensino de Física nos apresentou muitos artigos que falam sobre a lacuna entre universidade e escola, e com essa atividade de Prática na Escola nós tivemos a chance de aproximar um pouco mais essas duas instituições. Nós ouvimos um professor, esse professor nos relatou um problema vivido por ele na sala de aula, e nós tivemos a missão de buscar na literatura uma solução para tal problema.

Sendo assim, sugerimos um artigo de revisão, para o professor consultar, e apresentamos duas propostas de atividades experimentais de baixo custo, em atendimento ao interesse do professor. Portanto, espero que seja útil ao professor e que, para os próximos anos, consiga desenvolver atividades experimentais de óptica na sala de aula.

Referências

- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- CRUZ, K. G.; VIATROSKI, A. M.; LEVY, M. E. M.; SIQUEIRA N. F.; GOMEZ L. S.; BONARDI, C. Um Iluminador de Baixo Custo para a Realização de Experimentos de Óptica Geométrica. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2017.
- DELABETHA, A; DA COSTA, G. M. T. Psicopedagogia e Suas Áreas de Atuação. Vol. 9 – Nº 20 - Julho - Dezembro 2014.
- LUDKE, M.; CRUZ, B. G. Aproximando universidade e escola de educação básica pela pesquisa. Cadernos de Pesquisa, v. 35, n. 125, p. 81-109, 2005.
- OLIVEIRA, S. R. P. A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2003.
- RIBEIRO, P. L. J.; VERDEAUX, S. F. M. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2012.
- SCHWAHN, A. C. M.; SILVA, J.; MARTINS, C.T. A Abordagem POE (Predizer, Observar e Explicar): Uma Estratégia Didática na Formação Inicial de Professores de Química. PPGEICIM - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Luterana do Brasil, ULBRA, Canoas-RS.
- SILVA, M. H. O.; LABURÚ, E. C. Uma Alternativa de Baixo Custo ao Experimento de Óptica Denominado Comercialmente “Magic Hologram – Mirage 3D”. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2015.
- TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. Revista brasileira de Educação, v. 13, n. 5, p. 5–24, 2000

Apêndice A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa sobre Prática na Escola, que será feita pela aluna Andriely Fontoura Mengue, graduanda do curso de Física Licenciatura. A orientadora dessa pesquisa é a Dra. Eliane Veit, professora do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O objetivo dessa pesquisa é inserir o aluno de graduação na escola para ter contato com um professor da rede pública. Essa entrevista ajudará o graduando a entender melhor a situação dos professores da rede pública e detectar um possível problema relativo a sala de aula de Física. Logo, o graduando apresentará uma proposta para tentar solucionar esse problema.

Informamos que:

- sua participação é inteiramente voluntária e não remunerada;

- a entrevista será gravada;
- as informações dessa pesquisa serão utilizadas apenas para a realização desse trabalho e poderão ser divulgadas em publicações científicas, mas sua identidade será preservada.
- você poderá se recusar a responder alguma pergunta;
- você poderá interromper sua participação a qualquer momento antes da divulgação dos resultados, basta informar o pesquisador;
- o resultado da pesquisa estará à sua disposição quando finalizada.

Declaro ter lido e entendido todas as informações contidas neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Dessa forma, estou de acordo com a minha participação na pesquisa.

Apêndice B - Entrevista

Entrevistador (Andriely): Para a gente iniciar, eu queria saber como foi a tua trajetória como aluno? Você tinha preferência por alguma matéria?

Entrevistado (Professor): Eu não gostava de Física de jeito nenhum, minha irmã é formada em Física né, e eu não gostava, eu gostava de desmanchar coisas, brincar com equipamentos eletrônicos, gostava de desmanchar, montar, criar coisas novas. Sabe aquele sistema de roldanas? Então quando eu era pequeno foi fantástico, eu descobri aquilo daí minha irmã me ajudou né, ela tava fazendo Física, ela me ajudou fazer sistema de roldanas e levantar peso e aí foi onde ela fez cada vez mais eu me encantar com a Física.

Entrevistador (Andriely): A sua formação, como você já me comentou, é em Matemática com pós em ensino de Física, isso?

Entrevistado (Professor): Isso, tanto especialização quanto pós em ensino de Física. Fiz mestrado em Ensino de Física.

Entrevistador (Andriely): E você tá há quanto tempo atuando dentro da sala de aula?

Entrevistado (Professor): 9 anos.

Entrevistador (Andriely): Em quais escolas que você já atuou? Todas foram da rede pública?

Entrevistado (Professor): Já dei aula para cursinho, em escola particular, e me convidaram agora mesmo para ir para outra escola e eu acabei rejeitando, mas agora só estou com a rede pública.

Entrevistador (Andriely): Como está sendo ensinar nesses tempos de exceção? Não sei como estão as aulas, ensino híbrido ou presencial?

Entrevistado (Professor): A gente tá no ensino híbrido né, eu não tenho problema nenhum para gravar as aulas, mas tem professores que não gostam de gravar aula. Mas por mim, toda minha aula é gravada. Se tem alguma coisa errada isso é normal, a única diferença é que vai estar gravado, mas isso são coisas da vida da gente, às vezes cometemos algumas gafes, por exemplo, errei um cálculo, aí tu chega no outro dia e corrige, se tu não lembrar, um aluno vai te avisar, para mim não é problema. O que me deixa meio assim é questão de experimentação né, porque normalmente os alunos não se interessam muito por física né, e a experimentação é um meio onde consigo ter a atenção deles, e no ensino híbrido fica mais complicado.

Entrevistador (Andriely): A gente sabe que o professor, em muitos casos, não tem tempo para fazer planejamento das aulas. Você consegue fazer planejamento?

Entrevistado (Professor): Vamos lá, muitas vezes a gente já tem um passo a passo do que vai ter de conteúdo, a gente tem mais ou menos, eu sei o que vai ter no primeiro trimestre no segundo e no terceiro né, a gente mesmo monta no início do ano. Porém é muito complicado,

eu não posso fazer um planejamento geral, porque a 101 acompanhou, a 103 não acompanhou e a 104 ficou na metade, eu não posso tratar todo mundo como se fosse igual, mesmo que a gente tenha que planejar. Eu passo o mesmo conteúdo né, mas de formas diferentes por que tu vai analisando a turma e vai saber até onde tu vai poder ir.

Entrevistador (Andriely): Tem quantos alunos, mais ou menos, na turma?

Entrevistado (Professor): Agora pós pandemia eu tenho turmas que tem no máximo 20 alunos, tô sendo sincero, e eu tenho alunos que são figurinhas, pois não interagem.

Entrevistador (Andriely): Como é o interesse deles por ciência?

Entrevistado (Professor): Eu às vezes acho que a falta de interesse dos adolescentes tem relação com a infância, porque a criança é muito podada, porque cada vez que vai perguntar tu responde é aquilo ou disse que está ali ou é desta forma, não tem um diálogo com as crianças né, então tu já chega no ensino médio com esse problema de ter vergonha né. Então eu digo para eles que perguntando e tirando as dúvidas que se aprende. Mas sempre tento despertar o interesse deles fazendo link com dia a dia, por exemplo, digo que eles precisam entender um pouco sobre parte hidráulica, parte elétrica, porque vai ser útil. Procuro levar conta de luz para ensinar a física e eles entenderem que é importante para a vida deles. Eu gosto de levar experimentos para a sala de aula, sinto que o interesse aumenta muito.

Entrevistador (Andriely): Você consegue aplicar esses experimentos nas tuas aulas?

Entrevistado (Professor): Sim, sempre apliquei, e o que tá me salvando agora na parte experimental são os softwares de simulação. Mas, os experimentos fazem parte da minha aula, e meus alunos gostam, porque muitos alunos que estão no terceiro ano lembram dos experimentos que fizemos no primeiro ano do ensino médio, então isso faz eu acreditar que estou no caminho certo.

Entrevistador (Andriely): Como você avalia o ensino de física nas escolas, atualmente?

Entrevistado (Professor): Um dos grandes problemas não está nem na física, eu acho que um dos grandes problemas está no ensino da matemática. Muitas vezes os alunos entendem o conteúdo que eu passo de física, mas eles não sabem calcular, não sabem isolar uma variável em uma equação simples. E eles tem vergonha de falar que não sabem, que não entenderam.

Entrevistador (Andriely): Você teria algum ponto que perceba que poderia melhorar nas aulas e por algum motivo não consegue?

Entrevistado (Professor): Um problema que eu sempre tenho, tu não vai nem acreditar, mas é de fazer experimentos de óptica, porque eu sei que consigo fazer experimentos simples que abordam esse assunto, mas eu nunca parei para fazer e organizar nada. O tempo para abordar esse conteúdo também prejudica, é final de ano, tenho que passar correndo. Então eu gostaria de uma ajuda sobre isso.

Uma proposta de experimento de baixo custo sobre fluxo de calor utilizando o método POE, possibilidade de construção de um laboratório em uma Escola Estadual de Ensino Básico

Gabriel Justo das Neves

1. Introdução

Consultando a literatura de ensino é notável a existência de uma fronteira entre a pesquisa em ensino realizada na universidade e a prática docente da escola básica (REZENDE e OSTERMANN, 2005; SILVA e BARTELMÉBS 2011). As pesquisas desenvolvidas nas universidades não costumam ser procuradas por professores da escola básica para melhorarem suas práticas, assim como os pesquisadores utilizam a escola básica para gerar dados para as pesquisas, porém, de maneira geral, não inserem os professores na escolha da questão de pesquisa, no desenvolvimento do projeto, na coleta e análise dos dados e na divulgação dos resultados (ZEICHNER, 1998 apud REZENDE; OSTERMANN, 2005).

Este trabalho busca romper a fronteira entre a universidade e a escola básica, dando voz a uma professora de ensino médio de uma escola pública estadual do Rio Grande do Sul. Essa proposta é parte da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O objetivo da intitulada “Prática na Escola” é promover a aproximação entre a universidade e a escola, sendo realizada uma entrevista pelos estudantes da universidade com um/a professor/a que ministre a disciplina de Física na rede básica. As entrevistas são desenvolvidas com objetivo de apontar uma necessidade ou problema que os professores identificam em suas práticas; cabe aos graduandos construir um ensaio de solução para a problemática.

A professora entrevistada apontou dificuldades em desenvolver atividades experimentais por falta de tempo e de materiais adequados, indicando o interesse por experimentos de baixo custo. Para produzir um ensaio de solução para o problema apontado foi realizada uma busca na literatura especializada em ensino de física. Duas propostas foram selecionadas, uma apresenta a construção de um experimento de baixo custo para a investigação da propagação de calor, a outra propõe a construção de um laboratório de baixo custo na escola. No sentido de orientar na prática experimental foi escolhido o método de ensino Predizer, Observar, Explicar (POE), que se enquadra bem para atividades experimentais demonstrativas e práticas. Este trabalho foi organizado em cinco seções, são elas: seção 1 apresenta uma introdução, seção 2 traz o relato da entrevista e a problemática[1], seção 3 apresenta uma breve busca na literatura, seção 4 evidencia o embasamento teórico do trabalho e seção 5 é proposta a alternativa de solução. Por último, serão feitas algumas considerações e reflexões.

2. Dando voz à professora

Parte fundamental deste trabalho é a entrevista realizada com uma professora da rede estadual que atua no município de Santo Augusto/RS. O município, distante 435 quilômetros de Porto Alegre, contava com 13.970 habitantes³, segundo o último censo. A escola em que a professora atua no município oferece o ensino fundamental, o ensino médio, a educação para

³ Informações presentes na página da Prefeitura de Santo Augusto/RS:
<<https://santoaugusto.rs.gov.br/o-municipio/>>.

jovens e adultos e um curso técnico em enfermagem. Segundo a professora relata na entrevista (Apêndice A), a escola possui boa estrutura, contendo pátio amplo, sala de informática e um laboratório. Porém, a professora não teve a oportunidade de utilizar o laboratório da escola por estar fechado há algum tempo. A entrevista foi realizada por meio da plataforma *Google Meet* e teve seu áudio gravado mediante a autorização da professora. Uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B) foi enviada para seu e-mail, e no início da entrevista a professora confirmou sua leitura e aceite.

A entrevistada estava na escola no momento da entrevista que teve duração de 34 minutos. Durante toda a entrevista a professora foi atenciosa e falante, demonstrando estar tranquila em sua participação, dando inúmeras informações importantes sobre sua trajetória profissional, como no seguinte trecho:

Assim, quando eu fiz o curso na Unijuí em Ijuí, durante o curso eu gostei muito do curso, nós tínhamos atividades laboratoriais. Inclusive, depois que eu me formei, o estado financiou um curso que ele pagava acho que 300 reais para fazer esse curso de laboratório, que só trabalha com atividades práticas. Eu na realidade na física, eu gosto de trabalhar com atividades práticas, tá! Único que não, a gente não consegue trabalhar muito porque nós não temos laboratório adequado e falta material.

Nesse trecho fica evidente o interesse da professora por atividades experimentais. Porém, afirma ter pouco tempo para preparar as aulas, pois leciona em três escolas em municípios distintos. Ao ser questionada sobre os principais desafios ela aponta que: “Assim, o maior desafio que a gente tenha, que depende da escola é a questão dos alunos virem para escola com vontade de estudar, é um dos maiores desafios e como fazer com que eles prestem atenção nas tuas aulas[...]”. Essa frase evidencia seu interesse em despertar a participação dos alunos em suas aulas, sendo uma dificuldade encontrada por ela. Quando questionada de que forma poderia auxiliá-la por meio deste trabalho, a entrevistada relata o seguinte problema.

É nessa parte que eu tô com dificuldade. Tempo para ter como planejar as aulas e atividades práticas, de preferência teriam que ser de baixo custo, tem que ser com material reciclável, porque eles podem dependendo do material até eles trazem, entendeu? Se é de alto custo eles dependem da escola que não tem condições de comprar[...]

Com base neste relato foi realizada uma busca na literatura, que é descrita na próxima seção. Importante destacar que a escola possui o espaço físico de um laboratório, mas esse não possui equipamentos para realizar experimentos. O laboratório de informática, segundo a professora, pode ser utilizado e possui acesso à internet.

3. Estudos anteriores

Com base no que a professora retratou na entrevista a respeito da dificuldade e desejo de encaminhamento, os termos utilizados para a busca na literatura foram: “experimentos de física”, “experimentos de baixo custo” e “alfabetização científica”. Para realização das buscas, foram consultadas três revistas da área de ensino de física, são elas: *Física na Escola*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* e *Revista Brasileira de Ensino de Física*. As revistas consultadas foram escolhidas por serem da área e devido a limitação de tempo para realização da busca. Como condição de consulta, foram selecionados artigos a partir do ano de 2010 e apenas publicados em português, pois o objetivo é apresentar um ensaio de solução com práticas atuais. Essa condição também diminui o volume de estudos para avaliação.

Realizando a busca com os termos e revistas descritas acima, foram encontrados 185 artigos. A partir da leitura dos títulos dos artigos e em alguns casos do resumo, foram selecionados seis artigos para leitura completa, apresentados na tabela 1. A partir da leitura dos artigos foi observado que o uso de computadores, *softwares* e *hardwares* é recorrente em práticas de laboratório de baixo custo. A utilização destes recursos pode possibilitar a realização de experimentos e diminuir os custos, mas exige dos professores conhecimento e intimidade com o uso de tais recursos; outra questão é a necessidade destes equipamentos na escola. Por isso, foram escolhidos os artigos *Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino* (ROSA et al., 2015) e *Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio* (NEVES e PEREIRA, 2019), que encaminham atividades de baixo custo com a opção de não se utilizar computadores e demais recursos já citados.

Tabela 1: Artigos selecionados para leitura.

Título	Autores	Periódico	Ano
Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino	Rosa, C.T.W.; Trentin, M.A.; Rosa, A.B.; Giacomelli, A.C.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2015
Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio	Silva, J.C.X.; Leal, C.E.S.	Revista Brasileira de Ensino de Física	2017
Um Estudo Experimental sobre a Luz Negra com Smartphone	Soga, D.; Ueno-Guimarães, M.H.; Muramatsu, M.	Revista Brasileira de Ensino de Física	2020
Espectroscopia óptica de baixo custo: uma estratégia para a introdução de conceitos de física quântica no ensino médio	Azevedo, A.L. Sousa, A.K.S.; Castro, T. J.	Revista Brasileira de Ensino de Física	2019
O “Efeito Estufa” na Sala de Aula: um experimento de baixo custo para demonstrar a absorção de radiação infravermelha por gases estufa como o dióxido de carbono	Junges, A.L.; Bühler, A.J. Massoni, N. T.; Siebeneichler, A.F.S.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2020
Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos	Neves, D.R.M.; Pereira, B.A.; Pereira, S.A.; Bianco, A.A.G.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2019

4. Embasamento teórico

Para realizar uma proposta didática de forma coerente precisamos nos apoiar em um referencial teórico adequado aos nossos objetivos. Observando a fala da entrevistada e seu desejo de encaminhamento de solução, ficou clara a escolha pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A escolha tomada tem como objetivo propiciar uma Aprendizagem Significativa, sendo definida como o processo em que uma informação nova interage de maneira não arbitrária e substantiva com a estrutura cognitiva de quem está aprendendo (MOREIRA, 2011). Desse modo o aprendiz dá significado ao que está aprendendo, contrapondo uma aprendizagem mecânica, onde ocorre apenas a memorização da informação (MOREIRA, 2006).

Alguns conceitos fundamentais para a compreensão da Teoria da Aprendizagem Significativa serão esclarecidos. Um conceito fundamental na teoria de Ausubel são os subsunçores, entendidos, basicamente, como os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Eles permitem que uma informação não arbitrária, aquela que se relaciona com o subsunçores, e substantiva, aquela que se aprende a ideia do conhecimento, diferente da memorização de uma definição específica, sejam ancoradas na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2011). Para a ocorrência da aprendizagem significativa é necessário que o material seja potencialmente significativo para o indivíduo, ou seja, permita a interação dos novos conceitos com subsunçores já existentes na estrutura cognitiva daquele indivíduo. A proposta realizada neste trabalho tem como objetivo encaminhar o uso de materiais potencialmente significativos, incentivando uma abordagem que considere os conhecimentos prévios dos estudantes.

Para a aplicação da proposta didática que promova uma aprendizagem significativa, o método POE (Predizer, Observar, Explicar) foi escolhido como metodologia para as atividades experimentais propostas na próxima seção. Esse método consiste em três etapas, a primeira é denominada de predizer, que tem como objetivo fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, ao mesmo tempo em que propicia no estudante o engajamento cognitivo com o problema apresentado. Nessa etapa é pedido ao estudante que faça previsões sobre uma montagem experimental, explicando a partir de seus conhecimentos. Na segunda etapa, observar, o aprendiz executa ou observa o experimento, sendo incentivado a comparar sua previsão com a observação. A terceira etapa chamada explicar, o estudante explica os motivos de sua previsão não se concretizar na observação, caso não se aplique, pode justificar os motivos de ter realizado a previsão comparando com o experimento (CID e SASAKI, 2018).

O método POE tem potencial de instigar os alunos a buscarem o conhecimento, aumentando o engajamento dos estudantes na aula, já que terão seus conhecimentos desafiados, possivelmente irão observar que necessitam de novos conhecimentos para compreender os experimentos realizados. Ao mesmo tempo permite ao professor identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, propiciando o uso de um material potencialmente significativo.

5. Ensaio de proposta de solução

Na seção 3 foram apontados dois trabalhos selecionados por abordarem atividades de baixo custo; ambos podem ser aplicados utilizando o método POE. O trabalho de Rosa et al. (2015) apresenta uma proposta de atividade experimental que analisa a condutividade térmica de dois materiais e a transição do fluxo de calor de regime transiente para estacionário. A variação do fluxo de calor é denominada de fluxo transiente de calor. O fluxo transiente de calor pode ser explicado por uma barra sendo aquecida em uma de suas extremidades. Medindo-se a temperatura da barra em diferentes pontos, percebe-se que as temperaturas são

diferentes e no transcorrer do tempo elas irão variar. O experimento proposto apresenta a montagem presente na Figura 1, onde são utilizados: uma lata de azeite, fio de cabo paralelo, soquete para lâmpada incandescente, lâmpada incandescente de 60 W a 100 W, madeira para fazer a base, uma barra de cobre e uma barra de alumínio, ambas com medida de 42 cm de comprimento, 2 cm de largura e 3 mm de espessura, e um plugue macho 2 P.



Figura 1: Aparato experimental. Fonte: ROSA et al. (2015).

Rosa et al. (2015) propõem duas montagens experimentais diferentes, uma utilizando termômetros convencionais e outra utilizando sensores e Arduino⁴. A prática sugerida neste trabalho faz uso da montagem com termômetros, presente na Figura 2. Essa prática não requer da professora conhecimento e domínio do uso do Arduino e linguagem de programação, mas não exclui o uso do computador, já que na proposta ele será utilizado pelos estudantes para construção de tabelas e gráficos com os valores obtidos no experimento.

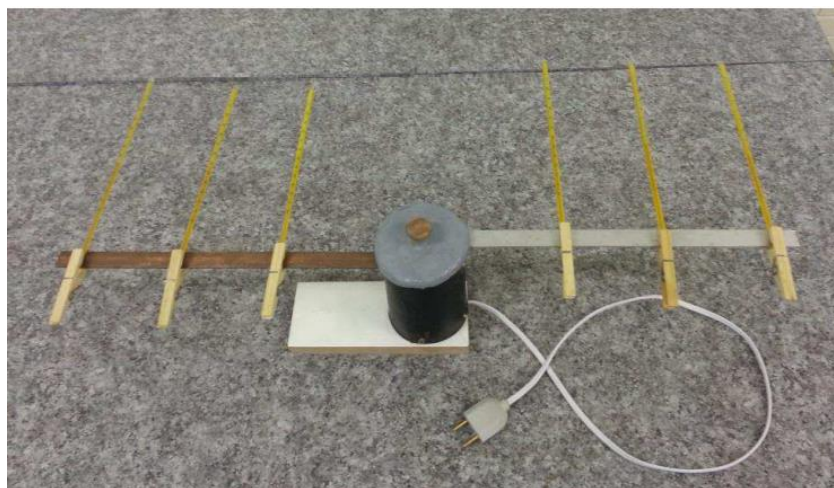


Figura 2: Montagem experimental proposta. Fonte: ROSA et al. (2015).

Os estudantes podem participar e colaborar na montagem do experimento, sendo incentivados a realizarem a primeira etapa do método POE. Perguntas devem ser formuladas pela professora, como: “A temperatura será a mesma em todos os termômetros de uma mesma barra?” e “A temperatura irá variar da mesma forma nas duas barras?” incentivando os estudantes a prever o que deve acontecer no experimento. O objetivo será investigar a diferença do fluxo de calor em duas barras de mesmas dimensões, mas de materiais diferentes (alumínio e cobre), e investigar o fluxo transiente de calor em ambas as barras. Para isso, três termômetros são colocados em cada barra, com distância de 10 cm, 20 cm e 30 cm respectivamente da lata. A partir dessa montagem os estudantes devem continuar suas

⁴ Arduino: é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>

previsões até a realização do experimento. Na segunda etapa os estudantes irão observar o que acontece com as medidas de temperatura e anotar valores de temperatura em intervalos iguais de tempo. Rosa et al. (2015) apresentam uma tabela com valores coletados na realização do experimento, Tabela 2.

Tabela 2: Dados coletados no experimento.

Tempo (min)			0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Temp. (C°)	Cu	T 1	16,0	18,0	27,0	35,5	43,0	47,0	51,5	54,0	56,0	58,5	59,0	60,5	61,0
		T 2	16,0	17,0	21,5	25,0	31,5	35,5	38,0	41,0	43,5	45,0	45,5	47,0	48,0
		T 3	16,0	16,0	18,5	21,0	25,0	29,0	32,5	35,0	37,5	39,0	40,0	40,5	41,0
	Al	T 1	16,0	18,0	25,5	34,0	40,0	45,5	47,0	50,0	52,5	53,0	54,0	54,0	54,5
		T 2	16,0	16,0	19,5	24,0	29,5	33,0	35,5	37,0	39,5	40,0	41,0	41,0	41,5
		T 3	16,0	16,0	17,0	20,0	23,0	27,0	29,5	31,0	32,5	33,0	34,0	34,5	35,0

Fonte: ROSA et al. (2015).

