# Textos produzidos na atividade de

# Prática na Escola desenvolvida na

# disciplina de Pesquisa em Ensino de Física

# semestre 2022/1

Instituto de Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

**Economia Energética: uma atividade sobre otimização do consumo elétrico em uma residência** 5

*Fernanda Mossi Haiduk*

**1. Introdução** 5
**2. Dando voz ao professor** 6
**3. Problemática de interesse** 7
3.1 Definição do tema de interesse 8
3.2 Seleção Bibliográfica 8
**4. Referencial Teórico** 10
**5. Elaboração da atividade** 11
5.1 A atividade 11
**6. Comentário Finais** 15
**Referências** 15

**Uma abordagem conceitual sobre aceleração a partir da resolução de problemas abertos** 17

*Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza*

**1. Introdução** 17
**2. Dando voz ao professor** 18
2.1 Síntese da entrevista 19
**3. Revisão da Literatura** 21
3.1 Problemas Abertos 23
3.1.1 Diferença entre exercícios, problemas fechados e problemas abertos 25
3.2 Unidades Didáticas sobre Aceleração 27
**4. Proposta Didática** 28
4.1 Momento 1 – Introdução do tema 28
4.2 Momento 2 – Exemplos de exercícios 29
4.3 Momento 3 – Exposição de um problema aberto 29
4.4 Momento 4 – Discussão inicial 30
4.5 Momento 5 – Delineamento das respostas finais 30
4.6 Momento 6 – Discussão final 31
**5. Considerações Finais** 32
**Referências** 32
**ANEXO 1 - ROTEIRO DE ENTREVISTA** 34
**ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** 36
**ANEXO 3 - PROBLEMAS ABERTOS** 38

**Prática na Escola: Design Thinking como Metodologia para o Ensino da Cinemática** 43

*Milena Lauschner Lopes*

**1. Introdução** 43

**2. Dando voz à professora** 44
**3. Estudos Anteriores** 47
**4. A metodologia Design Thinking** 49
**5. Ensaio da proposta de solução** 50
**6. Considerações Finais** 52
**Referências** 53

**Uma proposta de utilização da modelagem científica no ensino de Mecânica para uma turma do Ensino Médio** 54

*Naamã Lobosco Rodrigues Machado*
**1. Introdução** 54
**2. Sobre o professor e a escolha da linha de pesquisa** 54
**3 Embasamento teórico** 55
**4 A pesquisa** 57
**5. Uma proposta de solução** 58
5.1 Definição da situação-problema 58
5.2 Elaboração de uma estratégia de solução 59
5.3 implementação das estratégias 59
5.5 Exposição e discussão dos resultados 61
**6 Considerações finais** 61
**Referências** 61
**APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO** 63

**Uma proposta didática para inserção de relatividade no ensino médio via estudo da conservação da energia** 65

*Pedro Machado Accorsi*
**1. Introdução** 65
**2. Dando voz à professora** 65
**3. Estudos anteriores** 66
**4. Embasamento Teórico** 67
**5. Ensaio de uma de alternativa de solução** 68
5.1 A discussão de massa relativística e massa de repouso 70
**6. Conclusão** 73
**Referências** 74
**APÊNDICE A - ENTREVISTA COM A PROFESSORA** 75

**Energia no Primeiro Ano do Ensino Médio: Uma Proposta para tornar significativo e contextualizado o aprendizado de energia** 78

*William Centenaro Batista*
**1. Introdução** 78
**2. Dando voz ao professor** 78
**3. Estudos anteriores** 80

**4. Referencial teórico** 82
**5. Ensaio de proposta de solução** 82
**6. Considerações finais** 88
**APÊNDICE A - ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA** 90

**A Energia na Prática: Uma Proposta de Unidade Didática elaborada para uma Escola Estadual de Ensino Básico** 95

*Yaffa Bruxel Rabeno*
**1. Introdução** 95
**2. Dando voz ao professor** 96
**3. Estudos Anteriores** 98
**4. Embasamento Teórico** 100
**5. Ensaio de Proposta de Solução** 102
**6. Considerações Finais** 103
**Referências** 104
**APÊNDICE A – ESTRUTURA DA ENTREVISTA** 109
**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.** 110

Economia Energética: uma atividade sobre otimização do consumo elétrico em uma residência

*Fernanda Mossi Haiduk*

## 1. Introdução

A pesquisa em ensino de Física, como área de estudo, tem se consolidado de forma relevante nos últimos quarenta anos e é fruto do desenvolvido tanto dentro das Universidades, públicas ou privadas quanto dos Institutos Federais brasileiros. Ao consultarmos a literatura específica da área, facilmente podemos localizar estudos que abordam as discrepâncias entre o estudado dentro das Universidades e a realidade do docente, especialmente no que tange à Escola Pública. Em Rezende e Ostermann (2005), é feita uma breve revisão da literatura da área, buscando correlacionar as práticas educacionais em escolas públicas com o produzido pela pesquisa brasileira em ensino de Física, por meio do levantamento de problemas pedagógicos a partir de entrevistas com professores. Neste trabalho, fica evidente o distanciamento entre a pesquisa e a prática escolar, ao mesmo tempo em que elenca e propõe alternativas para a aproximação e melhor interlocução entre estas áreas. Essa problemáticas pode ser encontrada em outros trabalhos, como em Rosa e Rosa (2005) e Carvalho (2002).

Este trabalho tem por objetivo reduzir o afastamento entre Universidade e realidade escolar, dando voz a um professor da rede pública estadual de ensino básico do Rio Grande do Sul. Essa produção faz parte da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e é intitulada como "Prática na Escola". Através dela, visamos a aproximação entre estudantes de graduação e professores ministrantes da disciplina de Física na rede pública de ensino. Por meio de uma entrevista semiestruturada, são coletadas informações e destacada uma necessidade, tópico de interesse ou dificuldade encontrada pelo professor em sua prática cotidiana, a ser estudada pelo estudante de graduação, objetivando o desenvolvimento de uma prática que auxilie o professor em sua rotina.