Na última etapa, a partir das tabelas e dos gráficos que irão construir utilizando computadores, os estudantes devem relatar suas observações. O objetivo é que os estudantes sejam incentivados a ter contato com tais tecnologias e seus recursos, também favorecendo a análise de suas previsões ao poderem analisar os gráficos construídos. Após a primeira montagem e realização do experimento, o aparato experimental estará pronto, podendo ser utilizado com outras turmas, inclusive, em seguidos anos por não se deteriorar com facilidade. Assim, se iniciaria a construção de um laboratório de baixo custo na escola.

Neves e Pereira (2019) apresentam um relato bastante incentivador para a construção de um laboratório de baixo custo. A proposta inicia com o planejamento dos conteúdos e experimentos que serão desenvolvidos. Os autores sugerem experimentos nas áreas de mecânica, óptica, eletricidade, magnetismo, hidrostática, termologia e física moderna. Na Figura 3 são demonstrados alguns dos experimentos construídos. Eles podem ser adaptados ou substituídos por outros, mas apresentam uma alternativa viável para que os estudantes tenham contato com experimentos de física na escola básica.



Figura 3: Dois aparatos experimentais montados utilizando canos de PVC.

(1. trilho de ar utilizando um compressor, 2. trilho óptico). Fonte: NEVES e PEREIRA (2019).

Outros experimentos são sugeridos para compor o laboratório de baixo custo, entre eles estão: calorímetros, coletor solar térmico para aquecimento de água utilizando garrafas PET e

caixas Tetrapak, eletroscópios com tubo de papelão e folha de alumínio, materiais simples como canudos plásticos, ímãs e resistores, possibilitando uma grande abrangência de conteúdos com baixo investimento. Muitos dos experimentos podem ser montados pelos estudantes, e a aplicação do método POE se enquadra adequadamente, possibilitando uma aprendizagem significativa.

6. Considerações finais

A partir da atividade “Prática na Escola”, motivadora da construção deste trabalho, foi possível entrevistar uma professora da rede pública estadual e identificar uma necessidade apontada por ela em sua prática docente. Por meio da busca na literatura foram selecionados dois artigos aqui apresentados de forma resumida: um encaminhando para a aplicação de uma atividade experimental em detalhes, e o outro incentivando a construção de um laboratório de baixo custo. Importante ressaltar que o objetivo do trabalho é auxiliar a professora, apresentando um ensaio de solução para o problema apontado. Para isso, foi sugerido o método POE como metodologia de aplicação de atividades experimentais, visando promover uma aprendizagem significativa e o engajamento dos estudantes. Com este trabalho é esperado que a professora se sinta encorajada a aplicar a atividade proposta e também dar início à construção de um laboratório de física de baixo custo na escola em que leciona.

Referências

- AZEVEDO, A. L. SOUSA, A. K. S.; CASTRO, T. J. Espectroscopia óptica de baixo custo: uma estratégia para a introdução de conceitos de física quântica no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº 4, e20180349, 2019.
- CID, A.; SASAKI, D. Uma proposta de ensino do princípio de stevin através do método predizer - observar - explicar (poe). In: **XVII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**. Campos do Jordão, p. 1–10, 2018.
- JUNGES, A. L.; BÜHLER, A. J. MASSONI, N. T.; SIEBENEICHLER, A. F. S. O. “Efeito Estufa” na Sala de Aula: um experimento de baixo custo para demonstrar a absorção de radiação infravermelha por gases estufa como o dióxido de carbono. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 849-864, ago. 2020.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. 111p, 2006.
- MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 1(2), 43-63, 2011.
- NEVES, D. R. M.; PEREIRA, B. A.; PEREIRA, S. A.; BIANCO, A. A. G. Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 256-286, abr. 2019.
- REZENDE, F. e OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3: p. 316-337, dez. 2005.

ROSA, C. T. W.; TRENTIN, M. A.; ROSA, A. B.; GIACOMELLI, A. C. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2015, v. 33 n. 1: p. 292-305, abr. 2016.

SILVA, João Alberto da; BARTELMEBS, Roberta Chiesa. A Comunidade de Prática como Possibilidade de Inovações na Pesquisa em Ensino de Ciências nos Anos Iniciais. **Acta Scientiae**, v. 15, n. 1, p. 191–208, 2011.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 1, e1401, 2017.

SOGA, D.; UENO-GUIMARÃES, M. H.; MURAMATSU, M. Um Estudo Experimental sobre a Luz Negra com Smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, e20190107, 2020.

Apêndice A

Entrevista

Gabriel: Poderia falar um pouco da sua escolha pela carreira de professora? Como foi sua graduação, onde fez, gostou do curso, o que achou dele? De forma geral.

Professora: “Sim, eu entrei no curso em 1990 e alguma coisa, que eu não me lembro, 97 eu acho, eu levei sete anos para me informar, porque eu fazia três disciplinas, eu já trabalhava com a disciplina de física com contrato, eu escolhi a disciplina de física porque eu sempre eu tive um olhar diferente para disciplina, eu sempre gostei da Física em si e dos propósitos e dos objetivos que ela traziam para nossa vida, que tudo na física tem a ver com a nossa realidade, desde o movimento, desde o repouso, desde o calor temperatura tem tudo a ver com a nossa vida que está presente no cotidiano, só que a escolha pra dar aula foi uma questão assim de como me posicionar como professora de uma maneira visando um olhar diferente ao aluno, essa foi a minha questão principal.”

Gabriel: A senhora gostou do curso que fez?

Professora: “Assim, quando eu fiz o curso na Unijuí em Ijuí, durante o curso eu gostei muito do curso, nós tínhamos atividades laboratoriais. Inclusive, depois que eu me formei, o estado financiou um curso que ele pagava acho que 300 reais para fazer esse curso de laboratório, que só trabalha com atividades práticas, eu na realidade na física, eu gosto de trabalhar com atividades práticas, tá! Único que não a gente não consegue trabalhar muito porque nós não temos laboratório adequado, falta material. Às vezes o laboratório é em um porão ou é numa sala inadequada e falta materiais básicos, mas eu sempre trabalho prática com eles tá”

Gabriel: Mais ou menos quanto tempo é professora de física?

Professora: “No estado como falta professores eles te colocam dá aula de qualquer lugar, entendeu, e de qualquer coisa. Então assim, porque existe carência de professor, tá. Eu já dei aula de ciências, de matemática atualmente eu trabalho em três escolas, uma escola eu dou

física, química e ciências dos materiais de apoio pedagógico de ciências e uma outra escola eu dou só física, mas uma física mais voltada a área indígena né que é uma outra realidade e uma outra escola que também dou física porém ela é mais focada questão de vestibular questão de nenhuma outra realidade tá tão três realidades diferentes que eu trabalho e ao extremo e possibilidade de abordar em diferentes ambientes planeja suas aulas objetivo e metodologia assim para cada série e turma tem que ter um objetivo nem tudo que eu aplico no primeiro ano é a mesma coisa que aplica no primeiro ano isso vai para o segundo e o terceiro e nem tudo que eu planejei, eu acho que vai dar certo dá certo tá ou eu acho que vai dar errado e dá certo entendeu isso varia conforme a interpretação dos alunos conforme o programei a aula conforme dependendo da atividade prática também tem a ver com isso quando a temperatura tem que ver o meio ambiente tão tudo depende de tudo...”

Gabriel: Possui alguma preferência por ano?

Professora: “Assim, se eu fosse escolher, eu escolheria segundo ano, porque eu gosto do conteúdo 2º ano ou 3º ano, mas para mim não tem assim muita. Só que eu quero te explicar uma coisa, eu antes de fazer faculdade eu fiz magistério. Então eu passei por todas as turmas, desde o primeiro aninho ao ensino fundamental, até o ensino médio, eu passei por todas as formas delas e quase tudo...”

Gabriel: Os desafios que você enfrenta na sala de aula como professora de física são diferentes no ensino presencial e no remoto?

Professora: “Assim, o maior desafio que a gente tenha que depende da escola é a questão dos alunos virem para escola com vontade de estudar, é um dos maiores desafios e como fazer com que eles prestem atenção nas tuas aulas. Entendeu? Na tua explicação, porque às vezes eles dormem, às vezes pega o telefone escondido que tu tem que brigar, brigar não, chama atenção deles né, porque senão ele já tão grande então é bem complicado. Agora no remoto que a internet tá liberado e realmente que tá liberada né, porque a gente tem que postar as aulas eu numa escola eu dou aula em tempo real eu ligo computador e do aula para os que estão na sala...”

Gabriel: Poderia apontar um problema relacionado às aulas de física que gostaria de melhorar? Pode apontar alguma inovação que gostaria de trazer para suas aulas, que vai ser de fato o que eu vou buscar na literatura.

Professora: “Assim, como eu trabalho em três escolas para mim que tá sendo difícil planejar atividades práticas, tá! Porque eu gosto de trabalhar atividade prática, é uma coisa que eu adoro, mas como eu tô em função, eu tenho três escolas, assim tá bem difícil. Eu não dou só física, dou outras disciplinas também né. É nessa parte que eu tô com dificuldade, tempo para ter como planejar as aulas e atividades práticas e preferências teriam que ser de baixo custo, tem que ser com material reciclável, porque eles podem dependendo do material até eles trazem entendeu. Se é de alto custo eles dependem da escola não tem condições de comprar, se tu vai comprar o gerador de Van de Graaff ano retrasado era 2500 gerador, tá...”

Gabriel: Tem algum ano específico que gostaria de uma atividade ou seria mais o encaminhamento sim práticas ou de atividades que possam ser montadas para diferentes anos?

Professora: “Se tu conseguir primeiro segundo e terceiro, eu topo em fazer o que tu quiser. Não tem problema nenhum, mas eu já te disse se eu tiver que escolher, eu não gosto de escolher, porque parece que tá escolhendo aluno, mas eu gosto do conteúdo segundo ano tá! Buscando

uma eu vou começar com eles agora temperatura e calor, daí logo vem transmissão de calor, convecção e radiação e condução, entendeu? A questão da energia interna de energia térmica é mais ou menos isso que eu trabalho...”

Gabriel: A escola chega a ter um espaço para aula de física? Pode ser um laboratório que possa ser utilizado pela química ou biologia.?

Professora: “Ele tem um laboratório, mas eu não fui ainda nele tá! Ele tem um laboratório, mas não é difícil de tudo tá, assim não sei explicar muito bem do laboratório sim.”

Gabriel: Os textos apontam que as pesquisas desenvolvidas na Universidade costumam estar muito dissociadas da realidade da escola, os pesquisadores não dão a devida atenção ao dia a dia da sala de aula. Gostaria de saber o que pensa sobre esse assunto. Qual sua opinião sobre essa atividade da disciplina de Pesquisa em Ensino?

Professora: “Em relação a mim Particularmente eu me dou muito bem professores da Unijui. Então muitos materiais que o diretor de uma das escolas comprou, eu não sabia montar realmente, a gente não nasce sabendo, eu sou daquelas que eu não sei vou atrás de quem sabe e eles me ajudaram a montar. Tinha umas atividades que é nova que é era um pagamento até e eu não sabia, eu sabia mais ou menos ,mas eu não sabia explicar daquela forma que o aluno pudesse entender, porque saber para ti uma coisa, tu sabe explicar é outra coisa, e eu fui várias vezes eu vou para a universidade, é uma hora da minha casa e especificamente para isso eles dão apoio sim. Para mim, para os meus colegas eu não sei, eu me dou com eles fora da escola, entendeu. Então, eu marco um horário com eles, eu vou na universidade e eles me ajudam e auxiliam toda minha vida profissional. Eu sempre tive ajuda deles, desde quando eu comecei a dar aulas, até inclusive, um aposentado eles me ajudam assim quando mandar algum recado eu preciso de ajuda tal entendeu. Por isso, que eles que estudaram muito mais do que a gente, tem uma visão diferente do que eu tenho, uma visão que fala dela tem uma visão de Universidade, que é uma outra coisa, entendeu? E se eu pedir ajuda, eles me ajudam tá! E eles aqui na Unijui, eles tem aquele física para todos, eles vem na escola e eles tem várias atividades práticas que eles trazem e demonstram, é só se programar com a faculdade daí, lá com eles no departamento.”

Apêndice B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar da atividade Prática na Escola, desenvolvida na disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, ministrada pela professora Dra. Eliane Angela Veit. A disciplina pertence ao currículo obrigatório do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A atividade será desenvolvida por Gabriel Justo das Neves, estudante do curso de Licenciatura em Física.

O objetivo da atividade é investigar a prática de ensino e aprendizagem de física na escola pública, visando encontrar dificuldades apontadas por quem ministra as aulas. A partir das

dificuldades levantadas, será construída uma proposta, baseada na literatura, que encaminhe para uma possível solução.

Informamos que:

- sua participação é totalmente voluntária e sem nenhum benefício financeiro;
- as informações coletadas na atividade poderão ser divulgadas para fins acadêmicos dentro da disciplina, mas sua identidade será mantida de forma anônima;
- a entrevista concedida dentro da atividade será gravada, para uso na disciplina, sua identidade e a da escola serão preservadas;
- você poderá interromper seu consentimento ou interromper sua participação na atividade a qualquer momento, informando os demais participantes;
- este termo foi elaborado em duas vias, uma para você, participante, e outra para a professora responsável.

Declaro que li, compreendi e aceito todas as informações contidas neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que compreendo o objetivo e a natureza da presente atividade.

Termodinâmica no Ensino Médio: experimentos de baixo custo utilizando o método Predizer, Observar, Explicar (POE)

Júlio César Lucero

1. Introdução

A formação docente é um tema de grande interesse em pesquisas acadêmicas sobre educação e também é tema central de discussões e encaminhamentos em políticas públicas. Segundo Nacarato (2016, p.705), “além de não serem ouvidos e de não participarem das decisões que lhe dizem respeito, nos últimos anos, os professores têm sofrido uma série de regulações em seu trabalho, decorrentes das reformas educacionais pautadas em modelos empresariais”.

Dessa forma, é possível constatar “um fosso entre aquilo que as pesquisas apontam sobre a formação docente desejada e o que, de fato, é prescrito nos documentos para os diferentes sistemas de ensino” (ibid., p. 705). E, como consequência, é possível notar uma grande lacuna na relação universidade-escola, deixando o conhecimento desenvolvido por ambas as instituições desconectados entre si.

Como afirma a própria autora, em 2007 a CAPES passa a ser responsável pela formação inicial e continuada de professores da educação básica, além de coordenar o Sistema Nacional de Pós-Graduação no Brasil. Assim, a instituição surge para estreitar essa relação entre universidade e escola básica, com programas como o Prodocência e o OBEDUC (já encerrados), e o PIBID e, mais recentemente, o Programa de Residência Pedagógica⁵. Uma outra alternativa criada para estreitar as relações e os conhecimentos produzidos entre universidade e escolas é a Prática na Escola.

A Prática na Escola é uma obrigatoriedade da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Ela consiste na busca de problemas e/ou interesses de professores e professoras de escolas da educação básica por licenciandos e licenciandas em Física. A prospecção dos problemas e/ou interesses desses professores se dá por meio de uma entrevista semiestruturada. Toda a atividade da Prática na Escola é orientada pela professora regente da disciplina.

Na seção seguinte trago o contexto escolar do professor entrevistado e também a entrevista com ele realizada. As seções posteriores são compostas por um breve estudo de trabalhos anteriores que vão ao encontro da questão trazida pelo professor, o embasamento teórico e metodológico adotado, seguido de um ensaio de proposta de solução sobre a questão trazida pelo professor. E, por fim, trago algumas considerações finais.

2. Dando voz ao professor

O professor entrevistado trabalha, desde 2020, em uma escola pública estadual, localizada na periferia de Porto Alegre. A escola possui turmas do Ensino Fundamental I e II e do Ensino Médio. No bairro onde fica localizada, é a única escola que possui turmas de Ensino Médio. De acordo com o censo escolar de 2017⁶, a escola possui 1555 estudantes matriculados,

⁵ Formação de professores da Escola Básica. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica>>. Acesso em: 11 de novembro de 2021.

⁶ Secretaria da Educação RS. Disponível em: <https://servicos.educacao.rs.gov.br/dados/estatisticas_mi_est_2017.pdf>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

sendo 619 do Ensino Médio. O professor atua em turmas dos três anos do Ensino Médio nos períodos diurno e noturno.

A entrevista ocorreu de forma remota, por meio do *Google Meet*, devido à pandemia da COVID-19. A entrevista, gravada pela plataforma na qual ocorreu, aconteceu no dia 06 de setembro de 2021 e teve duração de pouco mais de 1 hora. Previamente à entrevista, o professor leu e concordou com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). De forma geral, o professor foi bastante receptivo e se mostrou empolgado em estar participando da atividade da Prática na Escola.

Na entrevista, o professor, que possui mais de 15 anos de experiência em escolas estaduais, relatou que sempre trabalhou por meio de contratos temporários e, por isso, nunca ficou muito tempo em uma mesma escola. Ao comentar seus motivos para cursar Física, ele também expressou suas dificuldades. Ele afirmou que “*na faculdade a parte que eu [o professor] mais gostava era a parte experimental, né. Fazer bastante experimentos e tal. E essa é a grande dificuldade, assim, da disciplina de Física*”. O professor apontou a falta de um laboratório de ciências adequado nas escolas onde trabalhou como um grande empecilho para realizar atividades experimentais nas suas aulas. Além disso,

O que acontece, eu, particularmente, [...] trabalho os três anos, tá. O primeiro ano eu consigo fazer bastante experimentos, assim. [...] Mas tem outras coisas que tu sente, assim, uma dificuldade grande. Por exemplo, tu vai trabalhar termodinâmica, o que que tu vai inventar, assim, de uma forma prática e didática que eu possa, eu, comprar, levar, trazer? A escola não te oferece um lugar, por exemplo, para ti guardar o teu material, né.

Dessa forma, o problema apresentado pelo professor se trata da realização de atividades experimentais sobre termodinâmica que sejam fáceis de se reproduzir, que não tenham um custo elevado e cujo aparato experimental possa ser carregado para diferentes lugares.

3. Estudos anteriores

A busca de estudos anteriores sobre o tema levantado pelo professor foi realizada inicialmente no *site* do Portal de Periódicos da CAPES. Pesquisei os termos “experiment* ensino médio”, onde obtive como resultado mais de 12 mil artigos e “experiment* ensino médio term*”, onde obtive como resultado mais de 9 mil artigos. Em ambas as pesquisas, olhei apenas os 50 primeiros resultados da busca, onde pré-selecionei quatro artigos, sendo um da primeira busca e os outros três da segunda busca. Em seguida, busquei no *site* do Caderno Brasileiro de Ensino de Física os termos “experiment* term*”⁷, com 27 resultados encontrados e cinco artigos pré-selecionados, e “experiment* térm*”, com oito artigos encontrados e três pré-selecionados. Já na busca no *site* da Revista Brasileira de Ensino de Física, pesquisei “experiment* term*”, pois não havia diferença dos resultados encontrados usando acento ou não. Foram encontrados 51 artigos e dois foram pré-selecionados. A pré-seleção dos artigos se deu pela leitura dos títulos e resumos, sendo considerados pré-selecionados os artigos que tratavam sobre o ensino de Termodinâmica.

Após a leitura dos títulos, resumos e, ainda, leitura dinâmica dos trabalhos, reduzi os artigos para seis que foram lidos mais atentamente. O quadro 1 mostra a relação desses seis artigos selecionados. A escolha se deu por trabalhos que discorrem sobre experimentos de

⁷ A busca pelos termos “experiment*”, “term*” e “térm*” se deu por buscar palavras-chave mais abrangentes, como, por exemplo, experimento, experimentos, experimentação ou experimental para a palavra-chave “experiment*”. Além disso, não filtrei as buscas por ano.

termodinâmica no ensino médio e que parecem de fácil reprodução, montagem e que possam ser carregados para diferentes lugares.

Weltner e Miranda (2002) apresentam um experimento, construído com materiais de baixo custo, para medir o calor específico do ar, dentro de uma sala de aula. Os autores explicam a teoria para se chegar em uma expressão final onde seja possível estimar o calor específico do ar. Além disso, eles propõem aparato experimental constituído por um secador de cabelos, um dinamômetro, que pode ser substituído por uma alternativa mais em conta, como um pêndulo gravitacional ou um pêndulo simples, e barras e cordas para fixação. A montagem do experimento, a explicação do fenômeno e os resultados encontrados pelos autores são discutidos no texto.

No trabalho de Silveira e Levin (2004), os autores levantam como problema a ser discutido, o que aconteceria com dois balões de festa desigualmente inflados e conectados entre si por uma mangueira inicialmente obstruída, após a desobstrução da mangueira. Os resultados variam de acordo com os volumes iniciais de ambos os balões, levantando como pontos interessantes de discussão alguns resultados contra intuitivos.

Já Monteiro et al. (2009) apresentam um experimento simples e de fácil reprodução para discutir em salas de aula do ensino médio a Segunda Lei da Termodinâmica, o conceito de entropia e seu caráter probabilístico. É possível discutir por meio deste experimento a irreversibilidade de transformações termodinâmicas, os conceitos de entropia, macroestados e microestados, denotando o seu caráter probabilístico. A Figura 1 mostra o aparato experimental utilizado, que consiste em um pote raso, com uma fenda no meio separando os dois lados e bolinhas de gude.



Figura 1: Aparato experimental do experimento apresentado e discutido no texto.
Fonte: Monteiro et. al (2009).

Quadro 1: Artigos selecionados.

Título	Autores	Ano	Revista
Medição do calor específico do ar em sala de aula	Klaus Weltner Paulo Miranda	2002	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição?	Fernando Lang da Silveira Yan Levin	2004	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Proposta de atividade para abordagem do conceito de entropia	M. A. A. Monteiro J. S. E. Germano I. C. C. Monteiro Alberto Gaspar	2009	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Experimentoteca de Física: uma proposta alternativa para o ensino de física no ensino médio	F. H. S. Sales R. M. S. Oliveira L. R. S. Pontes	2010	Holos
Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino	C. T. W. Rosa M. A. Trentin A. B. Rosa A. C. Giacomelli	2016	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de Baixo Custo	R. F. A. Rocha A. G. Dickman	2016	Abakós

Fonte: criado pelo autor.

A experimentoteca de física é uma alternativa para a realização de atividades experimentais no ensino médio apresentada, discutida e incentivada pelos autores Sales, Oliveira e Pontes (2010). A experimentoteca é formada por *kits* experimentais construídos com materiais de baixo custo e de simples confecção. Os experimentos construídos estão relacionados com todos os conteúdos de física do ensino médio. Focando apenas na termodinâmica, há um experimento sobre dilatação e contração dos gases, construído com uma lata de alumínio, um balão, um canudinho, fita crepe, prato, tesoura, fita adesiva e gelo. Além disso, há também um experimento ótimo para discutir a capacidade de arrefecimento da água, construído com papel sulfite, um tripé, uma vela e água. Por fim, os autores discutem a criação de um termoscópio, feito com uma garrafa pet de 200ml, uma caneta transparente vazia, tinta guache, pistola de cola quente e um ferro de solda. A Figura 2 mostra o aparato experimental.



Figura 2: Termoscópio construído com materiais de baixo custo.

Fonte: Sales, Oliveira e Pontes (2010).

Rosa et al. (2016) relatam a realização de um experimento sobre condução de calor, em uma turma do ensino médio. O experimento foi realizado de duas formas: primeiro com o uso de termômetros e, segundo, com o uso de sensores e Arduino. Em ambos os casos, os autores utilizaram, como auxílio, computadores para a construção de gráficos. Focarei apenas no experimento realizado com o uso de termômetros. O aparato experimental foi construído pelos

autores e, de forma geral, consiste em uma lata metálica grande, um soquete, uma lâmpada incandescente, aproximadamente 60cm de fio cabo paralelo, um plugue macho 2P, um suporte de madeira ou MDF, uma barra de alumínio, uma barra de cobre e uma tampa de panela. Todos os itens são de fácil acesso e, aqueles que não são, os autores indicam onde encontrar. Além dos itens citados, são necessários 6 termômetros e 6 prendedores de roupa. Após a montagem do aparato experimental, que é explicada no texto, ele deve ficar de acordo com a Figura 3. Os autores defendem o uso de computadores para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e, nesse caso, no uso de planilhas, como o *Excel* ou o *Google Sheets*, para a construção de gráficos da temperatura em função do tempo.

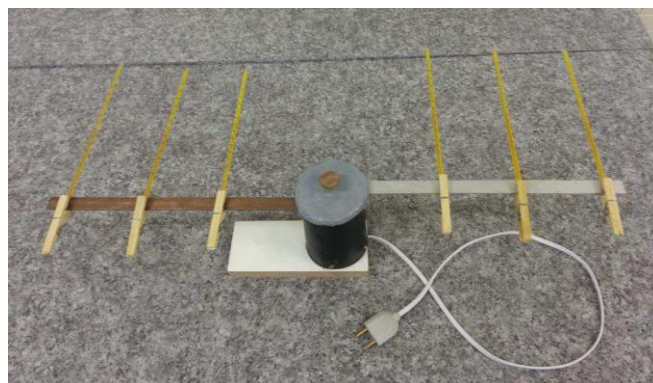


Figura 3: Aparato experimental utilizando termômetros convencionais.
Fonte: Rosa et. al (2016).

Por fim, Rocha e Dickman (2016) apresentam a Caixa Mágica, um *kit* experimental com experimentos de termodinâmica construídos com materiais de baixo custo, que foi aplicado em uma turma do ensino médio. Na Caixa Mágica constam experimentos que tratam sobre a densidade de materiais e a relação entre temperatura, volume e pressão de um gás. Além disso, um dos experimentos apresentados, nomeado “Barra de alumínio” discute materiais condutores e isolantes de energia térmica, construído com uma barra de alumínio, uma fonte de calor (que pode ser uma vela), parafina, três pregos e dois prendedores de roupa. A montagem do experimento encontra-se na Figura 4.

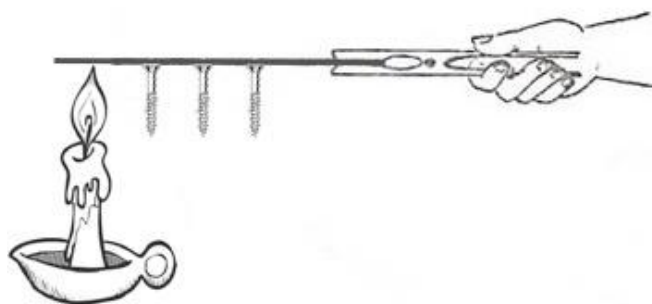


Figura 4: Montagem experimental do experimento “Barra de alumínio”.
Fonte: Rocha e Dickman (2016).

Trago, além dos trabalhos encontrados na busca na literatura e brevemente discutidos anteriormente, o produto educacional de De Carli (2014), onde ele desenvolveu uma série de vídeos de experimentos de toda a área da Física Térmica para o ensino médio⁸ como pré-requisito parcial para a conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Física.

⁸ Vídeos com demonstrações de experimentos reais de física térmica para o ensino médio. Disponível em: <https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n31_DeCarli/fisicatermica.htm>. Acesso em: 18 de novembro de 2021.

4. Embasamento teórico/epistemológico

Os experimentos e atividades propostas serão desenvolvidas considerando como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A “[...] aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 2011, p. 26). A nova informação, dessa forma, interage com uma estrutura do conhecimento específica, isto é, o subsunçor. De acordo com Moreira e Ostermann (1999, p.46), “[...] o subsunçor é, portanto, um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que esta adquira, significado para o indivíduo”.

Ao contrário da aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica é aquela onde há uma relação arbitrária e literal entre a nova informação adquirida e a estrutura cognitiva do estudante. Na Física, temos como exemplos de aprendizagem mecânica a memorização de fórmulas, leis e conceitos (ibid.).

Uma alternativa para se evitar essa simples memorização e para tornar atividades experimentais potencialmente significativas, consiste no uso do método POE (Predizer - Observar - Explicar). Além disso, o uso do método é um grande facilitador para o levantamento de concepções alternativas ou concepções prévias que os estudantes já tenham sobre o assunto (JOYCE, 2006), um ponto relevante para a aprendizagem significativa.

Esclarecendo mais sobre o POE, ele é dividido em três etapas: a previsão, a observação e a explicação. Na previsão os estudantes são deparados com algum fenômeno (pode ser uma simulação ou uma atividade experimental) no qual eles devem discutir e prever o fenômeno. A observação, portanto, é a etapa em que os estudantes observam o fenômeno. Por fim, na explicação, os estudantes devem explicar o fenômeno observado contrastando com as previsões realizadas na primeira etapa.

Além disso, o uso do método possibilita uma aprendizagem ativa, pois “espera-se que [...] surjam discrepâncias entre as previsões do estudante e o resultado observado do experimento, de modo que possamos discutir com eles sobre as hipóteses levantadas e sobre as concepções que o levaram a tais hipóteses” (SANTOS; SASAKI, 2015, p.3506-2). Ou seja, o processo de ensino-aprendizagem parte das concepções dos estudantes, promovendo a sua predisposição em aprender, outra característica importante para que haja uma aprendizagem significativa.

5. Ensaio de proposta de solução

Todos os trabalhos apresentados e discutidos na seção 3 podem ser utilizados pelo professor para planejar atividades experimentais utilizando o método POE, lembrando que adaptações para cada contexto podem se fazer necessárias. Entretanto, discutirei a seguir um exemplo de atividade que pode ser realizada pelo professor considerando apenas os trabalhos de Rosa et al. (2016) e Rocha e Dickman (2016). Como discutido anteriormente, Rocha e Dickman (2016) apresentam mais de um experimento de física sobre termodinâmica. Focarei apenas no experimento da barra de alumínio (figura 4).

Ambos os experimentos desenvolvidos nos trabalhos são sobre o processo de transferência de energia térmica por condução, porém possuem enfoques diferentes. Enquanto o trabalho de Rocha e Dickman (2016) traz um caráter mais visual e qualitativo, Rosa et al. (2016) trabalham com a construção, manipulação e análise de dados de temperatura. Além disso, o trabalho ainda discute a transição do fluxo de calor em regime transiente (a quantidade de energia térmica na forma de calor que entra em uma seção da barra não é o mesmo que sai)

para o regime estacionário (em uma seção da barra, a quantidade de energia térmica na forma de calor que entra é a mesma que sai).

Utilizando parafina (ou cera de vela), seis pregos (ou parafusos) e o aparato experimental da Figura 3, que, inclusive, pode ser construído em aula junto com os estudantes, o professor pode, após colocar três pregos em cada barra igualmente espaçados entre si, pedir para os estudantes predizerem o que aconteceria após acender a lâmpada. É possível, ainda, fazer alguns questionamentos aos estudantes, como: “O que vai acontecer com os pregos?”, “Os pregos de uma mesma barra caem juntos?”, “Os pregos nas duas barras caem juntos? Por quê?”, entre outras.

A segunda etapa, então, se trata da observação do experimento. O professor pode ligar a lâmpada e explicar, enquanto isso, o papel da lâmpada como fonte de calor e o processo de transferência de energia térmica por irradiação.

A terceira e última etapa é a da explicação. Nesse momento, o professor pode questionar os estudantes quanto às suas hipóteses levantadas inicialmente e os resultados observados no experimento. Após a discussão e de tentar traçar uma linha de raciocínio que explique o que foi observado e, ainda, para enriquecer mais a discussão, o professor pode propor aos estudantes de fazerem, como atividade em aula, um segundo experimento. Utilizando o mesmo aparato experimental, porém agora com os termômetros no lugar dos pregos. O professor pode solicitar aos estudantes para anotarem os valores de temperatura, em três pontos das barras igualmente espaçados e de preferência os mesmos pontos onde colocaram os pregos, a cada 2 minutos. Após a coleta dos dados, os estudantes podem, com o auxílio de uma planilha como o *Excel* ou o *Google Sheets*, construírem um gráfico da temperatura em função do tempo. Dessa forma, é possível quantificar o que já havia sido observado de maneira qualitativa no experimento anterior, enriquecendo mais a experiência dos estudantes e, além disso, ao fazer com que eles construam e analisem os gráficos, favorecendo uma aprendizagem ativa e significativa.

O papel do professor seria o de orientar os estudantes, fomentando a discussão e o engajamento deles nos experimentos e no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, ele pode guiar, para evitar dispersões e frustrações, a atividade de construção do gráfico da temperatura em função do tempo. Toda a atividade pode ser realizada colaborativamente, não necessitando de mais de um aparato experimental para a turma, desde que todos consigam participar ativamente dela.

6. Comentários finais

A partir da fala do professor, por meio de uma entrevista semiestruturada, busquei na literatura por trabalhos que tratem de atividades experimentais sobre termodinâmica de fácil acesso ou de fácil construção pelo professor. Os trabalhos encontrados que vão ao encontro das questões levantadas pelo professor se encontram na seção 3 e lá foram discutidos. O foco, porém, ficou em uma adaptação dos trabalhos de Rosa et al. (2016) e Rocha e Dickman (2016), onde os autores discutem o processo de transferência de energia térmica na forma de calor. Ademais, a atividade experimental leva em conta a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e o método POE.

Como já mencionado no texto, a proposta da Prática na Escola, e consequentemente deste trabalho, é a de propor uma alternativa para as questões trazidas pelo professor, estreitando, dessa maneira, a relação entre os conhecimentos desenvolvidos na universidade e na escola básica. Espero que as discussões aqui realizadas e a proposta trazida sejam de grande valia ao professor e que ele possa integrá-las em suas atividades didáticas.

Referências

DE CARLI, E. Utilizando demonstrações em vídeo para o ensino de física térmica no ensino médio. 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física, Porto Alegre, 2014.

JOYCE, C. **Predict, Observe, Explain (POE)**. Disponível em: <<https://arbs.nzcer.org.nz/predict-observe-explain-poe>>. Acesso em: 18 de novembro de 2021.

MONTEIRO, M. A. A.; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Proposta de atividade para abordagem do conceito de entropia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 367-378, ago. 2009.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999, 56 p. (Textos de Apoio ao Professor de Física, n.10).

NACARATO, A. D. A parceria universidade-escola: utopia ou possibilidade de formação continuada no âmbito das políticas públicas?. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 66, p. 699-716, jul.-set. 2016.

ROCHA, R. F. A.; DICKMAN, A. G. Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de Baixo Custo. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 71-93, mai. 2016.

ROSA, C. T. W.; TRENTIN, M. A.; ROSA, A. B.; GIACOMELLI, A. C. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 292-305, abr. 2016.

SALES, F. H. S.; OLIVEIRA, R. M. S.; PONTES, L. R. S. Experimentoteca de Física: uma proposta alternativa para o ensino de física no ensino médio. **HOLOS**, Mossoró, ano 26, v. 4, p. 143-159, 2010.

SANTOS, R. J.; SASAKI, D. G. G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 3, 3506, 2015.

SILVEIRA, F. L.; LEVIN, Y. Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 285-295, dez. 2004.

WELTNER, K.; MIRANDA, P. Medição do calor específico do ar em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p.253-263, ago. 2002.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa realizada pelo graduando Júlio César Lucero, aluno do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com a orientação da Prof.^a Dr.^a Eliane Angela Veit, docente do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A pesquisa será realizada como requisito parcial para a aprovação da disciplina “Pesquisa em Ensino de Física”.

Além disso, a pesquisa tem como objetivos promover uma interlocução entre a UFRGS e a Escola Pública, pois nessa disciplina cada licenciando(a) deve colher junto a um(a) professor(a) de Física de uma escola pública do Estado, por meio de uma entrevista semiestruturada, um problema diretamente relacionado ao ensino e aprendizagem de Física, cuja possibilidade de solução seja de particular interesse do(a) professor(a) entrevistado(a). À luz da literatura de Pesquisa em Ensino de Física, o licenciando construirá, sob a orientação da professora, um ensaio de solução para o problema. Ao final do semestre, o licenciando produzirá um pequeno vídeo e um texto, relatando o desenvolvimento da atividade e os resultados obtidos.

Nesse contexto, informamos que:

- sua participação é inteiramente voluntária;
- não haverá despesas para sua participação nesta pesquisa, assim como você não será remunerado(a) para tal;
- as informações coletadas serão utilizadas apenas para a pesquisa e poderão ser divulgadas em eventos e publicações científicas, porém sem trazer sua identificação explícita;
- a entrevista será gravada, apenas para informações não serem perdidas ao longo do andamento do trabalho.
- você está convidado para assistir a apresentação final com os resultados da pesquisa;
- a pesquisa não oferece riscos aos participantes, a não ser algum possível constrangimento pelas respostas fornecidas;
- você poderá se recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que lhe seja feita;
- você poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação na pesquisa a qualquer momento antes da divulgação dos resultados, bastando para isso comunicar o licenciando;
- esse termo de consentimento foi elaborado em duas vias, sendo uma via para você, participante da pesquisa, e outra para o pesquisador responsável;

Declaro que li e entendi todas as informações presentes neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que compreendo a natureza e o objetivo do presente estudo. Assim, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que caso eu tenha novas perguntas sobre este estudo, ou pensar que houve algum prejuízo pela minha participação, posso contatar os responsáveis pelo estudo.

☐ Concordo em participar

☐ Não desejo participar da pesquisa

APÊNDICE B - Entrevista

A entrevista com o professor ocorreu no dia 06 de setembro de 2021 por meio da plataforma Google Meet. A entrevista teve duração de pouco mais de uma hora e só encerrou porque o professor tinha aula em seguida. Ele se mostrou bastante solícito e respondeu muitas das perguntas antes mesmo de eu fazê-las. A entrevista foi gravada e teve o consentimento do professor para isso. Em seguida transcrevi algumas das falas dele.

Como foi a sua formação profissional?

“[...] eu estudei no final da década de 80 e início de 90 em escola pública, estudei no Instituto de Educação [Flores da Cunha] [...].”

O professor iniciou a graduação em Licenciatura em Física na UFRGS em 2000. Porém, em 2003 ele foi fazer Licenciatura e Bacharel em Física na PUCRS. *“Então, assim, quando eu cheguei na PUC aí eu pra ganhar o desconto, porque daí a PUC ela te dava um desconto de 50% de pagar metade da mensalidade, por estar cursando a licenciatura e aí eu fazia licenciatura, fazia o Bacharel, fazia tudo, e aí chegou o momento ali, final de 2006, assim que eu cheguei a conclusão que eu tinha que me formar, né, aí eu encerrei as cadeiras de licenciatura, me formei. E aí 2007 assim acabou que eu vou dar uma descansada, falta 8 cadeiras, né, e fiquei 15 anos sem aparecer.”*

E quanto tempo faz que você trabalha no * [escola atual]?**

*“No ***, especificamente, [...] eu cheguei lá em março de 2020. Faz bem pouco tempo, faz um ano e meio mais ou menos, né. Na verdade é o meu segundo ano esse, o segundo ano letivo lá. Eu trabalhei no estado mesmo com professor do Estado de 2002 a 2005, né, eu trabalhei 2002, 3, 4 e 5, esses 4 anos, aí eu não era formado, né, eu peguei aqueles contrato emergencial que daí tu já tinha passado as cadeiras lá de Psicologia da Educação, Didática Geral, umas coisas assim, tu podia te inscrever e eu me inscrevi justamente assim para ajudar a pagar a faculdade aquela coisa. Eu trabalhei 4 anos, aí em 2000 e final de 2005 eu cancelei o contrato lá, aí fui me formar e tal, fui tentar outras coisas assim [...]. E aí já era virada de oito para nove [virada do ano de 2008 para 2009] não tinha concurso, não tinha nem perspectiva de concurso, eu me inscrevi de novo em contrato emergencial e aí me chamaram, né, professor de física eles chamam em um mês, né [...]. E aí foi a parte onde eu até mais consegui trabalhar porque daí me chamaram já pra iniciar o ano de 2009 mesmo, então esse contrato atual que eu tenho eu assinei ele em fevereiro de 2009 e aí eu fui chamado para o Parobé e trabalhei dois anos 2009/2010. Daí a partir de 2010 praticamente assim eu trabalhava um ano numa escola, um ano, cada ano numa escola diferente [...]. Eu me apresentei no *** dia 5 de março, eu acho. Trabalhei uns 10, 12 dias assim fisicamente, né, e aí dia 18 entrou entrou pandemia [...], e agora, acho que desde maio, a gente começou um processo de volta.”*

Para o senhor, como é a escola?

*“A escola é bem legal, sim, eu acho que é uma escola que procura investir pesado, até porque a escola [...] atende praticamente a comunidade ali, né. Não é aquelas escolas assim que... eu já trabalhei numa escola que pega gente de muitos bairros, assim, então não tinham vínculo com o bairro em si mesmo, assim, que ela está inserida. E o *** é uma escola especificamente para aquela comunidade, né, então ela tem muito desejo de atingir, fazer alguma transformação na vida daquelas pessoas, assim, aquelas que dependem da escola tanto para se alimentar como para se enxergar como cidadão, assim. Então a escola é bem levada a sério tanto pelo grupo de professores como pela direção. E a comunidade gosta bastante, respeita bastante.”*

E como o senhor avalia o espaço físico da escola? O senhor falou que gosta bastante de experimentos, né. Tem um espaço para isso no *?**

“[...] a diretora lá é muito boa, assim, ela é uma pessoa muito competente, muito atenciosa, assim. [...] Eu tenho certeza que se eu pedir uma sala, de repente pedir para ela investir em material, até comprar alguma coisa dentro do possível, assim, ela com certeza ela se colocaria [...]. Não sei se imediatamente entraria no orçamento dela, sabe. Então se a escola tem um espaço físico bem grande, [...] os prédios são bem grandes então. Eu [...] até vou me informar se tem um espaço físico, porque eu me lembro que tinha uma coisa assim, mas destinado a ciência de uma forma geral, né.”

O senhor poderia me falar um pouco sobre as suas aulas (planejamento, objetivos, metodologia, avaliação)?

“O que acontece, [...] como eu acabo mudando muito de escola, o próprio planejamento das aulas é uma coisa de outro mundo, entendeu? Eu não posso planejar as minhas aulas e querer que a escola se adeque à elas, né, então todas as escolas que eu chego a primeira coisa é tu tentar entender como é que funciona, como é que a banda toca e tentar me inserir ali. Então, já passei por escolas que a exigência era uma aula mais expositiva, tem que falar mais, tentar explicar. Já passei por escolas que tu tem que seguir o livro, nós compramos livros [...], tem que seguir o livro, daí tu vai ver às vezes o livro não é muito bom [...].”

“Então, assim, eu procuro sempre na primeira aula fazer uma abordagem bem discursiva para tentar aproximar eles né, das questões da Física mesmo e aí depois tentar trabalhar bem resumidamente 3, 4 tópicos [de Física], assim. Seria importante para gente fazer as interpretações da aula, é praticamente ajudando ele [aluno] a fazer um exercício e acertar, né. Porque no momento que tu consegue que alguns alunos, assim, por mais que eles não estejam entendendo a parte física 100%, eles conseguindo aplicar uma fórmula, acertar uma equação, acertar um resultado, aquilo ali dá um estímulo para eles assim extraordinário para que a tua disciplina comece a ter algum [sentido] que até ele se interesse de alguma forma.”

E a avaliação como funciona?

“Hoje em dia eu faço assim: no final o que importa mesmo são as tuas aulas, né. A própria avaliação de alguma forma ela não pode ser uma coisa excludente assim, né. Então eu não posso durante as aulas ser extremamente atencioso e daí numa avaliação eu excluo totalmente eles, então eu procuro fazer sempre atividades bem simples, assim, com consulta, se puder em dupla que eles até já refletem, tem uma interação. Pega aquele aluno que está entendendo melhor a matéria e bota do lado do que menos entender a matéria até pra fazer uma atividade, uma discussão, uma interação.”

Você enxerga algum problema nas suas aulas que gostaria de melhorar?

“O que acontece, a minha ideia de fazer física era por gostar de estudar física, então na faculdade a parte que eu mais gostava era a parte experimental, né. Fazer bastante experimentos e tal. E essa é a grande dificuldade, assim, da disciplina de física, né. Tu chega numa escola, a primeira coisa, assim: tu te apresenta, "onde é que é o laboratório de física?". As pessoas caminham, caminham, te levam para um canto de uma escola. Normalmente um canto que ninguém vai, um canto meio úmido, meio mofado. Abre uma porta, tem um armário velho com quatro livros, assim. "Tá, mas o que que é isso aqui?" Não, isso aqui é o laboratório de física. E aí ele não tem absolutamente nada. Se tiver alguma coisa, assim, é uns becker velho ali, que daí eles acham que é física. "Não, mas isso aqui alguma vez alguém usou para aula de química". Então essa é a grande dificuldade.”

“O que acontece, eu particularmente, assim, eu trabalho os três anos, tá. O primeiro ano eu consigo fazer bastante experimentos. Mas tem outras coisas que tu sente, assim, uma dificuldade grande. Por exemplo, tu vai trabalhar termodinâmica, o que que tu vai inventar, assim, de uma forma prática e didática que eu possa, eu, comprar, levar, trazer? A escola não te oferece um lugar, por exemplo, para te guardar o teu material, né. "Ah, deixa ali no canto da sala dos professores". Se alguém mexer, a responsabilidade é tua. Hoje em dia se deixar uma garrafa de água na geladeira, que é só dos professores, chega na hora do intervalo não

tem a tua garrafa de água. Então, como é que vou deixar um material que de repente eu investi ali para comprar e tal?”

Em quantas aulas?

“Assim, como a gente tem [...] dois períodos por semana, tu pode pegar duas semanas, num universo de quatro períodos. Eu acho que é o limite, tá? Tu até pode pegar mais um período só para avaliação. Eu acho que cinco períodos, considerando cinco períodos de 50 minutos, que é o [ideal].”

Pensar uma atividade para o ensino remoto ou presencial?

“Eu acho que presencial, né. Até porque mesmo que ela seja pensada para um universo presencial eu posso adaptar ela para o remoto, né.”

Ao ser perguntado se gostaria de acrescentar algo, o professor não quis acrescentar nada, mas aproveitou o momento para agradecer a oportunidade de participar da Prática na Escola.

Práticas docentes para a promoção da alfabetização científica com base no ensino por investigação e na argumentação científica

Lara Edith Wirti

1. Introdução

Ser educador(a) é uma tarefa de grande complexidade, pois há muitas variáveis envolvidas no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, frequentemente se produzem novos conhecimentos nessa área. Sendo assim, professoras(es) têm um enorme desafio após ingressar no mundo do trabalho, que é manter a formação continuada, de modo a cada vez mais tornar-se um profissional crítico-reflexivo. Aquele que entende a complexidade de sua atuação, está sempre revisitando sua prática de modo a aproximar, cada vez mais, suas ações do ideal que vislumbra e, nesse processo, também complexificando e aprofundando esse lugar ideal.

A disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, enquanto curso inserido dentro da academia e engajado com a proposta da produção de conhecimentos, se constitui em um espaço para fomentar a formação continuada e aproximar a escola básica e a Universidade. Entretanto,

[Sobre contexto da pesquisa em ensino de 1970 a 1990] *No que pese essa proximidade, a universidade ainda não havia ‘se aproximado’ da escola. Apenas estava dentro desta para produzir um saber externo a ela. Um conhecimento que não transformaria a cultura porque não ‘era feito’ de dentro ‘e não contava’ com auxílio de seus próprios atores, a saber: os/as professores/as* (JARDILINO; DINIZ, 2019, p. 3).

Para transformar a cultura e promover mudanças significativas, defendemos que docentes da escola básica e pesquisadoras(es) devem trabalhar de forma colaborativa, pois assim, como indicam Jardimino e Diniz sobre sua pesquisa na Região dos Inconfidentes mineira, se entende

[...] *essa parceria como uma via de mão dupla em que academia e comunidade são beneficiadas. De um lado a comunidade se consolida em um campo para o trabalho científico desenvolvido na universidade e esta, por sua vez, retorna para a primeira os conhecimentos que nela se produzem na forma de projetos e ações que proporcionam melhorias educacionais. Assim, **sistematizar informações junto aos atores educacionais da Região dos Inconfidentes pode possibilitar subsídios ao debate e à capacidade de intervenção destes atores na discussão e implantação de políticas públicas educacionais locais***(JARDILINO; DINIZ, 2019, p. 11) [Grifos da autora].