O professor entrevistado apontou uma grande insatisfação com a relação entre Universidade e Escola e destacou a carga horária exaustiva que precisa assumir como maior dificuldade no desenvolvimento de atividades mais significativas para os estudantes. Além disso, indicou a necessidade do desenvolvimento de uma atividade sobre consumo de energia elétrica, englobando dimensionamento de rede, levantamento de consumo residencial e consumo

consciente. Para auxiliar o professor, foi desenvolvida uma atividade contemplando os tópicos solicitados e para tal, foi realizada uma busca na literatura específica da área e utilizados manuais e materiais previamente desenvolvidos por órgãos públicos de ensino. Um documento foi selecionado e a partir de adaptações deste, foi desenvolvida uma unidade didática contemplando um total de 6 horas-aula. Em termos de metodologia, foi proposto o método de Ensino por Investigação para orientar o desenvolvimento da Unidade Didática com os estudantes. Este trabalho está organizado em 6 seções: na Seção 2, é dado voz ao professor, ouvindo suas experiências e coletando dados que serviram como base para a definição da problemática de interesse, parte integrante da seção seguinte. Na Seção 3 então, é apresentada a definição da problemática e a seleção bibliográfica que foi desenvolvida. Nas Seções 4 e 5, respectivamente, estão presentes o referencial teórico e trechos da atividade que foi proposta. Por fim, na Seção 6, são feitas algumas considerações e reflexões.

## 2. Dando voz ao professor

Para que o professor pudesse ser ouvido, foi com ele realizada uma entrevista semiestruturada, onde foram feitas seis perguntas sobre sua prática, trajetória profissional e impressões sobre a pesquisa em Ensino de Física. O professor é um profissional atuante nas redes pública e privada de ensino de Porto Alegre/RS e região metropolitana há pelo menos 18 anos e sua formação é em Licenciatura em Física, pela UFRGS. Ainda nesta mesma Instituição, ele completou o seu mestrado na área das Engenharias e iniciou um mestrado, que foi interrompido pouco tempo depois. Uma das escolas em que o professor atua – e para a qual a atividade deste trabalho está pensada – é uma instituição estadual de ensino, localizada em uma região central e considerada uma escola de passagem, pois liga a região central de Porto Alegre a diversos bairros. A escola em questão oferece ensino fundamental e médio e conta com aproximadamente 1200 matriculados, sendo a assiduidade bastante baixa, mas sem dados oficiais. A escola possui uma estrutura física distribuída em dois prédios com estrutura bastante desgastada pelo tempo, mas ainda assim, com bom funcionamento. A entrevista foi realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom e foi gravada, tanto em áudio quanto em vídeo, mediante autorização do entrevistado, que recebeu previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) via e-mail. Antes do início da entrevista, o professor confirmou o aceite do TCLE.

A entrevista, que teve duração de 80 minutos, foi realizada no dia 28 de julho de 2022 e o entrevistado estava em sua residência. Durante toda a entrevista o professor foi muito franco e atencioso, respondendo de forma clara e aberta a todas as perguntas. Não houve momentos de silêncio ou reticências por parte dele, ao passo que durante todo o tempo ele se mostrou bastante aborrecido com várias situações pelas quais passou em sala de aula. O tom da entrevista foi de desabafo e irritação com algumas situações:

> *[...] a gente vê uma diferença muito grande antes e depois da pandemia, os alunos estão muito mais 'primitivos' e como se dizia antigamente, o que tá funcionando agora é o famoso giz e quadro [...] até tentei usar o livro novo e pensei, poxa, eles compraram o livro, vou tentar, mas é lógico que não deu certo.*

Neste trecho podemos perceber que o professor se sente desesperançoso em relação à Escola e à forma como os estudantes vêm se comportando após o período de Ensino Remoto Emergencial, causado pela pandemia de COVID-19. Ainda assim, o professor busca utilizar ferramentas que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem, limitado claro pela estrutura física da Escola. Uma das características mais marcantes da entrevista ficou clara logo nos primeiros minutos: o professor está em transição de carreira, ou seja, está migrando para uma área distante do ensino. Os motivos dessa transição de carreira, entre outros, são a desvalorização da carreira, a carga-horária excessiva e extremamente exaustiva e a má remuneração, fatores que influenciam diretamente na qualidade das aulas produzidas e faz com que o docente não tenha tempo suficiente sequer para pensar em atividades que sejam significativas para os estudantes.

## 3. Problemática de interesse

Durante a entrevista, o professor aponta que uma das maiores dificuldades é ensinar o conteúdo de eletrodinâmica para a terceira série do ensino médio de maneira significativa e pede ajuda, portanto, para elaborar uma atividade, que possa ser desenvolvida em apenas uma ou mais aulas e que trate do assunto de eletrodinâmica, mais especificamente, da parte de consumo de energia elétrica e consumo consciente. Ele sugere uma atividade que auxilie os estudantes, por exemplo, em encontrar formas de economizar energia elétrica e ao mesmo tempo conhecer, por exemplo, a sua própria conta de energia elétrica. Com base nessa necessidade do professor, foi iniciada uma busca na literatura da área, descrita na subseção 3.2. Importante destacar que esta atividade vai ser produzida para turmas do terceiro ano noturno do ensino médio, com uma característica de pouca assiduidade e recursos reduzidos. Para a realização da atividade, é preciso

que se utilize o laboratório de informática da escola, que segundo o professor, pode ser facilmente acessado pelos estudantes.

### 3.1 Definição do tema de interesse

Após a entrevista, deu-se início ao processo de delimitação do tema, ou seja, que tipo de atividade poderia ser utilizada e qual seria a melhor abordagem para tal. Como o professor sugeriu algo como uma pequena unidade didática para ser desenvolvida com os estudantes, delimitei o tema da seguinte forma: "*Atividade para identificação do consumo e economia de energia elétrica em uma residência*". A definição desta frase-tema – que teve sua estrutura alterada ao longo do trabalho – foi importante para gerar os termos que seriam posteriormente pesquisados nas buscas dos *sites.*

### 3.2 Seleção Bibliográfica

Inicialmente, e com o tema de pesquisa definido, os seguintes termos foram utilizados para a busca na literatura: "energia elétrica", "eletricidade", "consumo consciente" e "eficiência energética". Para as buscas, foram consultadas algumas das mais relevantes revistas da área (Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física e Física na Escola), no entanto, os melhores resultados foram obtidos através da ferramenta de busca Google Acadêmico, adicionando os termos "mestrado profissional" ou "MNPEF" aos anteriormente pesquisados. As buscas sempre foram direcionadas a entregar resultados de artigos publicados a partir de 2010. Ainda para a seleção de trabalhos, foi considerado um material que já havia sido utilizado em outras oportunidades pela autora deste trabalho e faz parte do material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo. Poucos foram os resultados que atendiam à demanda solicitada pelo professor e a maior parte dos trabalhos previamente selecionados foram dissertações de mestrado, incluindo o mestrado profissional (MNPEF), que oferece aos professores atuantes estratégias atuais de ensino, adaptadas para a realidade escolar. Não houve uma busca extensa na literatura pois o material fornecido pelo governo do Estado de São Paulo se mostrou bastante adequado para a ocasião.