Alinhada com essas ideias, a realização do presente trabalho se inicia com a escuta de um docente de uma escola municipal de Ensino Fundamental de Porto Alegre. A partir da voz do professor, buscamos conhecimentos acadêmicos que possam contribuir para sua prática e reflexão profissional, assim tomando trabalhos de pesquisa na área do Ensino de Ciências se desenvolveu um esboço de solução para o problema levantado em entrevista com um professor da rede pública de educação básica.

2. Dando voz ao professor

O ponto de partida para realização deste trabalho foi encontrar uma escola e um docente interessados em participar da atividade proposta na disciplina. Realizou-se, então, uma entrevista com um professor de ciências de uma escola pública de Ensino Fundamental. A

escola municipal é localizada no município de Porto Alegre, no bairro Rubem Berta, que é frequentemente retratado como um território em situação de grande vulnerabilidade social e com altos índices de violência. No ano de 2021, a escola contava com cerca de 43 docentes e 725 estudantes com matrícula ativa nas modalidades de educação infantil, Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

É importante destacar algumas distinções dessa escola. Ela tem uma estrutura bem melhor do que a maioria das escolas municipais da região, como destaca o próprio professor ao comparar a estrutura na escola alvoradense com a portoalegrense; na segunda há um laboratório de ciências equipado com microscópios e outros materiais que permitem realização de experiências bastante variadas de Biologia e Química, enquanto

[...] na escola da Alvorada, por exemplo, não tem, porque não tem espaço do laboratório de ciências [...] Eu acabo atendendo às vezes o mesmo ano, sétimo ano numa escola e sétimo ano na outra, e os planos de aulas são totalmente diferentes, né? Porque são... por tudo ser diferente, o público é diferente, projeto diferente, planos diferentes [...]

Até a metade do ano de 2021, a escola atuou de forma remota, com a entrega semanal de materiais para o corpo estudantil, sem utilizar aulas síncronas e outras formas de reunião virtual por conta do perfil da comunidade escolar. Entretanto, no momento da entrevista a escola estava iniciando o retorno gradual a atividades presenciais e o professor destacou suas turmas de nono ano como ideais para a organização da proposta

[...] porque ano passado, por exemplo, tiveram ensino à distância, então a gente tem quase dois anos de conteúdo aí para desenvolver com eles, porque eu desenvolvi bastante questões da Biologia e da Química, então a gente tem aí, se a gente vai fazer uma prática, alguma coisa, tem tudo para explorar.

O docente com quem se realizou a atividade de Prática na Escola é formado em licenciatura em Biologia e cursou boa parte de uma graduação em Farmácia, sendo que atua como professor do Ensino Fundamental, Médio e EJA desde 2009. Ele reside no município de Alvorada e atua em uma escola desse município concomitantemente à escola de Porto Alegre mencionada.

Considerando aspectos éticos, com base no trabalho de Fiorentini e Lorenzato (2009), além de garantidos o anonimato do docente e da escola participantes, foi oficializada autorização para prosseguimento da pesquisa junto à direção da escola, via e-mail, e na gravação da entrevista, realizada de forma virtual. O entrevistado expressou concordância com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no Apêndice A.

Durante a narrativa de sua trajetória profissional, o professor destacou diversos aspectos que valoriza no Ensino de Ciências, como a utilização de experimentos e atividades práticas, a alfabetização científica, o ensino de aspectos do fazer científico, a interpretação e explicação de conceitos envolvidos em experimentos e por fim a leitura e escrita de cunho científico.

Quando questionado sobre sua(s) principal(is) dificuldade(s), o docente destacou

Eu penso que se tivesse mais práticas, a gente conseguisse, por exemplo, ter mais aulas práticas e a partir das aulas práticas desenvolver o conhecimento teórico e aprendizagens ali, para mim seria muito bom. E eu sei que, por exemplo, como eu sou professor de Biologia, eu procuro investigar bastante, por exemplo, os seres vivos, plantas, animais, relações ecológicas. Nessa parte para mim é super tranquilo [...]

Eu ainda sinto dificuldade, realmente, com as questões da Física. E eu sei que tem muito experimento na Física. [...] Então essa seria a minha a grande dificuldade,

assim, de a gente estar propondo experimentos, né? E explicando a partir do experimento e a gurizada vendo aquilo acontecer.

[...]

Também produzindo o próprio experimento, sabe? Acho que aqui tá grande... grande.. grande dificuldade e o que eu tenho mais vontade de desenvolver e acabo não desenvolvendo.

Vinculando esse problema relatado com os aspectos do Ensino de Ciências valorizados pelo profissional, concluiu-se que uma boa linha de busca de referências seria o Ensino por Investigação em uma abordagem associada à alfabetização científica. Mais recortes da entrevista, fornecendo maior riqueza de detalhes, se encontram no Apêndice B.

A proposição de um caminho possível para esse professor teve como ponto de partida uma perspectiva de ensino mais geral que lhe oferecerá um suporte mais duradouro e, a partir dela é desenvolvida um exemplo de atividade de ensino que possa ser utilizada com a turma do nono ano enfatizada na entrevista.

3. Estudos anteriores

Com base nas informações coletadas na entrevista, foi realizada inicialmente uma busca na plataforma de periódicos da *Capes* utilizando os termos: “ensino por investigação”; “ensino fundamental” and “experiment*”; modelagem and “ensino de ciências” e; “alfabetização científica”.

Dessa busca foram selecionados 29 artigos partindo da leitura de seus títulos. O foco foi em trabalhos relacionados ao Ensino de Ciências e que tratassem da prática em sala de aula e não da formação de professores (continuada ou inicial). Destes 29, os dois periódicos com maior quantidade de trabalhos encontrados foram a revista *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), com sete trabalhos, e a revista *Investigação em Ensino de Ciências* (IENCI) da UFRGS com seis trabalhos.

Assim, esses dois periódicos foram escolhidos para uma nova pesquisa em sua base de dados. Nesse processo foram utilizados os mesmos termos chave para pesquisa dentro dos portais da revista IENCI e da revista *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Dessa pesquisa foram encontrados mais seis artigos na IENCI e mais três artigos na *Ensaio Pesquisa*. Dentre o total de 22 publicações, após leitura dos resumos, foram considerados apropriados cinco artigos para referenciar a Prática na Escola, conforme discriminado no Quadro 1.

Quadro 1 - Artigos selecionados em etapa intermediária de busca de estudos prévios

Título do trabalho	Ano	Autoria	Periódico
Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica	2011	Lúcia Helena Sasseron Anna Maria Pessoa de Carvalho	Investigação em Ensino de Ciências
Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens	2011	Andreia Freitas Zômpero Carlos Eduardo Laburú	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)
Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola	2015	Lúcia Helena Sasseron	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)
Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas	2017	Arthur Tadeu Ferraz Lúcia Helena Sasseron	Investigação em Ensino de Ciências
Planejamento e condução de discussões sobre natureza da ciências ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação	2019	Cristiane Martins da Silva Rosária Justi	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)

Considerando as manifestações do professor na entrevista, entendeu-se que haveria uma boa síntese de sugestões de práticas, e de referencial metodológico, nos artigos “*Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola*” e “*Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas*”, ambos de Lúcia Helena Sasseron, o segundo com autoria de Arthur Tadeu Ferraz também.

4. Referenciais teóricos e metodológicos adotados

Como referencial teórico e metodológico foi utilizado o Ensino por Investigação e a Alfabetização Científica, teorizados desde uma perspectiva argumentativa sobre as Ciências. Este foi o referencial utilizado por enfatizar que o Ensino de Ciências vai muito além da exposição dos termos canônicos de uma dada área do conhecimento, já que componentes importantes do estudo das ciências são também seus processos e produtos, como destaca Sasseron (2015) em um dos artigos selecionados.

Entretanto, por fatores históricos e sociais diversos, o ensino escolar torna as práticas e trocas de informações das diferentes áreas do saber em uma metodologia relativamente uniforme e semelhante a todas. O que leva a uma defasagem muito grande entre as ciências “acadêmicas” e as ciências escolares. De acordo com Sasseron (2015, p. 53), esses fatores podem “*acarretar na abordagem de disciplinas escolares que pouco ou quase nada se*

relacionam com a área de conhecimento que representam”. A fim de diminuir esse afastamento é necessário buscar formas de incluir outros aspectos das ciências nas disciplinas escolares, além de seus conhecimentos canônicos.

Uma forma de realizar esta tarefa é considerando a dimensão cultural das ciências e da escola. Muitos trabalhos de filósofos e sociólogos das ciências as indicam como produções culturais, com práticas, valores e normas próprios, que apontam para a natureza coletiva e argumentativa do fazer científico. Da mesma forma, entende-se que a escola,

[...] como espaço físico que congrega pessoas de diferentes experiências, realidades e perspectivas sociais e culturais distintas, também congrega diferentes culturas, além de, ela mesma, possuir características que definem sua própria cultura (SASSERON, 2015, p. 53).

Nessa perspectiva, defender novas abordagens para o Ensino de Ciências implica defender uma nova visão de escola, defender uma cultura escolar voltada para o ensino de diferentes modos de perceber o mundo (SASSERON, 2015). E a Alfabetização Científica, como “*[...] capacitação construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões ou posicionamento*” (SASSERON, 2015, p. 56), constitui uma base para essas abordagens.

Com base nessa perspectiva de alfabetização e em ampla revisão dos trabalhos anteriores sobre a temática, Lúcia Sasseron (2008) propôs em sua tese de doutorado três eixos estruturantes da alfabetização científica: compreensão básica de termos e conceitos científicos, compreensão da natureza das ciências e dos fatores que influenciam suas práticas e entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A fim de concretizar essa perspectiva, é levada em consideração a abordagem do Ensino por Investigação, que se caracteriza por promover maior engajamento da classe e possibilitar a discussão dos eixos acima mencionados. Para tal, estudantes “*[...] buscam a resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica*” (SASSERON, 2015, p. 58). Nesse contexto, a proposição de problemas de investigação profícuos é essencial, o que destaca o papel criativo do docente.

Além de buscar problemas que tenham potencial de engajar a turma, também é esperado que o professor conduza e promova a argumentação de seus educandos. Se a argumentação é tomada como forma básica de pensamento que explicita a construção de entendimentos, como explica Sasseron (2015), então quando o docente promove interações discursivas na sala de aula, contribui para que estudantes participem de seu processo de construção de entendimentos. Além disso, utilizar a argumentação em aulas de Ciências Naturais leva a reflexões sobre a natureza da construção de conhecimento científico, pois desvela aspectos de “*[...] cunho histórico, político e social*” (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 43) dessa atividade. Assim,

[...] a avaliação de problemas, os processos engendrados para sua resolução e a comunicação de ideias resultam em um trabalho argumentativo de envolvimento com a linguagem científica (SASSERON, 2015, p. 60).

A adoção de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e de práticas argumentativas no ambiente escolar pode contribuir na concretização da Alfabetização Científica no ambiente escolar, tomando como base a ideia de um hibridismo cultural. Argumentação e investigação são práticas da cultura científica, porém essas práticas em sala de aula ocorrem e devem ocorrer de maneira profundamente distinta daquela estabelecida em grupos de pesquisa, porque ocorre uma fusão de aspectos da cultura escolar com aspectos da cultura das Ciências. Essa “cultura híbrida” pode ser entendida como *cultura científica escolar* (SASSERON, 2015, p. 62). Na próxima seção, são apresentados aspectos da prática docente que podem colaborar com a promoção dessa cultura híbrida em busca da Alfabetização Científica.

5. Ensaio de proposta de solução

Promover alfabetização científica e desenvolver abordagens investigativas e argumentativas são tarefas desafiadoras, especialmente considerando um cenário em que poucos docentes têm contato com tais experiências em sua formação inicial. Sendo assim, de modo a auxiliar no planejamento de atividades desse formato, aqui são sintetizadas algumas ferramentas para que o docente possa, com a incorporação de novas atitudes à sua prática profissional, implementar pequenas mudanças em seu cotidiano escolar.

Partindo de sua proposta de três eixos estruturantes para a alfabetização científica, Sasseron (2008) propõe dez indicadores que, quando observados em um (a) estudante, apontam a solidificação da alfabetização científica, são eles: seriação de informações, organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, raciocínio proporcional, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação. Esses indicadores podem se constituir em instrumentos para avaliação continuada das atividades propostas. Não é esperado que todas estas ações se manifestem ao longo de uma única aula ou em uma curta sequência de aulas, porém é interessante buscar promovê-las a longo prazo.

Estes indicadores auxiliam na formulação de objetivos transparentes e observáveis para as atividades que o docente venha a realizar. Tendo objetivos definidos, cabe buscar a postura que o docente pode assumir em sala de aula para facilitar a conquista desses resultados. É importante que se assuma que a alfabetização científica, assim como a Ciência, é uma prática em constante modificação e, portanto, contínua, não há um ponto que se atinge e o docente possa dizer “agora esse cidadão está alfabetizado”, esse entendimento evita frustrações com objetivos que responsabilizam exageradamente professores. Nesse sentido, os eixos da alfabetização científica podem auxiliar na busca de temas, habilidades e conhecimentos a se trabalhar em sala de aula.

Na busca por uma parceria com estudantes e visando promover seu engajamento, o Ensino por Investigação

[...] demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes. Ao mesmo tempo, o ensino por investigação exige que o professor valorize pequenas ações do trabalho e compreenda a importância de colocá-las em destaque como, por exemplo, os pequenos erros e/ou imprecisões manifestados pelos estudantes, as hipóteses originadas em conhecimentos anteriores e na experiência de sua turma, as relações em desenvolvimento (SASSERON, 2015, p. 58).

Nas atividades propostas, é essencial que sejam apresentados problemas bem situados, que se relacionem com a realidade dos estudantes, mas também sejam promotores de investigações, experimentais e/ou teóricas conceituais (através de leituras). O professor como conhecedor da disciplina e de suas práticas e como quem decide tópicos a abordar, é autoridade epistêmica e social na sala de aula, especialmente se ele pretende abdicar do papel de único transmissor do conhecimento. Dessa forma, cabe a ele

[...] fornecer intencionalmente pequenas informações relacionadas à prática investigativa e ao conteúdo científico explorado aos seus alunos. Essas informações podem ser de naturezas distintas, mas ajudam os estudantes a organizar suas ideias e a compreender melhor os instrumentos intelectuais com os quais estão trabalhando, seja em nível técnico, com relação ao manuseio dos conteúdos e aparatos que lhes estão disponíveis, ou em nível epistêmico, relacionado à construção de significados e

estabelecimento de relações entre observações, dados, evidências e conclusões. (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 45).

Por outro lado, a dialética da argumentação estabelecida, “[...] *pressupõe a possibilidade de mudança nas perspectivas adotadas por quaisquer dos participantes a respeito do tema discutido*” (DE CHIARO, LEITÃO, 2005, p.351; apud FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 45). Isso implica mudança de postura do docente, que tem de assumir também a posição de alguém a ser convencido.

Por fim, o Quadro 2, de Ferraz e Sasseron (2017, p. 48), traz diferentes ações do docente em sala de aula, que têm função no desenvolvimento do conhecimento dos alunos no processo argumentativo, sendo elas: retomar, problematizar, explorar, qualificar e sintetizar. Todas essas ações são encorajadas em um ambiente investigativo.

Quadro 2 - Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação

Propósito epistêmico	Descrição	Ações típicas
Retomar	Levantamento de dados, informações e situações que já foram trabalhados em outros momentos.	Retoma informações Retoma dados Retoma conceitos
Problematizar	Proposições que tornam o objeto em estudo passível de se investigado pelos alunos.	Propõe um problema Problematiza uma situação
Explorar	Busca a construção de melhor entendimento sobre diferentes hipóteses e explicações emitidas pelos alunos.	Explora ponto de vista Explora condições de investigação
Qualificar	Ocorre quando o professor classifica e/ou avalia informações trazidas a discussão pelos alunos, tais como dados, variáveis, explicações, etc.	Qualifica variáveis ou fenômenos Qualifica explicações Qualifica pontos de vista Qualifica contexto de investigação
Sintetizar	Organização de informações e explicações trazidas pelos alunos com o intuito de sistematizar ideias e continuar ou encerrar o curso da investigação.	Sintetiza informações Sintetiza explicações

Fonte: (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 48)

Esse quadro encerra o conjunto de ações sintetizadas neste trabalho para auxiliar a atuação do docente em sala de aula. O Apêndice C traz uma proposta didática para utilização destes princípios.

6. Comentários finais

A proposta deste ensaio é auxiliar um professor da escola básica a incorporar novas práticas a seu repertório, de modo a amenizar dificuldades que encontra no área de Física dentro do Ensino de Ciências no Ensino Fundamental. Como forma de buscar essa base para atuação diversificada, recorreremos a referenciais do Ensino por Investigação, da Alfabetização Científica e da Argumentação no Ensino de Ciências.

Espera-se que com este ensaio, tenha-se contribuído com uma base teórica inicial para ampliar as possibilidades de atuação do docente. Como a práxis é parte fundamental da profissão docente, o Apêndice C busca mostrar possibilidades de atuação prática utilizando a perspectiva apresentada em uma aula sobre pressão hidrostática. A proposta se inspira em Brenner Raibolt, Roberto Soares da Cruz Hastenreiter e Flavio Napole Rodrigues (2017) e no trabalho de Rolando Axt (1988). As possibilidades de atuação apresentadas não se esgotam aqui, mas estimulam uma relação permanente entre o professor que acompanhou o estudo e os pesquisadores do Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As portas

seguem abertas para parcerias e colaborações, no espírito de compromisso com a formação continuada de profissionais atuantes na educação básica.

Referências

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos Epistêmicos Para a Promoção Da Argumentação Em Aulas Investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42, 2017.

JARDILINO, J. R. L.; DINIZ, M. Universidade e Escola Básica : experiências de pesquisa colaborativa na formação continuada de professores/as. **Acta Scientiarum: educação**, v. 41, p. 1–13, 2019.

SASSERON, L. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula** (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação E Argumentação: Relações Entre Ciências Da Natureza E Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49–67, 2015.

AXT, R. PROFESSORES DE HOJE, ALUNOS DE ONTEM... (DIFICULDADES COM ALGUNS CONCEITOS-CHAVE SOBRE FLUIDOS). **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. 1, abr. 1988. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10001/9248>

RAIBOLT, B.; HASTENREITER, R. S. C.; RODRIGUES, F. N. Problematização como base para construção de atividades experimentais em aulas de ciências no ensino fundamental I: conceitos iniciais de hidrostática. **X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, p. 1033-1039, 201.

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

Eu, _____, CPF _____, professor da Escola Municipal de Ensino Fundamental _____, declaro por meio deste termo que me voluntario a participar da coleta de dados formalizada nesta entrevista, a partir da qual a pesquisadora buscará alternativas a um desafio que enfrento ou para implementar uma inovação que me interessa à luz da produção atual da pesquisa em ensino. O trabalho ocorre no âmbito da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física (FIS01034), ministrada pela Profa. Eliane Angela Veit. A tarefa será realizada pela graduanda Lara Edith Wirti, aluna de Licenciatura em Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Declaro que fui informado de que as informações coletadas serão utilizadas para fins acadêmicos (e.g. artigos científicos, palestras, seminários, divulgação de Recurso Educacional Aberto etc.), sem trazer minha identificação. Estou ciente de que posso solicitar, a qualquer momento antes do término da disciplina, que os dados coletados sejam desconsiderados, bastando apenas informar minha vontade à aluna. Também estou ciente de que poderei me recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que me seja feita.

Minha colaboração terá início quando eu concordar com este termo em gravação após leitura prévia, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes, sendo minha participação inteiramente voluntária.

APÊNDICE B – Trechos da transcrição da entrevista centrais para o trabalho

[...] “Professor: E, na época lá de escolha, escolha de cursos, a gente tava no momento em que os cursos de licenciatura - que era época do Brasil 500 anos - e o acesso à universidade pública ainda não era tão facilitado, né. E na escola privada as licenciaturas eram um pouco mais acessíveis, a mensalidade. E dentro das licenciaturas então, eu escolhi fazer a Biologia. Na época, eu ainda não tinha certeza, assim, se ia ser um bacharelado ou licenciatura. Então experimentei por exemplo, ainda lá no curso de licenciatura de Biologia, parte de Laboratórios, né? Aí, por exemplo, fiz estágios no laboratório do Clínicas. E aí eu pude ver que, por exemplo, esse trabalho de laboratório ali para mim, para o meu perfil, é muito monótono e eu excluí, por exemplo, essa possibilidade de estar trabalhando em laboratórios. Então, daí eu me engajei na licenciatura. Terminei, sim, os estudos da Biologia e me formei, tal. Mas eu sempre trabalhei em farmácia, desde os 15 anos assim, eu fiz toda a minha graduação também trabalhando em farmácia.”

“P: Estudava a noite e trabalhava durante o dia. E aí depois que eu me formei, eu não ingressei assim no trabalho da Ciência, da Biologia. Mas eu fiz concurso para prefeitura de Alvorada, aqui onde eu moro, para professor e me inscrevi no contrato emergencial do governo estado. E eu tava trabalhando lá, não me chamavam nada e eu ingressei no curso, na faculdade de farmácia. Já que eu tava trabalhando em farmácia, não trabalhava lá na licenciatura, lá da Biologia, como professor, não peguei nenhum laboratório para trabalhar. Resolvi fazer farmácia e aí toquei, toquei a graduação de farmácia até, mais ou menos, o sexto semestre. Até daí tive experiências bastante, né, com a Bioquímica e também com a parte da fisiologia humana e anatomia humana, foi um reforço significativo assim para a minha formação. A quantidade de crédito, lá na farmácia, por exemplo, de fisiologia humana era bem maior do que na Biologia, né. E isso hoje faz uma diferença muito grande na minha prática, viu? E formação nos conteúdos que são relacionados a corpo humano, essas coisas assim, eu tenho uma formação que eu considero legal, sabe?

[...] Experiência na Química também, razoável. Diferente, por exemplo, da Física, entende? Os assuntos da Física assim, ainda me faltam alguns conceitos, tá? Então vou te dizer assim, há uma dificuldade, às vezes, em determinados conteúdos da Física.”

“P: Aí foi... Acho que em 2006 que eu me formei na graduação de Biologia. A pós acho que o conclui ela em 2007. E depois aí eu interrompi lá o curso Farmácia, tá? Só para a gente fechar essa parte da Formação Inicial.”

[...]

“P: Hoje eu trabalho 40 horas, 20 horas em Alvorada, 20 horas em Porto Alegre. Eu tenho essas duas realidades tá, uma realidade e outra. São estruturas diferentes de escola, projetos políticos e organização de escola diferente.

Então aí eu não sei, a gente acaba sendo professor em uma e professor em outra. São práticas às vezes diferentes... porque por exemplo, numa escola lá eu tenho um projeto que desenvolvo - eu desenvolvi durante um tempo.... até agora com a pandemia parou um pouco, né? Por causa do isolamento social - mas uma horta, por exemplo, porque tem espaço de horta organizado, tem canteiro, sabe? Se desenvolve então práticas nesse sentido, de produção de mudas, plantio, colheita, composteira, sabe?”

“P: Na outra escola, por exemplo, eu tenho na escola de Porto Alegre, daí um laboratório de ciências, sabe? Com microscópio, coisa que eu não tenho lá em Alvorada... É com vidraria, com algumas coisas assim que eu consigo, por exemplo, explorar observação de células no microscópio, né? Fazer lâminas de tecidos, por exemplo, de plantas, de... até o nosso tecido humano, por exemplo, da mucosa bucal, mas coisas mais simples, né? O microscópio não tem uma ampliação muito grande. Mas, por exemplo, então eu tenho a possibilidade de fazer esse tipo de prática no local, né? Até algumas experiências de Química, por exemplo, esse ano não fiz ainda, mas nos outros anos a gente coletou, por exemplo, óleo de cozinha usado, e produziu sabão lá mesmo dentro do laboratório de ciências. Uma reação Química lá com a soda cáustica. E a gurizada então, evidencia essas transformações da matéria. Essa coisa da Química, aquela vidraria. Então esse ambiente do laboratório... o quê na escola da Alvorada, por exemplo, não tem, porque não tem espaço do laboratório de ciências, não tem o microscópio, mas tem, por exemplo, um pátio que tem uma linda duma horta, sabe?

Então tem tudo isso, eu acho que a estrutura da escola também, e o projeto da escola ou projetos que existem na escola, eles vão influenciar na nossa prática, tá. Eu acabo atendendo às vezes o mesmo ano, sétimo ano numa escola e sétimo ano na outra, e os planos de aulas são totalmente diferente, né? Porque são... por tudo ser diferente, o público é diferente, projeto diferente, planos diferentes.”
[...]

“P: Porque eu também tenho comigo de que eu tenho que, a partir do que os alunos trazem. Quais são as curiosidades dos meus alunos... desenvolver também ali aqueles conteúdos, né. Mas então a partir desses conteúdos que existem, eu tento contextualizar ao máximo, por exemplo, com as coisas que a gente tá vivendo. Os debates que a gente faz, contextualizar até com outras áreas, as políticas que estão ocorrendo, né? Mas sim desenvolver aqueles conteúdos que são daquele momento ali. Mas surgindo, por exemplo, conteúdos que são fora.. [...]”

Mas então a partir do que os alunos trazem, né, a gente faz esses links também e tenta desenvolver aquele aquele conhecimento ali. De forma positiva, muitas vezes, tá? Mas em muitas vezes, assim, a gente tenta linkar para uma pesquisa curtinha, tá? Não tem, por exemplo, nas duas escolas que eu trabalho - é uma luta que eu... - na realidade a gente conseguiu desenvolver um projeto, em 2019, de uma pesquisa assim mais organizadinha, sabe? Pesquisa com método de pesquisa, com o tema livre, com os alunos do 9º ano, certo? Mais ou menos como a gente faz, aí né. Pesquisa com a orientação dos professores e tudo mais, os temas livres para eles, mas no método científico com uma defesa, né? No final. Eu acho que... eu luto por esse método, porém isso depende de uma organização de escola e as duas escolas que eu trabalho, elas não tem assim muito essa organização de desenvolver projetos, tá? Na metodologia científica com a gurizada desde a base. Eu sei que tem escola que já fazem isso... no aplicação, se eu não me engano, já faz isso desde lá dá pré-escola com a gurizada e eu já tentei lá conversar com a minha supervisora para gente fazer formações lá com eles e tal, para desenvolver então essa metodologia de projeto.. eu não tenho.

Então também nas minhas aulas eu procuro trazer bastante leituras assim, né? E para interpretar, fazer a leitura e interpretação e linkar com as questões da realidade, porque a gente no Ensino Fundamental, querendo ou não, ainda tem, por incrível que pareça, essas coisas bem básicas assim, né? Leitura e interpretação com a produção escrita básica assim ainda a ser desenvolvida, sabe? Então, às vezes, a gente pensa assim uma super aula mas tem coisas muito básicas que a gente precisa desenvolver, né? E uma delas, por exemplo, é essa coisa da alfabetização científica do método científico, sabe? Mas que ainda, ainda hoje é uma realidade difícil, tá? Os alunos não estão acostumados a desenvolver esses trabalhos de pesquisa, então isso assim ainda não acontece e é uma grande dificuldade que se tem. Quando eu proponho, por exemplo, atividades práticas, experimentos, assim. Também devido a essa falta de, talvez uma formação, alfabetização científica e tal, às vezes, faltam... eles fazem um experimento, vamos dizer assim.. as práticas, né? Mas essa coisa da explicação, sabe? daquele experimento, aí fica faltando.”

E aí quem tá presencial, né? A gente consegue, daí sim, diversificar um pouquinho essas práticas, né? Por exemplo, a gente pode ir lá e levar no laboratório para evidenciar a experiência, a reação química. Vai lá e faz lá algum.. alguma prática, né? Com o objetivo que tu tens, produz as lâminas e observa a

célula no microscópio, por exemplo. Enquanto que lá em casa tu teria que pedir para ele pesquisar tipos de célula e fazer um desenho, né? Na internet lá ou no livro didático que ele tivesse. A outra coisa é o livro didático, os alunos não tão tendo acesso porque também não tiveram, né? Como pegar os livros. Ou quem levou no ano passado não devolveu esse ano e então, não tem livro o suficiente, entendeu? Então a gente acaba tendo que produzir o material impresso, imprimir lá na escola, gastar tinta, gastar folha, produzir todo o material que na realidade, muitas vezes o programa nacional do livro didático já oferta, né? Os conteúdos e tal que tão ali, para ter acesso àquela informação e tudo mais.”

[...]

“P: Eu penso que se tivesse mais práticas, a gente conseguisse, por exemplo, ter mais aulas práticas e a partir das aulas práticas desenvolver o conhecimento teórico e aprendizagens ali, para mim seria muito bom. E eu sei que, por exemplo, como eu sou professor de Biologia, eu procuro investigar bastante, por exemplo, os seres vivos, plantas, animais, relações ecológicas. Nessa parte para mim é super tranquilo, tá? Também a parte de fisiologia humana em que a gente trabalha, sabe? Essa parte da Biologia, até da Química, né? Dos experimentos de reações químicas que eu te relatei lá no início, né? Isso é tranquilo. Eu ainda sinto dificuldade, realmente, com as questões da Física e eu sei que tem muito experimento na Física. E aí é que tá, eu uma vez eu tive contato com um ônibus da Física lá do aplicação, sabe qual é aquele ônibus? que eles têm? E ali tinha um montão de experimentos, legais assim. E aquilo ali eu pensei que ‘meu Deus do céu, se uma escola desenvolve esse monte de coisa aí, o quanto que a gente vai ter então de possibilidades de estar explicando os fenômenos relacionados à Física’. Nas duas escolas que eu trabalho eu sinto muita falta disso, tá? Eu não tenho isso. Então essa seria a minha a grande dificuldade, assim. De a gente está propondo experimentos, né? E explicando a partir do experimento e a gurizada vendo aquilo acontecer.”

[...]

“P: Também produzindo o próprio experimento, sabe? Acho que aqui tá grande... grande.. grande dificuldade e o que eu tenho mais vontade de desenvolver e acabo não desenvolvendo. Do Ensino de Ciências, daí mais as coisas relacionadas à Física. [...]

Eu não sei se é porque a gente nunca tem quase professor de Física, formado em Física trabalhando em ciências dentro da escola, tanto a escola que eu trabalho lá os professores são formados em Biologia e não se cria isso, não se.. sabe? Ou quando vem o professor de Física na escola é o professor de matemática, lá na escola de Ensino Médio, e o cara tá formado em matemática, então talvez falta também toda essa bagagem.”

“P: E aí eu fiquei empolgado também com a ideia de vocês porque eu vou aprender contigo aí, entende? Porque eu não sei quase nada, fico encantado com essas coisas, né? Os experimentos de física ali e tal. E aí a gente tem lá com a turma, talvez a gente vá fazer é o nono ano. A gente tá com tudo, tudo para fazer. Porque ano passado, por exemplo, tiveram ensino à distância, então a gente tem quase dois anos de conteúdo aí para desenvolver com eles, porque eu desenvolvi bastante questões da Biologia e da Química, então a gente tem aí, se a gente vai fazer uma prática alguma coisa, tem tudo para explorar.

“Lara: Quais os conteúdos, assim, que ficou para trabalhar no nono ano então, que o senhor tem interesse de trabalhar com eles? Que daí eu já direciono, né? Se vamos fazer para o nono ano, mesmo.

P: Uhum. As energias ali, né? Energia, transformação de energia, a questão da onda... das ondas, né? O estudo das ondas, como é que chama? [risos] Eu não sei como é que é.

Lara: Ondulatória. Mas estudo das ondas é a mesma coisa.

P: E aí no caso das ondas seria então, som, né. As ondas eletromagnéticas, ondas mecânicas. Também né... Apesar que mudou na bncc, mas eles não estudaram isso, as forças né. Os movimentos, seria... cinemática, é assim que se diz? [risos]

Lara: Sim. O estudo do movimento é a cinemática.

P: Do movimento, né? Aquela coisa dos movimentos... Aquilo ali, na realidade vou ser bem sincero, as vezes é a única coisa de Física que eles acabam aprendendo... e é aquela coisa chata, né? Da velocidade, tempo, distância, aquela coisa toda que se tu não faz uma coisa bem contextualizada vira uma chatice, porque vira um monte de cálculo e ‘ah, professor isso aí é só matemática’ e tal, tal, tal, né? Sabe como é que é, né?”
[...]

“P: E aquelas também de pressão atmosférica, tem bastante. E por que que tem? Porque é fácil, né? A gente fazer, muitas vezes... é o clássico. Mas aí é que tá, diversificar esses experimentos também para eles, também é muito importante. E sempre relacionando, tá e aí aonde está isso no teu dia a dia? na tua casa, né? Onde é que tá acontecendo? Se você parar com isso, consegue entender que isso tem relação com aquilo? Isso é fundamental!

E assim, eu sempre tento fazer isso. Na realidade, nunca não vai ter isso. Se eu não eu nem abordo, se eu não consigo fazer isso, assim eu já nem... aquele tema ali. Mas sempre tem, sempre a gente consegue fazer essa relação com o contexto da vida de cada um.”
[...]

“P: basicamente é isso. Daí a partir da prática a gente desenvolve lá a explicação, a busca pela teoria. Mas acho que assim, tem que ter uma atividade prática, ou os alunos contribuem lá com os materiais e eles vão fazer as práticas. Eu acho que a prática é a essência da coisa. Sempre tem que ter uma experiência com atividade prática, seria o ideal.”

APÊNDICE C – Proposta didática para investigação sobre pressão atmosférica e hidrostática

Proposta inspirada no trabalho de Brenner Raibolt, Roberto Soares da Cruz Hastenreiter e Flavio Napole Rodrigues (2017).

A temática da proposta é o conceito de pressão hidrostática, que será abordado utilizando problematização e ensino por investigação.

Inicialmente, a turma pode ser separada em grupos de até quatro estudantes. Caso o docente desejar, pode ser aplicado um questionário para cada grupo a fim de mapear as concepções sobre o tema, como:

- 1) A Figura 1 mostra dois recipientes contendo água até uma mesma altura. Há orifícios iguais em P e Q. A velocidade de escoamento da água é (justifique sua resposta):
 - A) Maior em P do que em Q. _____
 - B) Maior em Q do que em P. _____
 - C) A mesma em P e Q. _____

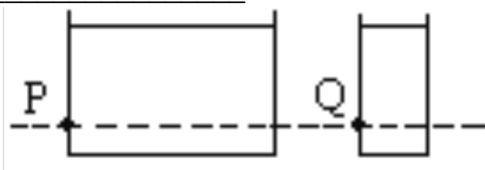


Figura 1 - Recipientes com água

- 2) No interior de uma bola furada (mas ainda redonda) existe ar? Existe pressão? Explique.⁹

O problema que pode ser apresentado nesse momento envolve conceitos de pressão hidrostática. Ele pode ser descrito da seguinte forma: *“Uma pessoa ficou sem combustível no automóvel no meio do nada, sem sinal de celular, sua única esperança é que um carro passe e aceite dar um pouco de gasolina. Porém, como a pessoa vai transferir o combustível de um automóvel para o outro tendo apenas uma mangueira de jardim que comprou naquele dia? E por que isso vai funcionar?”*. Também é possível trazer uma série de aplicações cotidianas que se relacionam com o teorema de Stevin, como o funcionamento do sifão em vasos sanitários e pias, as diferenças de velocidade da água nos apartamentos de um mesmo prédio, o uso de irrigação na agricultura, a pressão sanguínea, enfim, as possibilidades são variadas e é possível observar qual problemática mais estimula a turma.

Os grupos devem ser convidados a formular hipóteses para resolver o problema. É importante que o professor estimule todos os grupos a compartilharem suas propostas e também dê sugestões e corrija hipóteses que são inadequadas para a proposta e para a situação descrita.

Então cada grupo recebe dois recipientes transparentes, um pedaço de mangueira pequena e água potável, como mostra a Figura 2.



Figura 2 - Materiais utilizados no experimento

Fonte: (RAIBOLT; HASTENREITER; RODRIGUES; 2017)

E sugere-se que o docente siga sequência de etapas semelhante à proposta por Raibolt, Hastenreiter, Rodrigues (2017) e reproduzida no roteiro representado no Quadro 3. É interessante que se destaque que esse arranjo reproduz a situação problematizada com algumas idealizações e controlando certas características, como considerando que a água e o combustível terão comportamentos semelhantes por ambos serem fluidos, que os *beckers*/vidros reproduzem adequadamente os tanques de combustíveis por estes serem recipientes que armazenam um fluido e tem entrada de ar (no caso do primeiro problema proposto).

⁹ As questões foram retiradas do artigo de Rolando Axt (1988), intitulado “PROFESSORES DE HOJE, ALUNOS DE ONTEM... (DIFICULDADES COM ALGUNS CONCEITOS-CHAVE SOBRE FLUIDOS)”. No artigo também são discutidas as resoluções das questões. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10001/9248>

Quadro 3 - Roteiro para proposta experimental

Roteiro para proposta experimental	
Materiais utilizados	Dois recipientes transparentes Mangueirinha flexível Água potável
Etapa 1	Apresentando os materiais: Mostraremos aos estudantes, os materiais a serem utilizados, colocando-os em cada bancada contendo até quatro alunos
Etapa 2	Apresentando a versão “simplificada” do problema: Como fazer para passar a água contida em um recipiente para o outro, utilizando apenas a mangueirinha? Lembrando que, como estamos simulando tanques de combustíveis, os recipientes são fixos e não podem ser entornados.
Etapa 3	Agindo e buscando solução para o problema: deixar os educandos agirem, vendo como os objetos reagem, para obter o efeito desejado. Período importante em que o professor acompanhará a atualização das hipóteses pelos grupos, podendo as mesmas serem verbais. Caso o aluno cometa algum erro, ou não consiga encontrar uma solução para o devido problema, deverá buscar outro método ou ser ajudado pelo seu colega de equipe.
Etapa 4	Discussão em grupo: Como? Após a atividade elaborada, a turma será dividida em semicírculo e o professor regerá uma discussão questionando cada educando sobre a maneira como realizou sua atividade, e como encontrou a solução. Perguntas a serem realizadas e respondidas: 1) Como você fez a experiência? (Fase em que os alunos tomam consciência do que fizeram - sistematização do conhecimento) Por que? Por que a água passa de um recipiente para o outro? Por que deu certo? (Nesse momento, o aluno vai buscar do seu próprio cotidiano, uma palavra nova, ou mais adequada, para explicar o fato. O professor deverá ficar buscando a formulação do ocorrido através de perguntas a serem respondidas por eles. Após o conceito ser bem consolidado, trazer outros exemplos do cotidiano que são explicados pelo mesmo fenômeno. Por exemplo, sifão do vaso sanitário).
Etapa 5	Escrevendo e desenhando: Os alunos deverão, em seu próprio caderno, registrar todo o processo ocorrido. O que fez? Como fez? O que aconteceu? Como aconteceu? Por que isso aconteceu? Após seu breve texto, elaborar um desenho ilustrando a atividade

Fonte: Adaptado de (RAIBOLT; HASTENREITER; RODRIGUES; 2017)

Durante a realização de todas etapas, cabe ao docente colocar em prática sua postura de incentivo à argumentação e, nos momentos de discussão em grupo, mediar reflexões sobre

fazer científico. Então, ele retoma a problematização inicial e questiona como seria resolvido o problema partindo desses conhecimentos construídos.

Ele também pode auxiliar na organização dos conhecimentos. Partindo da realidade da turma é possível escolher o nível de aprofundamento, adotando uma abordagem puramente conceitual ou introduzindo também equações que relacionam as grandezas físicas envolvidas. Essa explicação é importante, pois organiza as percepções sobre o experimento.

Caso o professor tenha aplicado o questionário ao início da unidade/aula, ele pode reaplicá-lo nesse momento, para verificar as mudanças nas respostas que ocorreram, ou não. Também é importante que ao longo da atividade sejam observadas as manifestações dos alunos dentro dos indicadores da alfabetização científica, bem como estimulado seu desenvolvimento, de modo que possa ser observado em atividades posteriores como está a relação dos estudantes com essas habilidades.

Uma proposta de ensino por investigação envolvendo calor e temperatura

Lislaine Thais Wurzel Carvalho

1. Introdução

Este trabalho faz parte da disciplina Pesquisa em Ensino de Física (FIS01034) do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nela temos como uma das atividades entrevistar um professor de Física de uma escola de ensino básico e após a entrevista, verificar uma preocupação do professor em relação à sala de aula e trazer um ensaio com uma proposta.

Segundo Rezende e Ostermann (2005, p. 335):

“Os resultados do confronto entre os problemas da prática pedagógica do professor e a caracterização do ensino e da aprendizagem de Física apontam para uma assimetria pois não há uma correspondência plena entre os problemas levantados e as subtemáticas analisadas. Isso mostra que teoria e prática se desencontram.”

Dentro dessa perspectiva, o presente trabalho tem o objetivo de dar voz ao professor, trazendo a universidade mais próxima da escola. A professora entrevistada tem 21 anos de experiência em sala de aula. Através de uma entrevista, foi apontado pela professora que uma preocupação era com o ensino de termodinâmica, principalmente calor e temperatura e com experimentos a serem feitos dentro da sala. Então, a partir de uma busca na literatura, eu trouxe uma proposta de ensino por investigação através de cinco experimentos de baixo custo envolvendo calor, temperatura e troca de calor através de convecção e condução.

2. Dando voz à professora

A professora entrevistada trabalha em uma escola de ensino médio da rede municipal localizada na região metropolitana de Porto Alegre/RS. Segundo o censo escolar de 2017¹⁰, ela conta com 1.173 alunos e oferece aulas do nível fundamental I até o ensino médio, funcionando nos três turnos. A escola é a única de ensino médio da rede municipal. Ela tem uma boa organização e os alunos que a frequentam são da região da escola. Atualmente está sofrendo um desmonte do ensino médio e a expectativa do município é que até 2024 não tenha mais turmas de ensino médio.

A entrevista durou cerca de 30 minutos, feita online através do *Google Meet* e gravada por essa mesma plataforma. A professora concordou com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que está disponível no Apêndice A. A transcrição da entrevista está no Apêndice B. A professora entrevistada leciona há 21 anos no município e há 19 anos no estado. Tem formação em Física e leciona esse conteúdo nas escolas. Durante a entrevista ela comentou que faz o máximo para contextualizar suas aulas, conforme suas palavras:

“Eu tenho alguns livros que eu gosto de trabalhar, eu gosto muito do livro da Beatriz Alvarenga, porque ela não dá ênfase em muito cálculo e eu acho que para o ensino médio, é mais importante entender a parte conceitual e a aplicação desse conteúdo, eu trabalho alguns cálculos, mas não dou ênfase ao cálculo, mais ênfase a parte teórica que eu acho também mais interessante de trabalhar, tem outro livro que eu gosto de trabalhar também, mas eu não tô com o nome do autor aqui, é, mas são livros que dá preferência por

¹⁰ https://servicos.educacao.rs.gov.br/dados/estatisticas_mi_mun_2017.pdf

questões teóricas, relacionar o conteúdo com as coisas do dia a dia, do cotidiano.”

Mas ela mostrou preocupação referente à falta de laboratório na escola e à falta de interesse dos alunos para as atividades propostas, principalmente com o ensino de termodinâmica. Com base nisso, identifiquei que uma proposta de ensino que pode ser de interesse da professora são atividades investigativas, utilizando experimentos de baixo custo, voltadas para a aprendizagem de termodinâmica, principalmente os conceitos de calor e temperatura.

3. Estudos anteriores

Para auxiliar a professora, foi realizada uma busca na literatura utilizando os termos: “termodinâmica” e “ensino por investigação” no *Google Acadêmico*. Acabei tendo alguns resultados na revista *Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)*. Através dela, então, pesquisei utilizando o termo “termodinâmica”, chegando a 7 resultado; lendo seus resumos, selecionei 3 artigos de interesse, listados na tabela 1.

Tabela 1: Artigos selecionados para compor o trabalho

Artigo	Nome	Autores	Ano	Revista
A	O Uso Do Ensino Por Investigação Como Ferramenta Didático-Pedagógica No Ensino De Física	Matheus Fernandes Mourão; Gilvandenys Leite Sales	2018	EENCI
B	Uma Proposta Para Vivenciar, No Ensino Médio, Os Conceitos Iniciais De Termodinâmica Por Meio De Uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa	Rodrigo Rossi Barbosa; Luiz Otávio Buffon	2020	EENCI
C	Ensinando Termodinâmica Através De Uma Sequência De Ensino Investigativa	Mercia Cristina Félix Teixeira Braga; Regina Simplício Carvalho	2021	EENCI

No artigo A, Mourão e Sales (2018) afirmam que a metodologia de ensino por investigação traz uma maior autonomia para os alunos, pois é uma metodologia centrada no aluno. Assim faz com que eles tenham mais interesse nas atividades propostas. Os autores explicam a demonstração investigativa da seguinte maneira:

“Resumidamente, tem-se que a demonstração investigativa inicialmente se apresenta como um problema aos estudantes, em seguida os estudantes realizam reflexões, elaborando hipóteses para explicá-lo. Por fim, o professor realiza a sistematização dos conhecimentos envolvidos e aborda todos os conceitos necessários para a resolução do problema.” (MOURÃO, SALES, 2018, p. 432)

No artigo, os autores relatam uma intervenção com alunos do 3º ano do ensino médio, onde realizaram uma demonstração investigativa com o intuito de ensinar correntes de convecção através de um experimento de baixo custo. Eles relataram que:

“A realização de Demonstrações Investigativas abre possibilidades para que se possam alcançar as competências e habilidades presentes nos PCN’s de Ciências e, conseqüentemente, contribuem para a quebra do paradigma de aulas tradicionais que se utilizam apenas de quadro branco e pincel.”

Foi possível observar isso ao analisar o desempenho dos alunos, quando eles se sentiram motivados ao tentarem arriscar respostas ao problema proposto e em seguida comprová-los. O ensino investigativo, ao longo deste estudo, se mostrou como uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Termologia, promovendo a aquisição de habilidades fundamentais para que o aluno possa aprender outros tópicos de ciências.” (MOURÃO, SALES, 2018, p. 438)

No artigo B, Barbosa e Buffon (2020) fazem um estudo de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), assim descrita:

A UEPS abordada neste artigo foi estruturada utilizando-se um mapa conceitual, experimentos, vídeos e uma simulação computacional. Foram realizadas atividades investigativas como instrumento de aprendizagem, onde os estudantes em pequenos grupos observavam os fenômenos, refletiam e discutiam as explicações, e a partir das suas concepções sobre os fenômenos respondiam uma série de questões. (BARBOSA, BUFFON, 2020, p. 382)

Eles mostram a importância do professor estar preparado para a atividade e de ser sempre instigador com os alunos, fazendo eles pensarem e criarem soluções para os problemas propostos. As conclusões dos autores sobre esse tipo de atividade são as seguintes:

“Nesse trabalho foi possível construir com êxito uma UEPS para o ensino dos conceitos iniciais de termodinâmica baseada em atividades investigativas e os resultados da aplicação do material indicaram uma boa receptividade por parte dos alunos, com intensa participação deles nas atividades propostas. De acordo com o relato dos encontros e das análises das questões investigativas concluímos que o material didático foi aplicado com êxito satisfatório, pois os alunos apresentaram indícios de um aprendizado significativo.” (BARBOSA, BUFFON, 2020, p. 401)

No artigo C, Braga e Carvalho (2021) apresentam uma prática de termodinâmica aplicada em uma turma de 2º ano do ensino médio. O assunto explicitado no artigo é propagação do calor por condução. Foram feitas três atividades e as autoras registraram as respostas dos alunos e as discussões dentro da sala de aula, chegando às seguintes conclusões:

“Pelos resultados apresentados é possível inferir que houve construção de saberes por parte dos alunos que participaram dessa pesquisa, em relação aos conceitos de termodinâmica. Os conceitos vão sendo aprimorados e apropriados a partir da maior participação dos alunos. Alunos que se mostravam totalmente apáticos em aulas tradicionais se mostraram dispostos a participar e contribuir. As atividades desenvolvidas concederam, também, aos alunos um grau de autonomia, ainda não experimentado nas aulas tradicionais. O interesse em participar, ao invés de apenas observar se mostrou evidente, principalmente nas atividades de demonstração, se oferecendo para contribuir.” (BRAGA, CARVALHO, 2021, p. 162)

Através dos três artigos, foi montada uma proposta de atividade investigativa para o primeiro contato dos alunos com a termodinâmica, explorando o conceito de calor e temperatura.