A busca pelos termos citados acima retornou cerca de 60 resultados[1] dos quais quatro foram selecionados para estudo completo, baseado na leitura dos títulos, resumos e introdução, e são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Trabalhos selecionados para leitura

| **Título** | **Autores** | **Fonte** | **Ano** |
|---|---|---|---|
| A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: contribuições das atividades sobre energia elétrica | SOARES, Maria Rosana; SANTOS JUNIOR, Guataçara dos. | Revista Práxis[2] | 2016 |
| Ensino de conceitos básicos de eletricidade através da análise do consumo de energia elétrica em uma escola de ensino médio | LARA, Adroaldo Carpes de. | Lume UFRGS[3] | 2014 |
| Uso racional de energia elétrica na classe residencial: estudo de caso com alunos do ensino médio | SILVA, Fábio Esteves da | Repositório Institucional UNESP[4] | 2006 |
| Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: Física - Caderno do Aluno - 3ª série | Equipe Curricular de Física; Coordenadoria de Gestão da Educação Básica – CGEB; Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. | Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação do Estado de São Paulo | 2014 |

Como base para a elaboração da atividade-foco deste trabalho, foi utilizado o *Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo*, a partir do qual pude fazer adaptações que permitiram a elaboração de uma Unidade Didática potencialmente útil para o professor.

[1] Aqui utiliza-se uma aproximação de 60 resultados pois como foi utilizado o site *Google* Acadêmico, o número de trabalhos indexados com os mesmos termos, mesmo utilizando operadores lógicos, é muito grande.
[2] https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/697
[3] https://lume.ufrgs.br/handle/10183/122539
[4] https://repositorio.unesp.br/handle/11449/99289?show=full

## 4. Referencial Teórico

O referencial teórico utilizado neste trabalho está baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e nos conceitos centrais da TAS: aprendizagem significativa, subsunçor, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A partir destes, foi possível traçar o primeiro fio-condutor para a elaboração da Unidade Didática. David Ausubel (1918-2008) foi um teórico estadunidense que se dedicou à educação, desenvolvendo um dos conceitos mais utilizados no campo do ensino de Física, sendo ele a aprendizagem significativa. Esse conceito pode ser definido como

> um processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende. O "subsunçor" é um conceito, uma ideia, uma proposição já existentes na estrutura cognitiva, capaz de servir de "ancoradouro" a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo: a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva. (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011, p.34)

Para Ausubel, é preciso que se conheça a realidade do estudante para que então, se possa mapear seus conhecimentos prévios e em seguida, destacar quais seriam os subsunçores presentes. Com esses, seria possível planejar sequências didáticas capazes de estabelecer relações entre o que já foi estudado e o que ainda será, promovendo uma ancoragem das novas informações à estrutura cognitiva do estudante. Ainda quanto aos conceitos, temos os conceitos de organizadores prévios e diferenciação progressiva, que não podem ser deixados de lado. Quando não há na estrutura cognitiva do estudante um bom pilar para ancoragem, se utilizam os organizadores prévios, que podem ser apresentados de forma mais geral e abrangente, facilitando ainda o processo de diferenciação progressiva[5] que ocorrerá em seguida. Ainda, é possível citar a reconciliação integradora, processo através do qual é possível reorganizar e superordenar, de forma mais consistente, os conhecimentos adquiridos, de forma a otimizar o aprendizado.

[5] Segundo Ostermann e Moreira (1999), quando há a ancoragem de um novo conceito a um subsunçor já presente na estrutura cognitiva, este subsunçor pré-existente sofre modificações, atualizando-se. No momento em que é apresentado um conceito geral e em seguida especifica-se e ramifica-se cada vez mais os detalhes deste, promovendo progressivas novas ancoragens de conceitos, temos o que pode ser chamada de diferenciação progressiva.

## 5. Elaboração da atividade

O tema “Energia elétrica” está bastante presente no cotidiano, tanto no contexto escolar quanto no âmbito pessoal e talvez seja um dos temas mais interessantes de ser estudado por ter uma aplicação prática muito expressiva. Ter noções sobre eficiência de aparelhos elétricos e eletrônicos e a composição da conta de energia elétrica são tópicos de relevância e certamente aproximam o estudante do estudo da Física, dando significado para o que outrora poderia ser apenas um amontoado de termos e equações desconexas. Sendo assim, o objetivo geral dessa Unidade Didática é proporcionar ao estudante um conhecimento básico sobre especificações de equipamentos, eficiência energética e consumo consciente. Como objetivos específicos, é possível apontar a construção da compreensão sobre nomenclaturas, unidades técnicas, noções de custo-benefício e economia de energia, bem como conhecimento sobre a tarifação da energia elétrica. A proposta de atividade elaborada para o professor foi baseada em São Paulo (2014) e a partir dela, feitas adaptações para atender à realidade escolar.

### 5.1 A atividade

A atividade foi construída a partir de alguns tópicos principais, nos quais podem ser abordados vários temas. Os tópicos abordados durante a atividade foram:

- Diferentes aparelhos elétricos;
- Entendendo as especificações dos aparelhos elétricos;
- Eficiência energética;
- Analisando o consumo energético residencial;
- Energia elétrica e a conta de luz mensal;
- Consumo consciente de energia elétrica.

Pela característica das turmas para as quais o professor solicitou a atividade, foi necessário pensar uma atividade do tipo guia, onde apesar de existir algum grau de liberdade intelectual, este era baixo. A construção do guia, faz com que a atividade seja classificada como graus 1 e 2 de liberdade intelectual de Carvalho (2018).

Como sugestão para o professor, antes de iniciar a atividade, seria interessante que consultasse a turma sobre formas de energia (elétrica, mecânica, térmica, etc) e quais aparelhos domésticos

utilizam os tipos citados da energia em seu funcionamento; seria ainda interessante citar que nem todos os tipos que energia que podem ser empregados para o funcionamento de um utensílio provém de energia elétrica, ou seja, são utilizadas de forma gratuita. Na Figura 1, vê-se o trecho introdutório da atividade que foi parcialmente elaborada, onde os estudantes devem indicar características presentes nos grupos apresentados.

A eletricidade, atualmente, é parte fundamental de nossa vida e é através dela que grande parte dos processos diários acontecem: através dela é que conseguimos recarregar nossos aparelhos celulares, utilizarmos a internet, conservar os alimentos em nossas geladeiras, entre outras tantas utilidades que a energia elétrica possui.

Sendo assim, utilizamos vários aparelhos elétricos diariamente, seja em nossa residência ou em outros espaços que ocupamos, e todos eles possuem características diferentes uns dos outros.