4. Embasamento teórico/epistemológico

O ensino por investigação é composto por algumas fases:

“Durante a fase Explorar (Explore), é dada a oportunidade aos alunos de trabalharem em grupo, sem que haja uma instrução directa do professor, permitindo, assim, a interacção entre pares e promovendo o conflito sócio-cognitivo. Os alunos questionam, fazem previsões, colocam hipóteses, planificam um modo de as testar, testam-nas, registrando as observações, e discutem com os pares os resultados obtidos, comparam várias alternativas possíveis e organizam a informação recolhida. Na fase Explicar (Explain), pretende-se que haja uma articulação entre as observações, ideias, questões e hipóteses; encoraja-se os alunos a explicar, por palavras próprias, os conceitos que emergiram da experiência de aprendizagem, a utilizar os resultados (observações e medições) para fundamentar as suas explicações, a ouvir criticamente as explicações dos colegas e do professor; professor define os conceitos, explicitando o texto legítimo a ser produzido e utilizando a experiência de aprendizagem dos alunos como base para a discussão. Na fase Elaborar (Elabore), os alunos estabelecem relações com outros conceitos e aplicam os conceitos e capacidades numa situação nova, utilizando as suas definições formais, e estimula-se a argumentação sustentada nos dados e evidências já conhecidos. As estratégias utilizadas na fase de exploração também são aplicadas aqui, uma vez que os alunos podem usar a informação prévia para colocar questões, propor soluções, tomar decisões, experimentar e registar observações” (BAPTISTA, 2010, p. 102-103)

Essa é uma metodologia interessante para o professor que deseja dar mais liberdade e autonomia aos alunos em suas aulas. Um dos benefícios da metodologia é:

“A negociação envolve a argumentação, a comunicação dos resultados, a partilha de ideias, a troca de exemplos e a aceitação por parte dos pares de que aquele conhecimento é válido. Trata-se de um processo essencial para desenvolver com os alunos e levá-los a compreender a importância de uma comunidade científica e como se processa a construção do conhecimento científico.” (BAPTISTA, 2010, p. 88)

Essa metodologia proporciona aos alunos um desenvolvimento do pensamento lógico, trabalho em equipe, resolução de problemas, enquanto aprende novos conceitos. Para isso, o professor deve instigar os alunos dentro da sala de aula, tornando disponível a pesquisa em livros e/ou *internet*, guiando os alunos pelas resoluções, mas sem dar a resposta pronta. Segundo Baptista (2010, p. 92) “Num ensino por investigação, os alunos seguem as suas próprias linhas, permitindo-lhes compreender que não existe só um método de fazer ciência.”

5. Ensaio de proposta de solução

A partir dos artigos da tabela 1 foi formulada a seguinte proposta para o desenvolvimento do tema de termodinâmica.

No primeiro momento da aula, fazer uma discussão com os alunos sobre a ideia deles sobre calor e temperatura, com perguntas como “Uma pessoa com febre fica quente? Por que ela sente frio?” (BARBOSA; BUFFON, 2020, p. 386) e “Um cobertor de lã é “quente”? Ele produz calor?” (BRAGA; CARVALHO, 2021, p. 152). Após essa discussão fazer as experiências, pedindo para os alunos anotarem suas ideias:

“3.2.1. Experimento de tocar os objetos de uma sala de aula: foi solicitado para que os grupos anotassem a sensação térmica dos objetos tocados (maçaneta, madeira, piso...) e também as temperaturas dos mesmos, medidas através de termômetros. O objetivo era que os alunos começassem a perceber que materiais diferentes, mesmo estando à mesma temperatura, proporcionam sensações térmicas diferentes. Além disso, seria possível mostrar que o tato não é uma maneira adequada de avaliar a temperatura e também que a condutividade térmica é uma propriedade importante dos materiais.

3.2.2. Experimento das bacias com água quente, fria e a temperatura ambiente: foi solicitado aos grupos que medissem as temperaturas das três bacias (ver figura 2). A seguir, os integrantes dos grupos colocaram uma das mãos na bacia com água quente e a outra mão na bacia com água morna. Por fim, eles colocaram as duas mãos na bacia com água na temperatura ambiente. O objetivo era mostrar que a sensação térmica pode fornecer resultados inadequados ao ser usada para avaliar a temperatura.” (BARBOSA; BUFFON, 2020, p. 386-387)



Figura 1: Alunos discutindo as questões em grupo.
Fonte: O autor.



Figura 2: Experimento do gelo e água no Encontro 3
Fonte: O autor.

Figura 1: Imagens do experimento de bacias em três temperaturas diferentes
Fonte: (BARBOSA; BUFFON, 2020, p. 387)

Após a atividade, os alunos podem responder um questionário, como por exemplo, as questões propostas por Barbosa e Buffon,

- “1. Qual a temperatura da água da bacia na qual você colocou a mão por último?
2. Por que a sensação térmica é diferente em cada mão, se a substância tocada é a mesma (água à temperatura ambiente)?
3. Uma pessoa, ao entrar na água fria do mar ou piscina, inicialmente sente frio, mas depois passa a não mais sentir? Como se explica isso?
4. Por que uma pessoa com febre tende a sentir mais frio se ela fica na verdade mais quente?
5. Uma barra de metal ao ser tocada nos causa a mesma sensação térmica que uma barra de madeira, estando ambas à mesma temperatura ambiente?
6. É confiável medirmos ou avaliarmos a temperatura por meio do tato? Caso a resposta seja não, qual é a melhor forma de medirmos a temperatura?
7. Qual a diferença entre temperatura e sensação térmica?” (BARBOSA, BUFFON; 2020, p. 387)

Estas duas primeiras atividades tem o objetivo de explicar a diferença de calor e temperatura e começar a introduzir a troca de calor.

Para a terceira atividade, é uma atividade para fixar o entendimento dos alunos acerca da energia térmica e a troca de calor.

“3.3.2. Experimento dos recipientes com água e gelo: cada grupo teve a disposição dois recipientes, sendo um com 1000 mL de água e o outro com 500 mL de água. Foi solicitado que eles medissem as temperaturas das águas nos dois recipientes através de termômetros (ver figura 4). Em seguida, eles deveriam colocar a mesma quantidade de gelo dentro de cada recipiente, esperar por cerca de 5 minutos e depois retirar o gelo que ainda sobrar. Por fim, os grupos deveriam utilizar mais uma vez os termômetros para medir a temperatura dos dois recipientes e responder às seguintes questões:

1. O que foi percebido? Qual foi a diferença de temperatura observada? Após os 5 minutos, qual dos dois recipientes apresentou estar mais frio?
2. No início do experimento, ou seja, antes de colocar o gelo a energia térmica era maior em qual recipiente? Por quê?
3. O que provocou o resfriamento da água em cada recipiente?
4. Desse experimento você pode concluir que em um litro de água e em meio litro de água, ambos à mesma temperatura, o fluxo flui de um objeto quente para o mais frio? É a mesma energia térmica que flui nos dois casos? Por quê?” (BARBOSA; BUFFON, 2020, p. 388)

Para demonstrar a propagação do calor através da condução, é proposta a seguinte atividade:

“Os materiais utilizados foram: uma haste metálica (de alumínio), parafina, tachinhas de metal, um suporte para vela, uma vela. Os alunos deveriam observar o que aconteceria com as tachinhas, fixadas com parafina, a uma haste metálica quando uma de suas extremidades fosse aquecida pela chama da vela. O sistema montado é apresentado na figura 7.” (BRAGA; CARVALHO, 2021, p. 159)



Figura 2: Montagem do experimento de propagação através da condução

Fonte: (BRAGA; CARVALHO, 2021, p. 159)

É proposto que os alunos respondam às seguintes questões:

- ✓ O que acontecerá com a parafina ao aquecermos o fio?
- ✓ O que acontece com as tachinhas?
- ✓ De que forma o calor vai se propagando? (De que forma a energia vai se propagando?)” (BRAGA; CARVALHO, 2021, p. 159)

Para a atividade de convecção é proposta:

“Em linhas gerais, a aula consistiu da apresentação do experimento, denominado Lâmpada de Lava (Figura 2)., da demonstração do experimento e de uma pergunta desafiadora à qual os alunos, divididos em grupos, deveriam apresentar suas respostas, baseadas em hipóteses levantadas pelos alunos. No funcionamento da lâmpada de lava, temos a observação do fenômeno da convecção térmica que se dá pela utilização de líquidos imiscíveis. Para que o experimento possa mostrar esse fenômeno, é necessário que se tenham duas substâncias de densidades parecidas. Para este aparato experimental, utilizou-se água, óleo e álcool. A água e álcool (líquidos miscíveis entre si), juntos, formam uma mistura com densidade parcialmente maior que a do óleo. Como resultado, tem-se a formação de duas fases. Como a mistura água e álcool é mais densa, esta fase concentra-se na região de baixo do recipiente e o óleo por ser menos denso concentra-se acima (Figura 2A). Para que houvesse a alteração de densidade das substâncias, utilizou-se de uma lâmpada incandescente no fundo do recipiente para gerar calor e ocasionar, assim, correntes de convecção da região inferior para região de superior do recipiente. Esse fato, provocou uma diminuição da densidade da mistura água e álcool que, uma vez aquecida, deslocou-se para cima (Figura 2B). Todavia, ao entrar em contato com a região superior do recipiente (região menos aquecida), essa fase resfriou-se e retornou à região inferior do recipiente (Figura 2C).” (MOURÃO; SALES, 2018, p. 434-435)

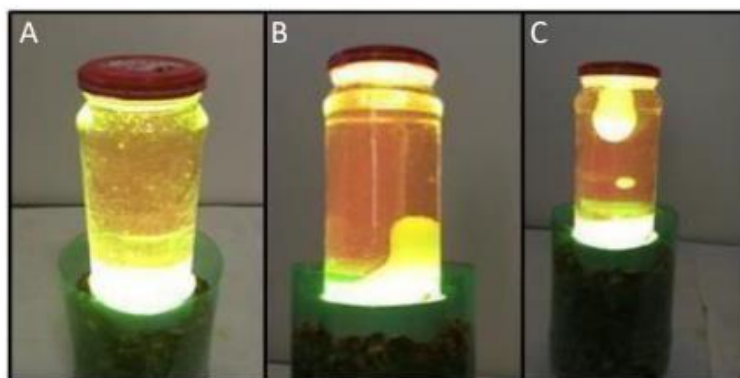


Figura 2: Lâmpada de lava em funcionamento. A: Fase superior (óleo) e inferior (água e álcool) em temperatura ambiente. B: Movimentação da fase inferior (água e álcool) ocasionado pela geração de calor e formação de correntes de convecção. C: Retorno da fase (água e álcool) para o fim do recipiente, após o contato com a região menos aquecida do recipiente.

Figura 3: Demonstração do experimento de convecção
Fonte: (MOURÃO; SALES, 2018, p. 434)

Uma proposta de questão aos alunos é perguntar o que aconteceu com a mistura de água e álcool e instigar que os alunos expliquem como aconteceu.

A avaliação pode ser feita através da evolução dos alunos com os experimentos, seu interesse e questionamentos em cima das aulas.

Deixei o tempo de aplicação de fora, pois depende do envolvimento dos alunos em discutir cada atividade, mas o indicado é um período para cada atividade.

6. Comentários finais

As experiências de baixo custo são uma opção para professores que não tenham acesso ao laboratório em suas escolas, trazendo boa contribuição para ajudar o entendimento dos alunos.

Mesmo sabendo do curto período que o professor tem em cada conteúdo, vale a pena reservar alguns períodos para fazer essas atividades com os alunos, pois eles costumam apresentar uma boa receptividade nesses tipos de aulas.

Espero que o professor que ler este trabalho faça bom uso das atividades que listei acima.

Referências

BAPTISTA, Mónica. Capítulo 4: Ensino Por Investigação. In: BAPTISTA, Mónica. Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. Orientadora: Ana Maria Freire. 2010. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação) - *Universidade de Lisboa*, Lisboa, 2010. p. 561. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/1854?mode=full>. Acesso em: 16 nov. 2021.

BARBOSA, Rodrigo Rossi; BUFFON, Luiz Otávio. Uma Proposta Para Vivenciar, No Ensino Médio, Os Conceitos Iniciais De Termodinâmica Por Meio De Uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 15, n. 2, p. 380-406, 8 nov. 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/730>. Acesso em: 12 nov. 2021.

BRAGA, Mercia Cristina Félix Teixeira; CARVALHO, Regina Simplício. Ensinando Termodinâmica Através De Uma Sequência De Ensino Investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 16, n. 2, p. 144-163, 20 ago. 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/918>. Acesso em: 12 nov. 2021.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O Uso Do Ensino Por Investigação Como Ferramenta Didático- Pedagógica No Ensino De Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. 428-440, 4 ago. 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/113>. Acesso em: 12 nov. 2021.

REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 316-337, 1 jan. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6374>. Acesso em: 12 nov. 2021.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidada a participar da pesquisa realizada pela graduanda Lislaine Thais Wurzel Carvalho, aluna da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), orientada pela Prof.^a Dr.^a Eliane Angela Veit, docente do Instituto de Física (IF) da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A pesquisa que será realizada é um requisito parcial para aprovação na disciplina “Pesquisa em Ensino de Física”.

Além disso, a pesquisa tem como objetivos promover uma interlocução entre a UFRGS e a Escola Pública, pois nessa disciplina cada licenciando(a) deve colher junto a um(a) professor(a) de Física de uma escola pública, por meio de uma entrevista semiestruturada, um problema diretamente relacionado ao ensino e aprendizagem de Física, cuja possibilidade de solução seja de particular interesse do(a) professor(a) entrevistado(a). À luz da literatura de Pesquisa em Ensino de Física, a licencianda construirá, sob a orientação da professora, um ensaio de solução para o problema. Ao final do semestre, a licencianda produzirá um pequeno vídeo e um texto, relatando o desenvolvimento da atividade e os resultados obtidos.

Neste contexto informamos que:

- ✓ sua participação é totalmente voluntária;
- ✓ não haverá despesas para sua participação nesta pesquisa, assim como você não será remunerada para tal;
- ✓ as informações coletadas serão utilizadas apenas para a pesquisa e poderão ser divulgadas em eventos e publicações científicas, porém sem trazer sua identidade explícita;
- ✓ a pesquisa não oferece riscos aos participantes, a não ser algum constrangimento pelas respostas fornecidas ou o comportamento frente a certas situações propostas. Para evitar este risco, manteremos seu anonimato;
- ✓ a entrevista será gravada e a gravação será utilizada exclusivamente pela entrevistadora para elaboração do trabalho;
- ✓ você poderá se recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que lhe seja feita;
- ✓ você poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação na pesquisa a qualquer momento antes da divulgação dos resultados, bastando para isso comunicar a pesquisadora;
- ✓ você está convidada para assistir a apresentação final com os resultados da pesquisa;
- ✓ esse termo de consentimento foi elaborado em duas vias, sendo uma via para você, participante da pesquisa, e outra para a pesquisadora responsável;

Eu, _____, professora de física da Escola _____, do município de _____, declaro que li e entendi todas as informações presentes neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que compreendo a natureza e o objetivo do presente estudo. Assim, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que caso eu tenha novas perguntas sobre este estudo, ou pensar que houve algum prejuízo pela minha participação, posso contatar as responsáveis pelo estudo.

[cidade], 10 de Setembro de 2021

APÊNDICE B

Entrevista

Entrevistadora

Primeiramente, a senhora conseguiu ler o termo de consentimento?

Professora

Sim.

Entrevistadora

Tá, concorda com ele, tem alguma dúvida?

Professora

Não, concordo.

Entrevistadora

Tá bom então, eu quero começar a entrevista. Quero que a senhora fale um pouco sobre a sua trajetória até a sala de aula, como foi a escolha de ser professora, como foi o curso e o ingresso na carreira de professor.

Professora

Eu trabalhava como técnica eu fiz a Escola Técnica Federal de Pelotas que antes era a Escola Técnica Federal de Pelotas, aí eu fiz o estágio obrigatório e depois de cumprir o estágio obrigatório, né? Eu comecei a trabalhar, mas aí o que eu notei é que a gente fazia o mesmo serviço que os técnicos, mas o nosso salário sempre era menor, né? E aí, depois quando eu fui fazer o curso de graduação, e outra, depois também não conseguia me ver aos 30 anos fazendo aquela atividade que eu fazia, né! E depois eu pensei: "então o que que eu vou fazer", aí se eu for para o curso de engenharia, eu vou continuar com o mesmo problema, aí eu fui para o curso de física, mas muito sem saber o que que era o curso, né? E depois com o tempo, eu fiz o curso. Aí eu fui na metade, na metade não, mas com o andar do curso fui vendo como é e disse: "bah, mas eu nunca vou conseguir dar aula, né?" Pensava, mas como eu sempre fui de começar e terminar né! Agora eu vou em frente e aí quando terminei o curso de graduação me convidaram para trabalhar no laboratório de metrologia, eu fazia a aferição dos equipamentos, que era empresa que representava ligada ao INMETRO e um dia eu comecei a questionar o meu trabalho. Tinha eu aqui em Porto Alegre fazendo e uma pessoa do Observatório Nacional lá em São Paulo, né? Tá! Se fechar isso aqui encerrar esse contrato com o INMETRO, né? Para onde eu vou e a gente sabe que depois com o tempo as coisas vão mudando né? mais difícil para conseguir emprego e coisa e tal. E aí eu pensei o seguinte: "Bom. Tem que dar um jeito de sair daqui." Aí eu fui fazer o curso de pós-graduação, aí eu fiz um curso em metodologia do ensino superior e nesse meio tempo como eu já tava muito afim de sair, eles me demitiram e que para mim foi bom porque eu consegui pagar o meu curso, né e depois comecei a trabalhar em sala de aula. E quando eu estava trabalhando apareceu o concurso aqui em [cidade] aí uma colega me disse: "Ah! tem um concurso [cidade] por que tu não faz?" Era uma vaga aí eu me lembrei do que o professor que eu tinha no curso técnico ele nos disse assim: "Quando tiver concurso e ele tiver uma vaga, o primeiro pensamento que você tem que ter é dizer essa vaga é minha e não se apavorar com o número de vagas, mas pensar que a vaga é tua", aí eu fiz, me inscrevi fiz o concurso e na verdade, eu fiquei em segundo lugar. O primeiro lugar ficou com outra Professora, mas mesmo assim eu fui selecionada e eu já tô no município há 21 anos. Dois ou três anos depois que eu entrei aqui, abriu concurso pro estado, aí eu fiz o concurso para o estado e também fui selecionada no estado, no ano que vem vou fazer 20 anos de estado. Já estou na terceira profissão e de todas, foi a que eu mais me encontrei né, por vários motivos, eu acho que tu nunca está presa em um único lugar, que fica mudando, como tu trabalha com alunos diferentes, então tu está sempre aprendendo com eles, é sempre uma troca e depois a possibilidade assim também de ter horas vagas durante a semana, porque isso era uma coisa que me incomodava muito, por exemplo, tem que pedir licença para ir numa consulta e tem que dar satisfação, então o magistério me possibilita isso, então eu tenho horários vagos durante a semana, esses horários eu faço minhas consultas, enfim eu cuido da minha vida, né? Sem precisar tá pedindo uma coisa que eu tenho direito. O magistério, aqui em [cidade], tem uma coisa boa, na escola, ela nunca foi a mesma, a gente nunca trabalhou do mesmo jeito aqui porque todos os anos tem mudança, todos os anos a gente tem que aprender, a gente tem que estudar, tem que se organizar, não se acomoda, não fica na zona de conforto e nesse sentido é bom, eu acho, porque tu não fica alheio às coisas que estão acontecendo, né? Ah eu trabalhei vinte e tantos anos, fiz aquilo ali a vida inteira e aí então tu está tão desatualizado do resto do

mundo depois quando termina o serviço não consegue se achar, nesse sentido a escola que é muito boa

Entrevistadora

É, eu conheço o [*nome da escola*] como referência em ensino de ensino médio de [*cidade*].

Professora

Sim. Na escola, todos os professores, quando tinha ensino médio, que é de manhã, quando só funcionava ensino médio, todos os professores eram concursados na sua área, então professor de matemática tinha formação em matemática, de biologia tinha formação em biologia e todos os anos nós tínhamos pelo menos três ou quatro alunos que eram aprovados na UFRGS, né? Só que na escola, o ensino médio está sendo extinto, né? Esse ano a gente tem uma turma de primeiro ano, nós já tivemos sete turmas de primeiro ano e tem uma turma de segundo ano e três turmas de terceiro ano e a ideia até 2024, não ter mais ninguém, não ter mais o ensino médio na escola, aí vai ser só o ensino fundamental.

Entrevistadora

Isso foi partido do governo ou é alguma coisa com a escola?

Professora

É que tem uma lei né, a que as escolas da rede municipal ela tem obrigação com o ensino fundamental e o estado com ensino médio e como aqui é do município, essa essa história em terminar com o Ensino Médio já vem de algum tempo, não é de agora, aí já teve, é como a gente diz? ah teve reivindicação, já foi feitas várias manifestações, até que depois de algum tempo conseguiram chegar, onde eles queriam, terminar com o ensino médio.

Entrevistadora

Então aí no [*nome da escola*] tu dá aula só de física, não tem mais nenhuma outra matéria?

Professora

Não, só física

Entrevistadora

E qual escola estadual que tu dá aula?

Professora

Eu dou aula em [*nome da outra escola*].

Entrevistadora

E lá também é física ou tem alguma outra matéria?

Professora

Só física

Entrevistadora

Tá, e como é que funciona o seu planejamento onde normalmente busca os materiais para a aula, se tem costume em ver os artigos em revista de ensino.

Professora

Eu tenho alguns livros que eu gosto de trabalhar, eu gosto muito do livro da Beatriz Alvarenga, porque ela não dá ênfase em muito cálculo e eu acho que para o ensino médio, é mais importante entender a parte conceitual e a aplicação desse conteúdo, eu trabalho alguns cálculos, mas não dou ênfase ao cálculo, mais ênfase a parte teórica que eu acho também mais interessante de trabalhar, tem outro livro que eu gosto de trabalhar também, mas eu não tô com o nome do autor aqui, é, mas são livros que dá preferência por questões teóricas, relacionar o conteúdo com as coisas do dia a dia, do cotidiano.

Entrevistadora

É muito bom, eu conheço a Beatriz, acho bem bons os livros dela, assim dentro da sala de aula assim que tu mais gosta de fazer com os teus alunos?

Professora

É, a escola, quando iniciei aqui, ela tinha um laboratório, nesse laboratório tinha muito equipamento e ao longo dos anos esse material todo foi se perdendo, então assim, eu não tenho muitos recursos é mais material mesmo digitado e aí que eles têm a parte teórica né e a aula mesmo, eu deixo para fazer a resolução de exercícios e a explicação, porque não gosto de estar passando no quadro que se não vira uma aula de cópia né e cópia o aluno lá do terceiro ano do fundamental que precisa treinar letra caligrafia essas coisas, no ensino médio, eu acho que ele tem mais de fazer leitura e aproveitar o tempo em sala de aula para resolução de exercícios e tirar dúvidas. Eu não tenho recurso, agora a escola está colocando uma lousa digital e colocando televisão na sala, então pode trabalhar com pen drive para explicar ou passar alguma coisa para eles, mas assim em termos de material mesmo, por um laboratório, isso eu acho muito ruim. A gente não tem no colégio.

Entrevistadora

Normal nas escolas, acaba sendo né, normal nas escolas públicas de não ter esse material. Agora pensando no principal da pesquisa. Qual tu acha o teu maior desafio para ensinar física ou se a senhora tem algum conteúdo que percebe que os alunos têm mais dificuldade de aprender?

Professora

Bom o que eu noto é sempre uma parte de cálculo, a matemática para eles é bem difícil e então tudo que envolve cálculo eles acabam tendo muita dificuldade de trabalhar, conversão de unidade de medida depois que o pega equação depois tem que achar muitas coisas, misturar muitos assuntos, por exemplo, no exercício que tu vai trabalhar regra de sinais, potência, notação científica e mais a fórmula que tem trabalhar, a transformação de unidade de medida aí aquilo ali para eles, já fica um horror, né? Então tem que ser, eu procuro não fazer muito, é, como é que eu vou dizer, pegar muitos assuntos de cálculo trabalhar tudo numa única questão, até posso fazer um exemplo, mas não é o que eu vou fazer, para eles perceber como é que, mas não é assim, uma coisa que eu vá cobrar deles, só isso, entendeu? Porque senão não adianta, não funciona, eles não fazem e aí acaba sendo uma aula chata, porque eles não fazem, fica chato para mim e fica chato para eles também, né? Mas algumas coisas eu faço como exemplo para eles, por exemplo assim, exercícios de transformação de escalas, de escalas termométricas, eu combino com eles: "bom aqui na sala de aula, eu vou fazer com os números, como é, o real, mas na prova como vocês não vão usar calculadora, eu faço o seguinte mesmo que esses números não sejam os reais eu tiro eles, mesmo que os números fiquem menores, e que o cálculo fique com o número inteiro, mas vocês não usam calculadora, porque aí eles conseguem trabalhar com a equação e eu consigo entender porque eles estão conseguindo entender, porque o objetivo não é fazer que eles me provem que sabem fazer matemática, mas sim o conteúdo de física, então eu tenho que cobrar deles o conteúdo de física. Ah, eu quero saber se ele consegue identificar quais são as escalas que eles vão ter que usar, que está sendo pedido no exercício, a substituição dos dados e aí se o número é o real ou não para mim não interessa muito eu ponho números menores, mas que eles consigam entender o que eles vão fazer e saber se lá no fim eles entenderam qual é a unidade de medida que eles vão ter que usar.

Entrevistadora

Muito bom isso até porque, para a gente é importante deixar a parte da matemática para matemática, e se usar o que tem na física.

Professora

Sim, eu sempre digo para eles: "pessoal! Ler o exercício, tirou os dados do enunciado, fez o levantamento de dados, identificou a equação que vai usar e substituiu os dados, terminou a física, daqui para baixo agora é matemática, então a parte de física vai até aqui." E depois que eu comecei a trabalhar assim, ficou bem melhor porque quando eu trabalhava da mesma maneira que eu aprendi na faculdade, era um problema passava aula inteira ensinando

matemática até que um dia eu disse: "Poxa, mas eu sou professora de física não de matemática", até que um dia eu recebi o livro da Beatriz Alvarenga, esse aí caiu do céu para mim.

Entrevistadora

Essas dificuldades que tu vê, nessa parte da matemática, tu vê que tem alguma série que é mais, mais do primeiro ano do que o segundo ou é em todas?

Professora

Eu acho que em todas, porque em todas elas tu tem conteúdo, claro que o pessoal do terceiro ano já vem com uma outra visão já passaram pelo primeiro ano, já passaram pelo segundo, os professores, como são sempre os mesmos, então tem sempre um ritmo de trabalho né, o professor pega eles no primeiro ano, depois pega no segundo e pega no terceiro então consegue dar continuidade no exercício e consegue manter o mesmo padrão de exigência e eles conseguem ir acompanhando, o pessoal do primeiro ano eles vem com mais dificuldade, no ensino fundamental eles vêm de escolas menores e aí então fica assim aquela coisa, que a escola é a continuidade da família, e quando chega no ensino médio a coisa muda um pouco de figura, mas eu acho que o primeiro ano e o segundo ano são os que têm mais dificuldade.

Entrevistadora

Eu achei interessante que na escola tem uma progressão do trabalho que é sempre o mesmo professor.

Professora

E é, o segundo ano e o terceiro ano, o primeiro ano eles entram eles com aquela noção de escola pequenininha, sabe? A escola é a continuação de casa e aí no segundo ano já começam a ficar um pouco melhor. E aí no terceiro ano terceiro ano fica bem melhor para trabalhar com eles. Não é só os alunos da Escola, entendeu? Alunos de outras escolas também, agora não porque agora a gente não recebe mais ninguém né, mas até o ano retrasado a gente recebia alunos de outras escolas, então quando chegam chegam cada um com informação e aí ficava um pouco mais difícil, o primeiro é mais difícil de trabalhar.

Entrevistadora

Certo, tenha alguma inovação que a senhora tenha visto e que quer aplicar em aula, mas acabou não tendo tempo para pesquisar ou estudar sobre assunto ou também acha impraticável dentro do tempo da sala de aula.

Professora

É que assim a gente não tem horário fora do colégio nosso horário é só o que tem em sala de aula, né, então se tu quer organizar algum material, tu já tem que trazer tudo pronto para trabalhar com eles, eu não tenho assim um horário a mais para fazer isso aí, eu só acho ruim né!

Entrevistadora

Sim.

Professora

É que agora também está tudo muito fora da realidade, porque a escola sempre visitava, ia para o museu, ia em feira, o planetário, né? Isso tudo está tudo parado, parou né, por causa da pandemia. Mas eu espero uma escola bem movimentada assim, cheia de novidades.

Entrevistadora

Interessante eu conheci assim bem por cima a escola, sabia que ela era uma escola boa.

Professora

Sim, é no [nome da escola] sempre foi uma escola onde os alunos sempre fizeram várias atividades fora, né? Tinha visita ao museu, visita ao planetário, feira do livro e aquelas feiras das profissões na ULBRA, então os alunos sempre participavam das atividades e agora

por causa da pandemia essas atividades foram todas suspensas, né? Então isso também acabou prejudicou bastante.

Entrevistadora

Sobre dificuldades na sala de aula tem mais alguma coisa que a senhora queira colocar?

Professora

Acho que a dificuldade dos alunos em sala de aula, a gente trabalhar com conteúdos que o conceito seja abstrato, tipo energia, fala em troca de calor, explicar essas trocas de calor, fazer essas diferenças também de conceito de calor e temperatura porque são coisas que a gente usa bastante de forma errada, né? Está calor, está frio misturado como se fosse só tudo mesmo significado então trabalhar, com esses conceitos mais abstratos é mais complicado.

Entrevistadora

Sim é complicado mesmo. Então tá, da nossa entrevista é isso eu peço desculpa pela minha internet que hoje ela decidiu travar e eu queria saber se caso eu tiver algum questionamento alguma dúvida sobre as respostas e queira esclarecer alguma coisa eu posso entrar em contato contigo?

Professora

Sim, sem problemas.

Entrevistadora

Assim eu vou ir pesquisando artigos e coisas para trazer alguma solução tu quer participar dessa construção? Ou tu prefere ser informada só no final?

Professora

Não, a gente pode ir trocando ideias.

Entrevistadora

Ao final do semestre irei produzir um texto de oito a dez páginas relatando a atividade desenvolvida na Prática na Escola e o seu ensaio de solução com base nessas respostas. Um vídeo de até 15 minutos será gravado apresentando a proposta de solução e ele vai ficar totalmente à sua disposição.

Entrevistadora

Agradeço pela sua participação e peço desculpas pela internet

Professora

Muito obrigada e boa sorte no seu trabalho.

Proposta de Ensino de Física para alunos com deficiência intelectual

William Geib

1. Introdução

Como aponta Silva e Bartelmebs (2013), as pesquisas acadêmicas universitárias sobre a Educação Básica muitas vezes carecem de aplicabilidade e significado para os professores que estão lidando diariamente com os desafios do sistema educacional brasileiro. Tal sistema é estruturado de forma vertical e unidirecional, valorizando mais as etapas finais desse processo o que gera uma falta de articulação entre a universidade e a escola.

Considerando estes fatores, a disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do curso de Licenciatura em Física da UFRGS, realizou o projeto “Prática na Escola”. O projeto pode ser resumido em algumas etapas em que, primeiro, os alunos da disciplina contactam um professor de Física da escola pública que aceite conceder uma entrevista semi-estruturada, a fim de identificar alguma necessidade ou dificuldade que ele possua em sua prática docente. Então, é realizada uma busca na literatura de Ensino de Física para propor uma orientação no sentido de auxiliar para que o problema seja resolvido ou contornado. A última etapa é propor um ensaio de solução a partir dos resultados da literatura, o que é descrito nesse trabalho.

Este trabalho teve como objetivo encontrar formas de trabalhar com alunos que apresentam extrema dificuldade de aprendizagem e a sua inserção em turmas heterogêneas. Assim, será apresentado uma pesquisa realizada em Portugal, com alunos com deficiência intelectual, que buscava encontrar métodos e ferramentas que pudessem auxiliar na aprendizagem da disciplina de Física (SANTOS, CARVALHO, ALECRIM, 2019).

2. Dando voz ao professor

O professor entrevistado neste trabalho atua numa escola da cidade de Porto Alegre que atende alunos de bairros próximos à localização da escola. Os alunos, em sua maioria, são de baixa renda e estão distribuídos em turmas desde o início do ensino fundamental até o final do ensino médio. A entrevista durou cerca de 40 minutos e ocorreu virtualmente pelo *Google Meet*. O entrevistado concordou em vídeo com o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice A) para registro e uso das informações relatadas.

Durante a entrevista, o professor relatou ter escolhido a docência por insatisfação com a engenharia, sua primeira formação: *“Eu fiz engenharia de energia na UFRGS. Daí entrei em 2011, me formei em 2016 só que ali no meio do curso já vi que não ia estar muito feliz, tava meio perdido, não me via no trabalho, mas não sabia também o que fazer. Até que no final do curso, assim, eu tava estudando e comecei a me imaginar ensinando coisas de física”*. Seu ingresso como professor de física numa escola pública ocorreu durante seu mestrado: *“[...] entrei na escola com 20 horas né, porque eu tinha bolsa de dedicação exclusiva no mestrado, mas no mestrado tu consegue trabalhar desde que seja em escola pública [...]”*

O professor relatou um pouco das dificuldades em lecionar como ensino remoto, devido à pandemia de Covid-19:

[...] um outro problema que a gente tem, que a gente teve na questão da pandemia é como tu fornecer uma educação à distância para estudantes que muitas vezes não tem internet, não tem celular, ou não tem computador, ou tem mas é muito ruinzinho, né. Tu vai pegar um celularzinho pequenininho para ver um PDF [...]

Porém a principal necessidade relatada pelo professor foi como lidar com alunos que apresentam extrema dificuldade de aprendizagem, ainda mais inseridos em turmas regulares:

Tem uns que têm que, tipo, é muito complicado que eles não sabem ler direito e daí o que faz com esse aluno, né? ... Por exemplo, agora eu tenho um aluno que não tem, ele não tem diagnóstico nenhum, os pais dele nunca levaram ele no psicólogo e tal. Mas o cara não sabe ler, tipo, ele tem um exercício lá eu peço qualquer coisa assim “Diga a tua opinião sobre tal coisa”, ... e ele não consegue; O quê que eu vou fazer com esse menino? Então isso é um grande problema.

Neste trabalho é apresentada uma proposta para lidar com alunos que possuem extrema dificuldade de aprendizado e não conseguem dar o retorno desejado para atividades tradicionais.

3. Estudos anteriores

Para este trabalho foram selecionados quatro artigos, dispostos no Quadro 1, sobre ensino de física para estudantes com deficiência intelectual. Inicialmente foram selecionados dois artigos: i) por meio do Portal de Periódicos da CAPES, com a pesquisa dos termos “inclusão” e “ensino de física”, foi selecionado um artigo (Quadro 1 - Artigo A); ii) no Google Acadêmico foram pesquisados os termos “inclusão” e “ensino de física” com a seleção de um artigo (Quadro 1 - Artigo B). Outros dois artigos (Quadro 1 - Artigo C e D) foram selecionados com base na autoria ou coautoria da professora Ângela Maria dos Santos (professora de Física no Instituto Federal do Paraná).

Quadro 1 - Artigos selecionados na busca pela literatura de ensino de física

Artigo	Título	Autor(es)	Ano
A	O ensino de física para jovens com deficiência intelectual : uma proposta para facilitar a inclusão na Escola Regular.	SANTOS, Â . M.; CARVALHO, P. S.; ALECRIM, J. L.	2019
B	Processo De Inclusão Escolar No Ensino De Física : As Contribuições Do Uso De Objetos Educacionais.	MELQUES, P. M.; JUNIOR, K. S.; ARAYA, A. M. O.	2015
C	Materiais educativos para ensino inclusivo de física.	SANTOS, Â . M.; NUNES, M. A. P.; ALMEIDA, J. M. H.	2017
D	A criação de materiais para o ensino de ciências na realidade inclusiva: princípios e fundamentação.	CRUZ, F. A. O. et al.	2018

Fonte: O próprio autor.

O artigo A foi selecionado pela pesquisa realizada no Portal de Periódicos da CAPES e retrata uma pesquisa realizada pela professora Ângela Maria dos Santos, com três estudantes possuidores de deficiências intelectuais, frequentadores de uma escola pública em Portugal. Na pesquisa, a professora utilizou de diversos métodos a fim de encontrar e divulgar processos que possam facilitar a aprendizagem de Física por esses alunos. Para avaliar o desempenho dos alunos, com base na Taxonomia de Bloom Revisada, foram utilizadas atividades como testes

escritos e orais, desenho e até conversas informais. Este artigo foi a principal referência para o desenvolvimento desta proposta (SANTOS, CARVALHO, ALECRIM, 2019).

O artigo B foi selecionado pela pesquisa realizada no *Google Acadêmico* e defende o uso de Objetos Educacionais (OE) para promover a inclusão de estudantes com deficiência intelectual em sala de aula. Segundo Melques, Junior e Araya (2015): “[...] são considerados OE recursos como softwares educacionais, simulações, animações, vídeos, experimentos práticos, vídeos, hipertextos, imagens e áudios.” Apesar de o artigo ter como objetivo a inclusão, foi apresentado resultados significativos no desenvolvimento do estudante que participou da pesquisa, houve uma melhora na sua alfabetização e passou a denominar conceitos físicos envolvidos em determinadas situações.

O artigo C foi selecionado em uma busca por outros trabalhos publicados por Santos (2019). Este trabalho foi publicado no II Congresso Internacional de Direitos Humanos e Escola Inclusiva. O artigo defende as políticas públicas para inclusão dentro da sala de aula, citando documentos oficiais como a Declaração de Salamanca e a Constituição Federal do Brasil. São propostos materiais de baixo custo e metodologias no ensino de física para alunos com deficiência visual, porém os autores defendem a utilização dos materiais e metodologias no ensino inclusivo de qualquer tipo de aluno, sem ser apenas alunos com deficiência visual.

O artigo D foi selecionado devido à coautoria da professora Santos (2019). Ele propõe algumas questões importantes a serem consideradas na produção de materiais didáticos e metodologias adotadas para o ensino de alunos que possuem necessidades educacionais específicas (e.g. deficiência intelectual). O artigo também defende a formação continuada de professores para um melhor atendimento às necessidades dos alunos.

4. Referencial teórico

Um dos principais fatores ao se trabalhar com qualquer tipo de estudante é ter objetivos claros para o seu desenvolvimento em cada tópico visto ao longo de uma disciplina. Uma das formas de estabelecer objetivos é por meio da Taxonomia de Bloom Revisada.

A Taxonomia de Bloom resulta de uma pesquisa encomendada pela *American Psychological Association* a um grupo liderado por Benjamin S. Bloom para: “[...] definir uma taxonomia dos objetivos de processos educacionais” (FERRAZ e BELHOLT, 2010, p. 422). O resultado do trabalho foi publicado em 1956 e definiu três domínios para o desenvolvimento educacional de um indivíduo, são eles:

- **Cognitivo:** relacionados ao aprender;
- **Afetivo:** relacionado aos sentimentos e comportamento;
- **Psicomotor:** relacionados às habilidades físicas.

Como o domínio cognitivo está relacionado ao aprender, ele foi o mais utilizado para estabelecer objetivos por parte dos educadores. Segundo Ferraz e Belholt

A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior. (FERRAZ, BELHOLT; 2010, p. 423-424):

A taxonomia definiu seis categorias para o domínio cognitivo representadas na Figura

1.

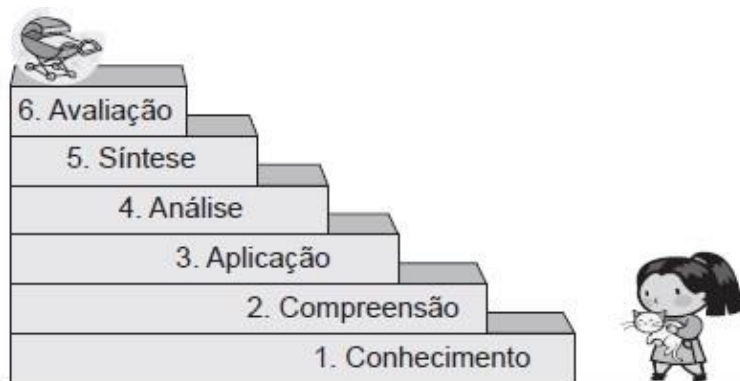


Figura 1 - Categorias originais do Domínio Cognitivo
Fonte: Ferraz e Belholt (2010)

No ano de 2001 a Taxonomia de Bloom passou por uma revisão, sob a autoria de Lori W. Anderson, que considerou novos pressupostos teóricos publicados desde a formulação original de 1956. A principal mudança foi dividir o domínio cognitivo em duas dimensões, denominadas: Dimensão Conhecimento e Dimensão Processos Cognitivos. Assim, a categoria do Conhecimento (Figura 1) foi considerada uma dimensão própria e as seis categorias do domínio cognitivo passaram a ser verbos, como ilustrado pela Figura 2.

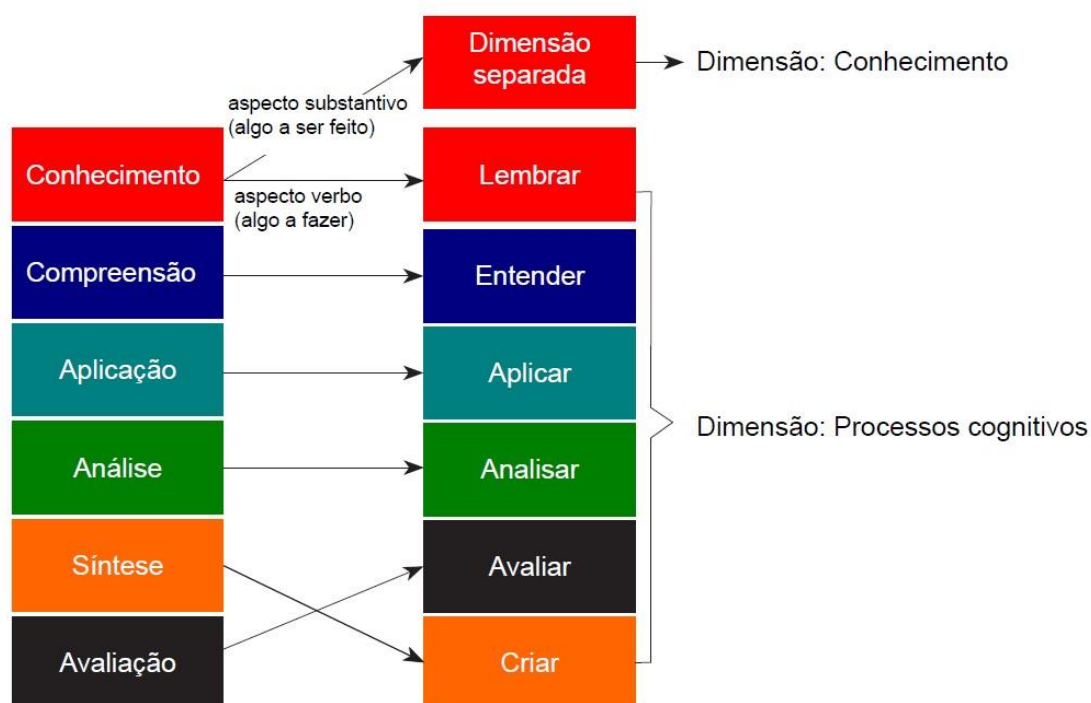


Figura 2 - Modificações estabelecidas pela revisão da Taxonomia de Bloom
Fonte: Trevisan e Amaral (2016)

Quadro 2 - Estrutura do Domínio Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada

1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.
2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.
4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.
6. Criar: Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belholt (2010)

A Dimensão Conhecimento possui quatro subcategorias, sendo elas:

- **Conhecimento efetivo:** “quando há apenas reprodução” (SANTOS, CARVALHO, ALECRIM, 2019);
- **Conhecimento conceitual:** “quando há categorização” (*ibid.*, 2019);
- **Conhecimento procedural:** “quando existe diferentes técnicas e generalizações” (*ibid.*, 2019);
- **Conhecimento metacognitivo:** “quando existe profundidade e estratégias no conhecimento” (*ibid.*, 2019).

As subcategorias desta dimensão serão importantes neste trabalho, pois servirão para embasar o desenvolvimento do aluno, por meio de algumas atividades avaliativas. Porém, não será considerada, ao menos para os alunos com deficiência intelectual, a subcategoria do metacognitivo. Na Dimensão Processos Cognitivos, cada categoria foi denominada por um verbo representando o estágio de desenvolvimento do indivíduo. Cada categoria pode ser representada por outro conjunto de verbos (Quadro 2) utilizados para definir os objetivos de ensino do aluno.

5 Ensaio de proposta

O principal trabalho que baseia esta proposta é o artigo assinado por Santos, Carvalho e Alecrim (2019), que trabalha com três alunos com diferentes limitações das funções mentais, de uma escola pública de Portugal. Em Portugal a divisão dos períodos escolares é diferente do sistema brasileira. O ensino fundamental do sistema português é dividido em três ciclos (SANTOS, CARVALHO, ALECRIM, 2019), cada um possui três anos de duração e o secundário é equivalente ao ensino médio brasileiro.

O aluno A1, na época da pesquisa, possuía 16 anos, estava no equivalente ao nono ano do ensino fundamental, diagnosticado com microcefalia progressiva e atraso global de desenvolvimento psicomotor. Também possuía dificuldades cognitivas, intelectuais e de cálculo (*Ibid.*, 2019).

O aluno A2 possuía 15 anos e estava no equivalente ao sétimo ano do ensino fundamental. Diagnosticado com limitações das funções mentais como atenção, memória, percepção visual e auditiva. Também possuía déficits nas funções cognitivas (*Ibid.*, 2019).

O aluno A3 possuía 15 anos, estava no equivalente ao sétimo ano do ensino fundamental, diagnosticado com trissomia do cromossomo 21 e atraso global do desenvolvimento. Embora esse aluno estivesse matriculado no equivalente ao sétimo ano, participava muito pouco das aulas regulares (*Ibid.*, 2019).

Os três alunos, embora participassem da turma regular, possuíam um currículo adaptado para suas condições em diferentes disciplinas. Mas para a disciplina de Física não existiam atividades adaptadas devido à falta de conhecimento dos profissionais de educação especial e professores da sala de aula. Os atendimentos a esses alunos ocorreram individualmente e os conteúdos trabalhados eram equivalentes aos vistos na turma regular, conforme mostrado no Quadro 3. Os métodos aplicados consistiram nas seguintes atividades:

- **Aluno Ouvinte:** Aulas expositivas e tradicionais com algumas atividades elaboradas pelo professor. Foram utilizadas simulações e vídeos como ferramentas de ensino (*Ibid.*, 2019).
- **Aluno Pesquisador:** Nesse método o aluno precisa encontrar respostas para questionamentos e necessita de uma postura independente para explicar fatos (*Ibid.*, 2019).
- **Aluno Descobridor:** O aluno é agente ativo das atividades de ensino em que é preciso poder manipular e perceber os conceitos trabalhados. As ferramentas utilizadas foram representações de modelos físicos para o aluno poder visualizar e manipular os fatores envolvidos no modelo (e.g. com maquetes do sistema solar estudar as fases da lua e os eclipses); experimentos para os alunos retirarem dados e perceberem os conceitos envolvidos (*Ibid.*, 2019).