Você já parou para refletir sobre quais são os fatores que fazem com que os aparelhos sejam diferentes entre si? Para respondermos a essa pergunta, podemos observar, por exemplo, a tabela abaixo, que relaciona alguns aparelhos e os agrupa conforme alguns critérios. Após observar a tabela, responda às questões.

| Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 |
|---|---|---|---|---|
| Chuveiro elétrico | Aparelho de barbear | Televisão | Pilha tradicional | Fusível |
| Ferro de passar | Batedeira | Gravador | Bateria | Tomada |
| Lâmpada incandescente | Liquidificador | Microfone | Gerador | Interruptores |
| Torradeira elétrica | Furadeira | Rádio | Pilha alcalina | Fios de cobre |

Quais foram as características em comum entre os itens que estão em cada um dos grupos?

**Figura 1:** Introdução da Unidade Didática desenvolvida, com um primeiro exemplo de atividade a ser desenvolvida pelo estudante.

Utilizando do conceito de diferenciação progressiva, podemos apresentar o conceito de energia elétrica e ir progressivamente diferenciando tópicos, como resistência, potencial elétrico e consumo de energia por aparelhos eletrônicos. Na figura 2, podemos ver outro trecho da atividade em que é introduzido o tópico de consumo energético contextualizado através da análise de etiqueta de eficiência energética, disponível em diversos produtos. Nessa etapa da atividade, são

trabalhados a identificação de especificações dos equipamentos e também o cálculo de consumo energético mensal de cada um deles.

**Qual aparelho é mais eficiente?**

Por definição, a eficiência energética consiste na relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. Sendo assim, um equipamento eficiente é aquele que utiliza a menor quantidade de energia possível para realizar uma tarefa enquanto outro utiliza uma quantidade maior de energia. Abaixo, temos uma figura representando uma etiqueta com as especificações de uma lâmpada de LED.

Com base na etiqueta, responda às questões.

1. Quais são as grandezas especificadas nesta etiqueta e o que cada uma delas representa?
2. Calcule o consumo mensal de energia elétrica, em kWh, de três lâmpadas com estas especificações e que permanecem ligadas por 6 horas diárias.

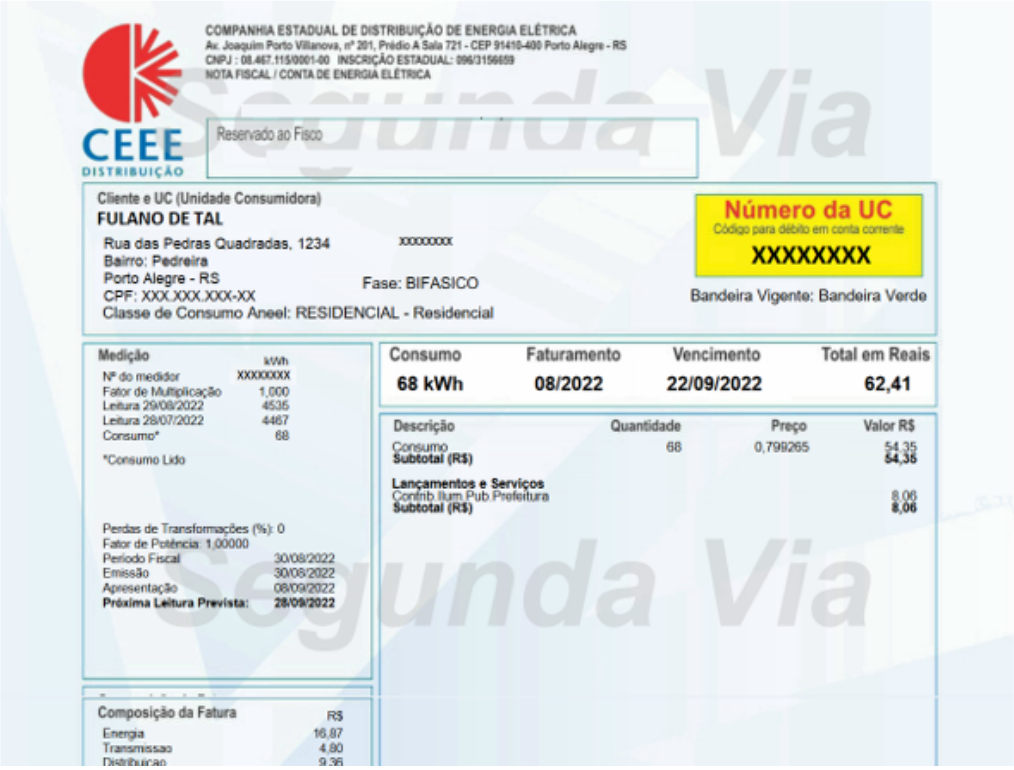
**Figura 2:** Trecho da atividade em que é abordada a eficiência de uma lâmpada LED a partir da etiqueta de eficiência energética.

No decorrer da Unidade Didática, muitos outros tópicos envolvendo consumo energético são apresentados e em uma das últimas etapas, é feita a análise de faturas de consumo energético da cidade de Porto Alegre. Na Figura 3, está presente um terceiro fragmento da atividade, na qual baseado no conceito de reconciliação integradora de Ausubel, podemos integrar os conhecimentos que foram construídos ao longo da atividade, culminando na análise da fatura.

Ainda como sugestão, o professor pode solicitar que os estudantes tragam para a sala de aula faturas próprias do consumo energético mensal para que possam fazer comparações entre os valores apresentados (valor a ser pago) e o consumo em kWh de cada residência. É recomendado que se fale também sobre as bandeiras de consumo e a forma como as faixas de consumo afetam o valor final da conta de luz mensal.

**Entendendo a conta de luz mensal**

Investigaremos agora a conta de luz de uma casa. Para isso, é necessário que você tenha uma delas em mãos. Observe-a e responda às questões.



COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
Av. Joaquim Porto Villanova, nº 201, Prédio A Sala 721 - CEP 91410-400 Porto Alegre - RS
CNPJ : 08.467.115/0001-00 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 096/3156659
NOTA FISCAL / CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

CEEE DISTRIBUIÇÃO

Reservado ao Fisco

Segunda Via

Cliente e UC (Unidade Consumidora)
FULANO DE TAL
Rua das Pedras Quadradas, 1234 xxxxxxxx
Bairro: Pedreira
Porto Alegre - RS
CPF: XXX.XXX.XXX-XX
Classe de Consumo Aneel: RESIDENCIAL - Residencial

Fase: BIFASICO

Número da UC
Código para débito em conta corrente
XXXXXXXX

Bandeira Vigente: Bandeira Verde

| Medição | kWh |
|---|---|
| Nº do medidor | XXXXXXXX |
| Fator de Multiplicação | 1,000 |
| Leitura 29/08/2022 | 4535 |
| Leitura 28/07/2022 | 4467 |
| Consumo* | 68 |

*Consumo Lido

Perdas de Transformações (%): 0
Fator de Potência: 1,00000
Período Fiscal 30/08/2022
Emissão 30/08/2022
Apresentação 08/09/2022
**Próxima Leitura Prevista: 28/09/2022**

| Consumo | Faturamento | Vencimento | Total em Reais |
|---|---|---|---|
| 68 kWh | 08/2022 | 22/09/2022 | 62,41 |

| Descrição | Quantidade | Preço | Valor R$ |
|---|---|---|---|
| Consumo | 68 | 0,799265 | 54,35 |
| **Subtotal (R$)** | | | **54,35** |
| **Lançamentos e Serviços** | | | |
| Contrib Ilum Pub Prefeitura | | | 8,06 |
| **Subtotal (R$)** | | | **8,06** |

| Composição da Fatura | R$ |
|---|---|
| Energia | 16,87 |
| Transmissao | 4,80 |
| Distribuicao | 9,36 |

Segunda Via

1. Qual foi a energia consumida nesta residência e qual sua unidade de medida?
2. Qual o valor efetivamente pago por unidade consumida de energia?
3. Qual a média diária de consumo de energia dessa residência?
4. Utilizando as informações que constam nesta conta de luz, estime o valor a ser pago em um banho de 15 minutos, considerando que a potência do chuveiro elétrico é de 5 500 W.

**Figura 3:** Trecho da atividade abordando a conta de energia elétrica da cidade de Porto Alegre.

Sendo assim, é possível introduzir uma nova perspectiva ao estudo da eletrodinâmica, dando um significado maior para os estudantes. A elaboração destas atividades tem por objetivo

fazer uma aproximação entre o conteúdo disciplinar e o cotidiano dos estudantes, de maneira que não se torne apenas mais um dentre tantos conteúdos vistos em sala de aula na disciplina de Física.

## 6. Comentário Finais

A partir da entrevista com o professor e dos seus relatos, foi possível mapear um tópico de seu interesse e também uma necessidade por ele apontada. Infelizmente, no atual momento o professor se encontra bastante afastado da comunidade acadêmica e como está em transição de carreira, de certo modo, está bastante desestimulado. Com o levantamento da temática e a partir de pesquisa nos buscadores mais tradicionais, foi encontrado um produto que pode ser, em sua maioria, aproveitado, a partir de adaptações, para o contexto do professor, que pedia por um material que desenvolvesse uma atividade contínua e passível de avaliação, mas que ao mesmo tempo conseguisse dinamizar o estudo de eletrodinâmica e dar maior significado para os estudantes.

A construção deste trabalho e atividades, espera-se, que seja de grande utilidade para o docente e que os estudantes que terão contato com ela possam ressignificar o estudo da eletrodinâmica, adquirindo uma nova perspectiva quanto ao estudo e relevância desta área da Física. Ao mesmo tempo, a expectativa é que o professor se motive quanto a manter uma relação mais próxima com a pesquisa em ensino de Física, entendendo que a mesma pode, e com certeza vai, subsidiar a construção de materiais e atividades para a sala de aula.

## Referências

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinos. **Educação e Pesquisa**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 57-67, jul. 2002. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022002000200005.

_____. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 765-794, 15 dez. 2018. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência. http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765.

LEANDRO JEKIMIM GOULART. Promtec - Etiquetas e Rótulos. **Etiqueta de Eficiência Energética**. Disponível em: https://www.promtec.com.br/etiqueta-de-eficiencia-energetica/. Acesso em: 14 set. 2022.

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Relação entre a pesquisa em ensino de Física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 424-438, Maio 2008. Http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2008v25n3p424.

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, dez. 2005. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/85168. Acesso em: 13 set. 2022.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, Madrid, v. 1, n. 4, p. 1-18, jan. 2005. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf. Acesso em: 16 set. 2022.

SÃO PAULO. Equipe Curricular de Física; Coordenadoria de Gestão da Educação Básica ⁚: CGEB. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (org.). **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: física - caderno do aluno - 3ª série. São Paulo: Nova Edição, 2014. 98 p. (Ensino Médio).

SOARES, Maria Rosana; JUNIOR, Guataçara dos Santos. A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: contribuições das atividades sobre energia elétrica. **Revista Práxis**, [S.L.], v. 8, n. 16, p. 39-57, 9 out. 2016. Fundacao Oswaldo Aranha - FOA. http://dx.doi.org/10.25119/praxis-8-16-697.

Uma abordagem conceitual sobre aceleração a partir da resolução de problemas abertos

*Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza*

## 1. Introdução

O ensino de física se mostra defasado ao longo do tempo por diversos motivos, um desses é o distanciamento existente entre escola e universidade, afastando a pesquisa sobre a docência da sala de aula (ZEICHNER, 2010). A fim de combater este distanciamento, o presente trabalho busca dar voz a um professor da rede estadual para determinar um problema ou demanda e trazer possíveis soluções apontadas na literatura a área de ensino ou educação. Então, foi desenvolvida uma entrevista a fim de auxiliar o professor a delimitar tal problema. Chegamos a conclusão que se deve trazer uma abordagem conceitual para o tema "aceleração" que utilize situações contextualizadas com o cotidiano do estudante. Com esta constatação, o presente trabalho possui, como objetivo geral, propor uma sequência didática que utilize dos conceitos que envolvem a aceleração a partir de problemas abertos, para isto, define-se dois objetivos específicos, são eles: a) entender as principais definições e premissas que envolvem a aprendizagem a partir de problemas abertos; e b1) buscar por unidades didáticas que utilizem do conceito de aceleração como potenciais norteadoras para o desenvolvimento da proposta final. Entretanto, no decorrer do trabalho houve a necessidade de alterar o objetivo b1 para b2) buscar por problemas abertos que utilizem do conceito de aceleração como potenciais norteadoras para o desenvolvimento da proposta final.

A fim de alcançar tal objetivo, buscou-se na literatura trabalhos que tratassem do conceito de aceleração e abordagens com problemas abertos. Para isso, utilizou-se motores de busca de revistas com foco em ensino de física e a educação em ciências para procurar pelos termos "aceleração" e "problemas abertos". Foram analisados quatro trabalhos selecionados em duas buscas, já que a primeira trouxe resultados insatisfatórios sobre as unidades didáticas.

Sobre o primeiro objetivo específico, define-se os problemas abertos (PA) como um tipo especial de problema com potencial para estimular o desenvolvimento de um conjunto amplo de conhecimentos e habilidades. Estes problemas não possuem uma resposta correta única e definitiva, já que não possuem valores que possibilitam a aplicação de fórmulas. Nesse sentido, a

resolução de um problema aberto passa por várias etapas, como a análise ampla do problema, que permite criar representações e esquemas, a elaboração de estratégias a partir de hipóteses, a implementação destas hipóteses para o desenvolvimento de uma resposta e, por fim, a avaliação da plausibilidade da resposta proposta (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2020). Entende-se que este tipo de problema vá ao encontro do objetivo geral proposto por trazer situações cotidianas e bem contextualizadas, além de evitar, em parte, o uso mecânico de modelos matemáticos.