Quadro 3 - Métodos, ferramentas e conteúdos trabalhados com os alunos

Ferramentas	Métodos	Conteúdos		
Simulações	Aluno Ouvinte	Aluno A1	Aluno A2	Aluno A3
Vídeo		MR e Acelerado	Sistema Solar	Sistema Solar
Jogos Didáticos	Aluno Pesquisador	1ª Lei de Newton	Planetas	Dias e Noites
		3ª Lei de Newton	Translação e Rotação	Fases da Lua
Representações concretas de modelos físicos	Alunos Descobridor	Pressão	Fases da Lua	Planetas
		Velocidade e Aceleração	Eclipse	Referencial
Experimentos		Elettricidade	Energia	Olho e Imagens

Fonte: Adaptado de Santos, Carvalho e Alecrim (2019).

Para avaliar o desenvolvimento dos alunos e a eficiência da metodologia foi utilizado a Taxonomia de Bloom Revisada (Quadro 4) com atividades como testes escritos, testes orais, desenho e conversas informais (*Ibid.*, 2019). Como os três alunos possuíam defasagem de cálculo, as atividades avaliativas não consideraram aspectos matemáticos. No Quadro 4 são descritos os níveis para cada categoria da Dimensão Conhecimento, porém não foi considerado o metacognitivo que abrangia os níveis 0,9 e 1.

Quadro 4 - Critérios para a aprendizagem do aluno

Conhecimento efetivo (reprodução)	Conhecimento conceitual (categorização)	Conhecimento procedural (técnicas)
0 - Não reproduz	0,3 - Lembra do conceito	0,6 - Explica com os mesmos critérios
0,1 - Lembra do que foi feito	0,4 - Entende o conceito	0,7 - Utiliza outras técnicas para explicar
0,2 - Aplica reprodução	0,5 - Analisa o conceito	0,8 - Sintetiza ou generaliza para explicar

Fonte: Adaptado de Santos, Carvalho e Alecrim (2019)

A avaliação final dos alunos considerou as atividades realizadas pelo método Aluno Ouvinte e Aluno Descobridor. O método de Aluno Pesquisador não foi considerado, pois não foi obtido o retorno mínimo dos alunos para sua avaliação. Assim, os resultados finais da pesquisa mostraram uma melhora significativa dos alunos com a utilização do método Aluno Descobridor, conforme a Figura 3 e 4.

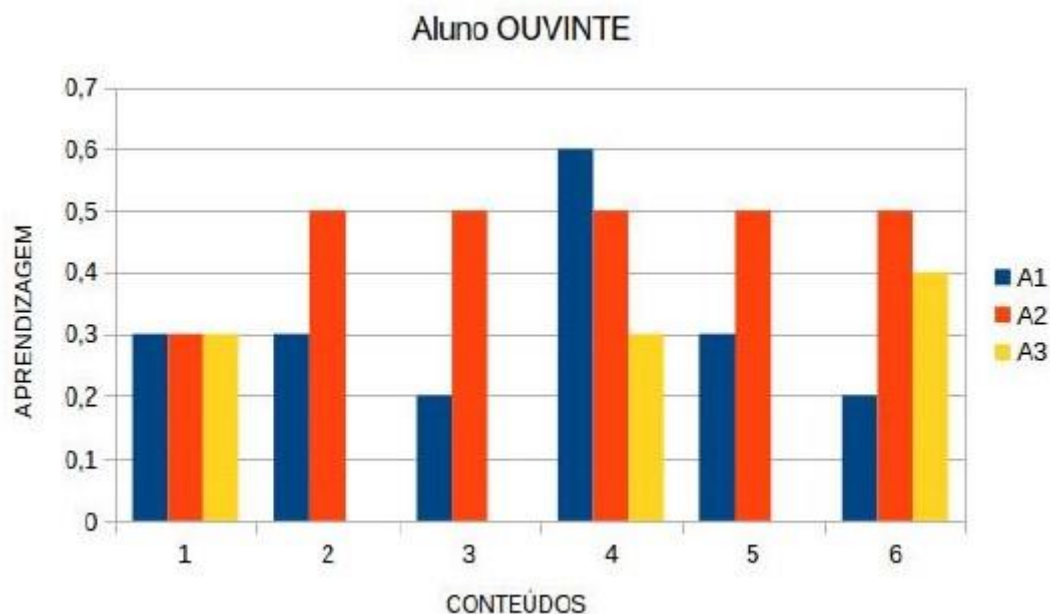


Figura 3 - Resultados das avaliações pelo método do Aluno Ouvinte
 Fonte: Santos, Carvalho e Alecrim (2019)

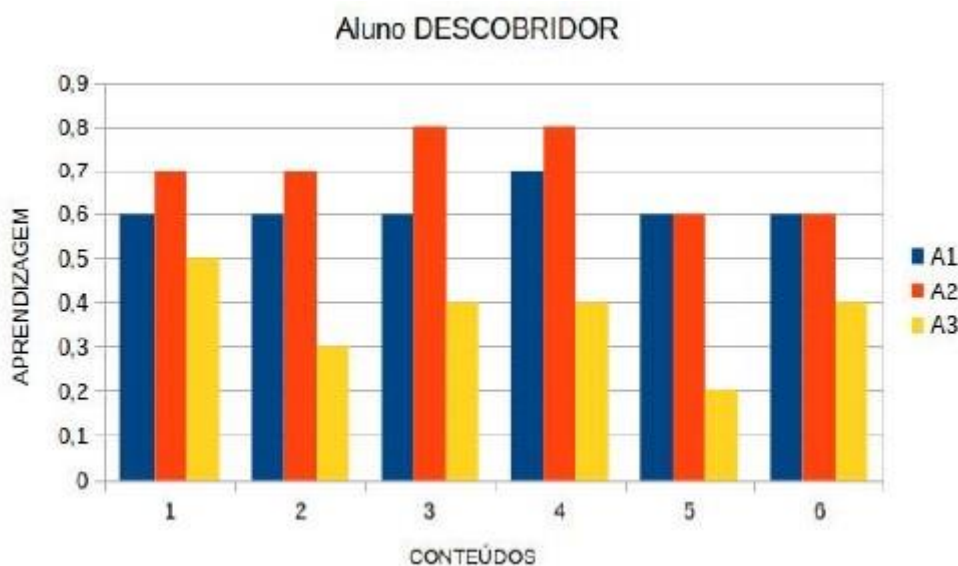


Figura 4 - Resultados das avaliações pelo método do Aluno Descobridor
 Fonte: Santos, Carvalho e Alecrim (2019)

6. Considerações finais

Para conseguir promover maior inclusão em sala de aula, a utilização do método Aluno Descobridor pode ser uma boa alternativa, pois coloca o estudante como agente ativo do próprio ensino, além de que o método pode ser aplicado com toda a turma. Segundo Santos, Carvalho e Alecrim (2019, p. 3), “Incluir significa não apenas colocar no mesmo espaço, mas permitir que todos utilizem a escola e se apropriem dos mesmos conhecimentos tendo ou não deficiência.”

Atividades avaliativas alternativas como testes orais, desenhos e até conversas podem ser mais úteis com alunos que têm pouco retorno com provas padronizadas, conforme Santos, Carvalho e Alecrim sobre alunos com deficiência intelectual

Estes alunos, em sala de aula regular, participarão das mesmas aulas e ser-lhe-ão ensinados os mesmo conteúdos, mas deverão ser avaliados de maneira diferenciada, considerando seus tempos e suas habilidades. Portanto, para haver uma educação inclusiva, a avaliação não pode ser igual, ela precisa ser adaptada tanto para alunos com deficiência como para alunos sem deficiência. (SANTOS, CARVALHO, ALECRIM; 2019, p. 13)

Utilizar a Taxonomia de Bloom Revisada pode ser uma boa opção para avaliação do desenvolvimento dos alunos, tanto para os que apresentam algum tipo de deficiência, como para aqueles que não apresentam. A formulação de objetivos claros, a partir das categorias das duas dimensões (Conhecimento e Processos Cognitivos), podem beneficiar a prática do professor em sala de aula.

Este trabalho não procura propor uma prática definitiva para lidar com a heterogeneidade da sala de aula. Entende-se que é preciso avaliar cada contexto e suporte que a escola pode oferecer para estudantes com deficiência intelectual. Espera-se que a pesquisa relatada neste trabalho possa servir para amenizar as dificuldades que o professor entrevistado vem enfrentando na sua prática docente para inclusão de alunos com extrema dificuldade.

Referências

MELQUES, P. M.; JUNIOR, K. S.; ARAYA, A. M. O. Processo De Inclusão Escolar No Ensino De Física : As Contribuições Do Uso De Objetos Educacionais. Nuances: estudos sobre Educação, v. 26, p. 274–295, 2015.

SANTOS, . M.; CARVALHO, P. S.; ALECRIM, J. L. O ensino de física para jovens com deficiência intelectual : uma proposta para facilitar a inclusão na Escola Regular. Revista Educação Especial, v. 32, p. 1–19, 2019.

TREVISAN, A. L.; AMARAL, R. G. do. A Taxonomia revisada de Bloom aplicada à avaliação: um estudo de provas escritas de Matemática. Ciência & Educação (Bauru), v. 22, n. 2, p. 451–464, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160020011>

FERRAZ, A. P. do C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gestão & Produção, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2010000200015>

SANTOS, . M.; NUNES, M. A. P.; ALMEIDA, J. M. H. Materiais educativos para ensino inclusivo de física. II Congresso Internacional Direitos Humanos e Escola Inclusiva: Múltiplos Olhares, p. 397–404, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315655231>

CRUZ, F. A. O. et al. A criação de materiais para o ensino de ciências na realidade inclusiva: princípios e fundamentação. XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2018.

SILVA, J. A.; BARTELMEBS, R. C. A Comunidade de Prática como Possibilidade de Inovações na Pesquisa em Ensino de Ciências nos Anos Iniciais. *Acta Scientiae*, v. 15, n. 1, p. 191–208, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v15iss1id416>

APÊNDICE A

Termo de consentimento livre esclarecido (TCLE)

Eu, [nome do professor], professor da [nome da escola] declaro por meio deste termo que me voluntario a participar da coleta de dados para o trabalho Prática na Escola, da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física (FIS01034), ministrada pela professora Eliane Angela Veit. O trabalho será realizado pelo graduando William Geib, aluno do curso de Licenciatura em física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Declaro que estou informado sobre os objetivos deste trabalho e que todas as informações coletadas serão utilizadas para fins acadêmicos (e.g. artigos científicos, palestras, seminários, divulgação de Recurso Educacional Aberto etc.) sem trazer a minha identificação. Tenho ciência que a coleta de dados ocorrerá através de áudio e vídeo gravados pelo graduando. Estou ciente que posso solicitar, a qualquer momento, antes do término da disciplina, que os dados coletados sejam desconsiderados, informando minha vontade ao aluno responsável pela coleta. Minha colaboração terá início no consentimento gravado por áudio ou vídeo deste termo, sem quaisquer danos financeiros a nenhuma das partes.

APÊNDICE B - Entrevista

William

Bom professor, eu queria saber mais ou menos assim, como é que é a tua formação, né? E como tu acabou entrando na docência para ser professor de física?

Entrevistado

Então, eu tenho uma trajetória um pouco menos comum, né. Eu como a maioria das pessoas ou várias terminei o ensino médio meio perdido, daí acabei, daí a gente tem aquela ideia de querer um trabalho que seja reconhecido, que ganha bem, né, então acabei indo para engenharia. Eu fiz engenharia de energia na UFRGS, daí entrei em 2011, me formei em 2016, só que ali no meio do curso já vi que não ia estar muito feliz, tava meio perdido, não me via no trabalho, mas não sabia também o que fazer. Até que no final do curso, assim, eu tava estudando e comecei a me imaginar ensinando coisas de física e daí me veio um estalo assim: pô é isso, eu gostaria assim, quando eu imagino isso eu acho legal; eu me imagino assim gostando de estar na sala de aula ensinando física. E daí eu decidi então que eu ia terminar o curso porque eu tava quase me formando e depois eu ia mudar de ares porque não gostei, eu tive um certo trauma com a UFRGS por causa da Escola de Engenharia; os professores às vezes são meio chatos, são um ensino muito expositivo, muito rígido assim, muito tradicional e os cara querem tipo: tem professor que ... teve um professor que eu sei que ele falou uma vez, de mecânica de fluidos, que ele faz a média assim, ele faz as provas bem difícil no início e daí ele vai vendo assim, ele vai regulando, porque ele acha que no final ele tem que pegar a média de todo mundo e daí ele prevê que vai ser uma curva de forma de sino. Ele acha que a média da turma vai ter que estar ali no meio, no seis, algumas pessoas vão ter que ir para cima, mas tem que ter gente que roda. Então para ele, se não tiver gente que reprova, significa que o nível de exigência tá baixo e que não vai manter o padrão de qualidade, então tipo ... são uns m****, e daí ... daí eu pensava: “Quer saber, o pessoal fala às vezes que é porque é mais fácil e tal, mas vou para lá”.

Daí eu dei uma olhada no currículo, eu ia consegui aproveitar tudo, e de fato aproveitei. Eu só fiz ... minha faculdade de física foram três semestres ali na PUC. Então foi bem rapidinho, gostei

demais, foi um outro ambiente. assim pela primeira vez, eu comecei a estudar muito por vontade, não era aquela coisa de: “Tem essa prova de mecânica de fluídos, tem que ficar fazendo lista de exercício pra c***** pra conseguir fazer a prova”. Então a exigência era baixa, mas como eu já tinha maturidade também, isso me deu tempo para eu me para fundar no que eu tava interessado sabe? Então eu consegui aprender com autonomia, porque eu tinha tempo e porque eu não tinha cobrança. E daí, claro, se isso funciona? Se a pessoa não tem maturidade pra estudar? Não sei, fica aí o questionamento, mas para mim deu certo. Eu gostei de lá, me dei bem com meu orientador do TCC, entrei no mestrado na PUC em Educação em Ciência e Matemática em 2019. Daí eu não tava empregado, então eu entrei na inspeção em Gestão da Educação, ali na PUC também.

Então, daí no final de 2019 no primeiro ano de mestrado eu consegui essa vaga no Estado, é interessante né, a gente começa a fazer networking nas pós e tal, daí começa a ver como é que funciona o negócio ... [falha no áudio]. E ... e daí eu sabia, eu fiquei sabendo que o estado contratava temporariamente daí eu me inscrevi, mas eu não sabia direito como funcionava, eu pensava que quando eles precisassem, eles analisavam um banco de dados e de repente chamavam com base na comparação de currículos, sei lá. Só que não né. Isso daí, eles vão toda hora no site, eles vão atualizando lá abrindo vagas, tem que ficar todo dia entrando no site se quiser e não é só isso, tu tem que ... não dá nem para ligar pra CRE de Porto Alegre, você tinha que ir até o CRE e dizer: “Ó eu tenho interesse nessa vaga”. Eu só fiquei sabendo disso quando ... quando eu tava na pós e conversando com colegas da rede estadual. E daí quando saiu uma vaga que eu peguei de cara, assim no início logo que abriram lá no [nome da escola], fui lá, fui o primeiro, e eu acho que eles contratam pelo primeiro que aparecer sabe? Então fui o primeiro, me chamaram e entrei na escola com 20 horas né, porque eu tinha bolsa de dedicação exclusiva no mestrado, mas no mestrado tu consegue trabalhar desde que seja em escola pública, foi pelo menos a orientação que eu tive e se não passar de 20 horas. Então até 20 horas na escola pública podia trabalhar. E daí terminei o mestrado, engatei o doutorado.

Daí eu fui para doutorado em educação, que eu tava na educação em ciências e matemática. E daí eu não conseguia bolsa de dedicação exclusiva, que eles te pagam; eu só consegui a bolsa taxa, que é que eu não pago o curso né, eles me dão um valor, a Capes me dá o valor do curso. E daí, eu aumentei a minha carga horária. Então esse ano comecei a trabalhar 40 horas, mas a distância. Então na verdade eu comecei meu trabalho na escola no final de 2019, daí fiquei uma ou duas semanas no final de 2020 e logo começou a pandemia. Então minha experiência assim de prática presencial foi ali três meses e pouco e meus estágios.

Então depois tudo a distâncias e agora a gente tá voltando, só que claro, é diferente né porque vai duas pessoas três, quatro as turmas que estão cheias têm seis pessoas e avaliação a gente é orientado a continuar avaliando eles pelas atividades que eles tem que fazer em casa. Então, tipo, na verdade vai continuar como antes, só que como a pressão é muito grande dos pais e do governo para voltar, então a gente teve que ceder. Daí os alunos [falha no áudio], mas a avaliação vai ser atividade. Daí a gente está se achando né, então isso é uma coisa, todo esse cenário cheio de dúvidas, de problemas e desafios que, por exemplo, poderia ser interessante que tu pesquisasse. E o que eu tô fazendo né? Eu tô meio que ... as atividades são essas, a gente tem que trabalhar esses conteúdos; então a meia dúzia de aluno, eu converso pouco com ele sobre o conteúdo, vou passando uns exemplos e tal, digo que eles podem tirar dúvidas, é muito difícil, é muito difícil eles terem dúvidas assim. Às vezes tu pega alguns alunos que tem mais outros são mais quietinhos né, isso varia bastante. Mas falei um monte, mas pelo menos tu queria saber minha trajetória na docência e de maneira geral é isso aí.

William

Bom professor, com relação a escola na qual você trabalha, como é que tu, por exemplo, como é que são as são as turmas? Como é que são os alunos que que frequentam aquela escola assim, como é que são? Olhando de uma perspectiva mais geral assim, né? Como é o tipo de público que frequenta aquela escola?

Entrevistado

Então ... A gente atende basicamente ali o pessoal da Lomba do Pinheiro, que é ali né, quase em frente ao Campus do Vale. O bairro Agronomia ali também, a maioria dos Estudantes pelo o que eu sei são dali, então obviamente ali são estudantes de baixa renda, né. Então, por exemplo, um outro problema que a gente tem, que a gente teve na questão da pandemia é como tu fornecer uma educação à distância para estudantes que muitas vezes não tem internet, não tem celular, ou não tem computador,

ou tem mas é muito ruinzinho, né. Tu vai pegar um celularzinho pequenininho para ver um PDF, né, pô trabalho do c*****, então esse é um problema. E daí assim ... o que eu vou te dizer assim sobre eles, é heterogêneo tu vê alunos que são tipo ... por exemplo, uma coisa, que eu não, que eu já vi professores falando de outras escolas e que eu ainda não observei nessa, por exemplo, é alunos meio ... tipo ... ligados ao crime assim, por exemplo. Então talvez porque eu não tenho tido muitas aulas presenciais não presenciei muitas conversas.

Mas é uma coisa que eu ainda não vi assim, não tive muitos problemas também com questão de aluno muito rebelde assim, até porque eu sou muito tranquilo. Então para mim são alunos todos de boa, assim alguns são mais agitadinhos, outros são mais quietos, daí tu vê direitinho as personalidades; alguns têm mais facilidade, alguns tem mais dificuldade. Tem uns que tem que, tipo, é muito complicado que eles não sabem ler direito e daí o que faz com esse aluno, né? É muito complicado né, bem ou mal tu quer trabalhar um pouco o conteúdo até porque se não trabalhar tu acaba prejudicando um pouco, por exemplo, o acesso ao ensino superior, por exemplo, dos outros; então o que é um grande problema né, para mim o processo seletivo para o ensino superior é uma m***** né, se tu não trabalhar, tu condena teus alunos a se f***** ou ter que correr muito atrás.

Então acho que a gente meio que tá condicionado, mas é óbvio que a gente também não gostaria de fazer meio que um treinamento para provas né, que nem por exemplo fazem no sistema de ensino. Então sei lá, né? Tu vai jogando, eu não sei direito ainda como lidar com alunos que não conseguem fazer nada. Não sabem ler. Por exemplo, agora eu tenho um aluno que não tem, ele não tem diagnóstico nenhum, os pais dele nunca levaram ele no psicólogo e tal. Mas o cara não sabe ler, tipo, ele tem um exercício lá eu peço qualquer coisa assim “Diga a tua opinião sobre tal coisa”, então não tem nem errado sabe, é só a tua opinião e ele não consegue; ele, tipo, teve questões que eu botava assim umas perguntas simples e ele escreve umas palavras sem nexos que ele copiou do enunciado da questão assim e tipo, “O que eu faço né?” tem que passar, e daí eu não tenho nem como passar uma atividade mais simples porque ele não consegue nem fazer uma atividade de opinião. O quê que eu vou fazer com esse menino? Então isso é um grande problema. Tudo bem, se a gente tivesse em aula presencial poderia de repente trabalhar com experimentos e ver se ele reage a isso, né? Mas se a pessoa não consegue nem ler ali no ensino médio como é que tu vai trabalhar física? Ok, presencialmente vamos fazer uns experimentos, mas a distância qualquer coisa que eu passar para ele, eu vou precisar no mínimo escrever para ele o roteiro do que eu quero que ele faça, só que ele não consegue ler direito então tipo ... E daí, ele fica mandando as atividades de volta dizendo: “Ah entreguei [nome do aluno]” e daí eu olho ele só copiou a atividade, as perguntas sabe? E daí eu falo: “[nome do aluno], não é isso” e daí tipo não adianta, e a mãe dele também tem bastante dificuldades, então essa questão de alunos que tem muita dificuldade assim ou às vezes ... eu nunca tive alunos, alunos deficientes né do tipo nem surdo-mudo, nem cego e daí questões de deficiências mais cognitivas, também, não sei. Ah! Tenho alunos autistas. Dois agora, mas também é a distância, né, então não acompanhei direito, mas geralmente eles conseguem fazer um pouco assim, principalmente atividades ... até porque autismo não significa que seja que tem dificuldade cognitiva né, é uma questão diferente. Mas sei lá, isso é uma dificuldade também, mas de forma além disso assim não saberia como caracterizar assim os alunos, para mim são bem diversos assim..

William

Pensando, assim, mais ou menos na sua prática como professor na escola, em sala de aula, a distância ou presencial. Qual dificuldade o senhor acha que precisa de algumas ideias sobre os para poder te ajudar? Ou também se o senhor tem algum interesse em saber alguma, alguma ... bom, metodologia o senhor já falou que não é muito fã, mas algumas tecnologia da informação, alguma área que o senhor não tem muito conhecimento, mas tem interesse em saber? Alguma coisa assim para ajudar na sua prática em sala.

Entrevistado

Eu acho assim, que me parece que poderia duas opções que podem ser interessantes: uma delas é, as duas eu já comentei, uma delas é o trabalho de ensino de física com alunos com muita dificuldade. Como trabalhar com eles, quando tu tem que dar aula para 30 alunos em que uns estão mais avançados e outros estão menos? Claro, tu nunca vais trabalhar muito exigente, mas também tem alunos que nem o básico conseguem acompanhar, então essa é uma questão bem interessante. Como é que eu trabalho ensino de física, que não é uma disciplina fácil, ainda mais para eles né, tem muita matemática, com

alunos com muita dificuldade? Uma outra questão que poderia ser interessante seria ver o que o pessoal tem produzido sobre ensino de física na pandemia. Principalmente na escola pública. Porque beleza, tem um monte de professor na escola privada, os alunos da escola privada têm celular, tem o c*****, podem acompanhar aula síncrona toda hora; tem pressão dos pais, os pais estão pagando, então tipo, cara a escola tá fazendo aula síncrona todo dia de manhã, você vai ficar todo dia de manhã aqui sentado. Agora, vai fazer isso na escola pública, vai ver quantos vão ter lá na aula síncrona, dois. Então, tanto por não ter acesso, quanto porque não tem a mesma pressão, tipo, inevitavelmente são realidades diferentes, obviamente muitos pais da rede pública também se preocupam com a educação do filho, mas eles mesmo às vezes não têm a mesma educação, não tenho a mesma visão ou às vezes não consegue ficar acompanhando tanto, sei lá. Pode ter diversos motivos mas a pressão certamente é muito diferente. Então é muito difícil, na aula da pandemia, na aula EAD da escola pública é bem mais complicado. Então assim que os professores têm feito? Que tem sido feito de pesquisa? Existe alguma pesquisa sobre métodos de ensino. O que eles tão fazendo?