Para o segundo objetivo específico, foram buscados trabalhos que abordassem a aceleração como objeto de estudo em obras com aplicação ou proposta de aplicação. Entretanto, a primeira busca resultou em artigos com teor exclusivamente experimental, os quais não vão ao encontro com os objetivos propostos. Com os resultados pouco satisfatórios, flexibilizou-se os critérios de inclusão e deixamos os motores de busca específicos de cada revista para procurar diretamente no Google Acadêmico. Nesta segunda busca foram selecionados três trabalhos que traziam exemplos de PA que foram separados e expostos aqui como forma de dar uma variedade ao professor.

Após a análise dos trabalhos, foi desenvolvida uma proposta didática em seis etapas. Para isso, é pensada em uma exposição inicial que trate alguma situação real do cotidiano do estudante para que haja uma associação dos conceitos, em seguida é apresentado o problema aberto que, inicialmente, será pensado individualmente. Após a reflexão inicial, os estudantes argumentam entre si suas hipóteses e possíveis caminhos a serem seguidos para chegar em uma resposta final. Com as últimas reflexões e ajustes depois das discussões entre colegas, os estudantes apresentam seus pressupostos e caminhos à turma junto do professor, para que este possa orientar sobre as decisões tomadas.

## 2. Dando voz ao professor

A fim de determinar uma problemática, necessidade ou interesse de um professor da rede pública de ensino, desenvolveu-se um roteiro que foram aplicadas em uma entrevista. As questões foram construídas de tal forma que se objetificou recapitular, junto do professor entrevistado, alguns momentos ao longo de sua carreira, passando por suas ambições na graduação, início da carreira docente e experiências em outras escolas, até sua atual posição. O roteiro de entrevista desenvolvido, acompanhado do objetivo de cada questão, pode ser encontrado no anexo 1. Esta

seção visa expor alguns comentários de maior importância que foram citados pelo professor entrevistado.

## 2.1 Síntese da entrevista

Questão 1) *"Como você iniciou na docência? Quais ambições, objetivos, inspirações..."*

De forma geral, o entrevistado aponta que sempre teve facilidade na área das exatas, principalmente em matemática e física, além de possuir facilidade de explicar os conteúdos para seus colegas. Foi aprovado nos vestibulares da PUCRS e na UFRGS, optando por realizar sua graduação na PUCRS por ter maior compatibilidade com os horários ofertados. Iniciou na licenciatura em ciências, passando para física plena algum tempo depois já com o objetivo de se tornar professor e lecionar. Iniciou na docência assumindo turmas de matemática industrial em cursos do SENAI, mas logo passou em um concurso que permitiu ingressar no ensino público e privado, nos quais se mantém até hoje.

Questão 2) *"Como foram seus primeiros anos dando aula? Como o impacto entre graduação e escola, primeiras aulas e adaptação."*

Em um primeiro momento, o professor aponta que teve algumas dificuldades em transpor aquilo que aprendeu ao longo de sua graduação para o nível médio, diz: *"foi difícil de se adaptar porque tem coisas que tu vê na faculdade que não tem como fazer no ensino médio"*, já que é complexa a transformação de modelos matemáticos na sua forma integral e diferencial para modelos com as operações básicas. Essa dificuldade é justificada pela carência de disciplinas voltadas para a área da pedagogia em seu curso, já que o mesmo ofertava apenas duas disciplinas deste tipo. Com o passar do tempo, aprendeu a transpor os conteúdos utilizando situações do cotidiano do aluno, propondo que tais situações auxiliam na fixação dos conteúdos e melhor entendimento por parte dos estudantes.

Questão 3) *"Você acredita que a sua formação foi suficiente para iniciar na docência? Você se sentia preparado para entrar em sala de aula?"*

Ao responder a questão 2, já foram apontadas algumas dificuldades com relação à transposição dos conteúdos de física vistos no ensino superior para o ensino médio graças à

carência de disciplinas da pedagogia em seu curso, apesar disso, o professor se sentia preparado para entrar em sala de aula por dominar bem os conteúdos. Em aproximadamente três anos o professor já se sentia mais confortável com suas transposições.

Questão 4) *"Como você costuma organizar o seu tempo na escola? Como é a relação entre planejar e aplicar uma aula?"*

Para os planejamentos, o professor aponta que ainda prepara aulas para os contextos específicos de seus alunos, se aproveitando de situações do dia a dia dos estudantes, como tomar banho ou passear de carro, tentando sempre contextualizar os temas das aulas com ações específicas.

Questão 5) *"Que tipo de aula você costuma planejar? Costuma utilizar métodos que fujam do tradicional?"*

De forma direta, o professor indica que *"a estrutura da aula como um todo é uma coisa tradicional"*, utilizando como principal recurso o quadro e caneta. Isso se dá pelo fato da escola possuir recursos desproporcionais com a quantidade de alunos. Exemplo disso é a constatação de que existem apenas duas salas com projetores (sendo que uma delas necessitava de manutenção na data da entrevista) para cerca de 25 turmas de ensino médio nos turnos da manhã e tarde, além das turmas de ensino fundamental. Além da dificuldade com a projeção, é mencionada a escassez do número de impressões que para cada professor pode providenciar e falta de manutenção do acesso à internet da escola. Apesar disso, o entrevistado aponta que tenta sempre trazer relações bem contextualizadas com o cotidiano do estudante de forma individual e também de forma geral, no momento que aborda assuntos de impacto social fugindo das exposições mecânicas. Um exemplo citado desta abordagem geral se refere aos impactos causados na natureza pelo mau descarte de termômetros de mercúrio. De forma complementar, foi perguntado se o professor já fez uso de experimentos ou demonstrações em sala de aula; afirmou que já usou demonstrações, mas nunca levou experimentos, pois seria necessário um investimento pessoal.

Questão 6) *"Que tipo de aula ou tópicos você gostaria de trazer para a sala de aula, mas tem alguma dificuldade ou falta de tempo para preparar? Algum desses você teria interesse que*

*eu utilize como objeto de estudo da minha pesquisa para buscar soluções ou sugestões para você e suas aulas?"*

Após um período aposentado, o professor entrevistado retornou para a sala de aula assumindo algumas turmas com conteúdos já em construção, e para conectar os temas abordados pela antiga professora com os novos, foi solicitada, para este trabalho, uma atividade que envolva o movimento variado, em que os alunos fossem expostos a situações reais, como em um experimento que pudessem realizar em casa ou vídeo para assistirem. Após algumas reflexões junto do professor, e considerando a escassez de recursos da escola, foi sugerido pelo entrevistador uma atividade mais conceitual, em que os estudantes possam se colocar em situações cotidianas de forma crítica, onde seja necessário avaliar as condições dos sistemas propostos a fim de encontrar possíveis soluções. Desta forma, os alunos ainda seriam expostos a situações reais e cotidianas, mas deixando mais acessível e viável o desenvolvimento da atividade.

Questão 6.1) *"Para quais turmas gostaria de aplicar? Quais recursos disponíveis? Quais os tópicos de interesse?"*

Esta pergunta final serviu como complemento da questão 6 a fim de deixar mais claro e delimitado o problema que será abordado. Foi decidido que o tópico de interesse é a aceleração como conceito para o 1º Ano do ensino médio, com o mínimo de recursos possíveis, dadas as condições da escola.

Após a entrevista, houve outros dois momentos em que foi conversado com o professor para alinhar as ideias, o que permitiu gerar uma problematização que envolva o conceito de aceleração, o dia a dia do estudante e ainda seja viável a realização com poucos recursos. O problema final é: *"Como abordar aceleração de forma conceitual no ensino médio utilizando de situações cotidianas?"*.

## 3. Revisão da Literatura

Com os objetivos definidos, buscou-se por revistas da área de ensino com classificação A1 pela Qualis CAPES na plataforma Sucupira[6]. Como critério de inclusão, optou-se por selecionar apenas revistas cujo nome fizessem menção direta ao ensino de física ou educação em ciências. Foram selecionadas 11 revistas que seriam utilizadas para buscar os artigos que serviriam de objeto de estudo. Para isso, utilizou-se os motores de busca de cada revista para encontrar artigos que fizessem menção à "aceleração" ou "problemas abertos" (incluindo as variações em inglês). Ao final da busca foram encontrados sete artigos que são listados na Tabela 1.

**Tabela 1**: Artigos selecionados para análise.

| **Título** | **Autores** | **Tipo** |
|---|---|---|
| Uso do BBC micro: bit como acelerômetro em atividades experimentais para o ensino de física. | Jesus, D. S.; Ertha, J. P. C.; Júnior, R. C. | Atividade experimental. |
| *An investigation of students performance after peer instruction with stepwise problem solving strategies.* | Gok, T. | Problemas abertos com *peer instruction*. |
| Medindo a massa inercial usando uma balança romana. | Kinouchi, O.; Menesse, G.; Stoli, J. | Atividade experimental. |
| Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no Ensino de Física. | Oliveira, V.; Araujo, I. S.; Veit, E. A. | Problemas Abertos. |

[6] Plataforma Sucupira: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf (acessado em setembro de 2022)

| | | |
|---|---|---|
| Estimando a aceleração da expansão do Universo com o SimECosmo. | Raymundo, I. B. P. et al. | Atividade com simulação em nível superior. |
| *Digital video analysis of falling objects in air and liquid using Tracker.* | Sitisathitkul, C. | Atividade experimental. |
| Aceleração da gravidade: Análise de experimentos didáticos. | Souza, F. M. L.; Cardoso, S. C. | Atividade experimental. |

Para avaliar os conceitos relativos aos problemas abertos, foram encontrados dois artigos. Entretanto, como não visamos comparar o método através de diferentes abordagens, optou-se por analisar o artigo desenvolvido por Oliveira, Araujo e Veit (2020), que além de ser um trabalho em português, apresenta exemplos de PA e uma análise mais profunda sobre as premissas do método, já que se trata de um trabalho com desenvolvimento teórico.

Sobre as unidades didáticas encontradas, todos os artigos selecionados seguem uma linha experimental, divergindo da ideia de desenvolvimento conceitual, além de ser de difícil implementação considerando os poucos recursos disponíveis para o desenvolvimento da atividade. Por isso, optou-se por realizar uma nova busca, agora mais ampla. Na nova coleta foi utilizado o *Google* Acadêmico[7], que é uma ferramenta de busca do *Google* que reorganiza os resultados se baseando nos metadados presentes, fazendo com que as primeiras opções sejam principalmente artigos ou trabalhos credenciados e avaliados de alguma forma.

## 3.1 Problemas Abertos

Uma das características essenciais dos problemas abertos é que não apresentam uma única resposta correta e sua conclusão depende do desenvolvimento tomado pelo aluno. De acordo com Oliveira, Araujo e Veit (2020), esses problemas são potenciais recursos para a sala de aula quando

[7] *Google* Acadêmico: <https://scholar.google.com.br/> (acessado em setembro de 2022)

seguem algumas características que abrem um sistema inicialmente fechado e idealizado, dando contextos com incertezas e omitindo informações. As características são:

> *i) devem envolver situações reais, que fazem referência a um evento do cotidiano; ii) omitir informações necessárias para a solução; iii) requerer um número considerável de conhecimentos específicos e procedimentais; iv) possibilitar diferentes caminhos de solução; v) apresentar incerteza em quais conceitos, regras ou princípios são necessários, e como são organizados; iv) inviabilizar a implementação de procedimentos roteirizados para sua resolução, e, sendo assim, suas soluções são imprevisíveis; vii) requerer habilidades metacognitivas.* (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2020)

Os autores também ponderam que são quatro as principais etapas para a formulação de uma resposta: definição e representação do problema, elaboração de planos e estratégias de solução, implementação das estratégias de solução, e avaliação e monitoramento do processo. Na primeira etapa, definição e representação, se analisa o problema de forma qualitativa, a fim de identificar os principais conceitos que aparecem junto de informações sobre a situação descrita, com esta análise é possível fazer considerações para determinar os melhores modelos que representam o sistema proposto. Na elaboração de planos e estratégias, começa-se a criar hipóteses sobre o problema e possíveis caminhos a serem tomados para a solução. Na implementação, busca-se argumentos que defendam o caminho escolhido, propondo uma solução final. Por fim, a avaliação e monitoramento consiste em avaliar o processo como um todo, questionando sobre as considerações feitas a fim de indagar outras respostas. A Figura 1 foi desenvolvida por Oliveira (2018) e demonstra o ciclo da resolução de um problema aberto.

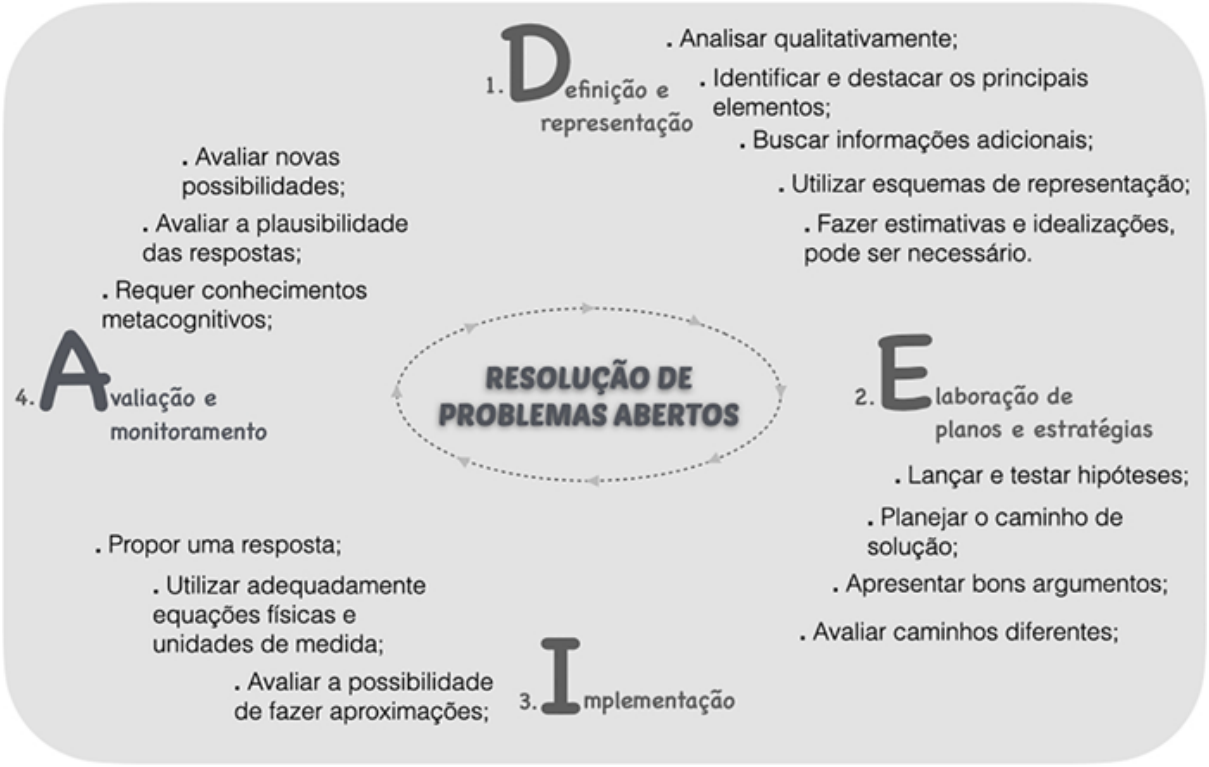



Figura 1: Etapas de resolução de problemas abertos, suas principais características e elementos requeridos para a realização da tarefa (Fonte: OLIVEIRA, 2018)

Desenvolver habilidades metacognitivas é um dos aspectos mais ricos nos problemas abertos. Essas habilidades são necessárias em quase todas as etapas da solução de um problema em aberto, desde a reflexão sobre o conhecimento adquirido para realizar a tarefa até o ajuste do caminho para solução, analisando a plausibilidade da resposta, novas possibilidades e muito mais. Apesar disso, uma das dificuldades da aplicação dos PA está no tempo necessário para a sua solução. Em geral, os alunos precisam de mais tempo para resolver PA do que problemas/exercícios tradicionais. Uma das razões para isso é que, além de proporcionar o aprendizado sobre o conteúdo específico da disciplina estudada, atividades que abordam questões abertas podem ajudar a desenvolver habilidades cada vez mais necessárias aos alunos, seleção de informações, tomada de decisão, pensamento crítico, autonomia e autorregulação, todas necessárias para o pleno desenvolvimento de sua cidadania.

### 3.1.1 Diferença entre exercícios, problemas fechados e problemas abertos

No trabalho de Oliveira, Araujo e Veit (2020) é apresentada uma comparação entre exercícios, problemas fechados e problemas abertos. Os exercícios são aqueles utilizados para praticar a aplicação de fórmulas, já que não apresentam contexto algum, com situações superidealizadas, que não existem na realidade. Os problemas fechados são semelhantes aos exercícios, onde ainda há valores numéricos bem definidos para serem aplicados nas equações, com a diferença de que existe algum contexto sendo levado em conta para que o estudante possa interpretar a situação, mas ainda superidealizado. Por fim, os problemas abertos, como já caracterizados acima, devem evitar as informações essenciais para uma resposta definitiva, como os valores que poderiam ser aplicados em fórmulas matemáticas, além disso, devem apresentar um contexto bem desenvolvido para que o estudante tenha a possibilidade de avaliar a situação de forma crítica, a fim de fortalecer um raciocínio para propor uma resposta. Para esclarecer o que se considera como exercício, problema fechado e problema abertos, apresentam-se três exemplos envolvendo aceleração.

**Exemplo de exercício**

Uma partícula varia sua velocidade de 2 m/s para 10 m/s, no decorrer de 4 s. Determine a aceleração média sofrida pela partícula.

**Exemplo de problema fechado**

Do alto de um prédio de 20 metros de altura, uma pessoa imprudentemente tenta acertar latinhas vazias numa lixeira que está na rua. O perigo neste ato está na velocidade que qualquer objeto pode ganhar ao ser largado de uma certa altura, além da possibilidade de errar o alvo e poluir a cidade. Desconsiderando a resistência do ar e se a latinha for apenas largada, com que velocidade ela chegará na lixeira?

**Exemplo de problema aberto**

O *Minecraft* é um jogo eletrônico de sobrevivência e construção que é muito conhecido pela sua principal característica: um mundo formado de blocos. Neste mundo você pode coletar blocos feitos dos mais diversos materiais como terra, madeira, pedregulho, ferro e muito mais. Com a grande variedade, os jogadores costumam desenvolver seus mundos para viver neles, ou apenas criar suas artes. Entretanto, é comum ouvir falar que no *Minecraft* não existe física, isto

ocorre pelo fato de que é possível colocar a grande maioria dos blocos suspensos no ar sem que eles caiam devido à gravidade, este comportamento não ocorre apenas para alguns blocos, como cascalho e areia, e para entidades, como o jogador ou inimigos e personagens não jogáveis. Pensando nestes blocos e entidades que, de acordo com a comunidade, "possuem física", como podemos determinar a aceleração da gravidade no *Minecraft*?

Na próxima subseção é mostrado algumas unidades didáticas encontradas na literatura que servirão como base para o desenvolvimento do produto final, junto disso, na sessão seguinte, se apresenta a proposta para o problema proposto.

## 3.2 Unidades Didáticas sobre Aceleração

Após perceber que a primeira busca havia sido insatisfatória, optou-se por fazer uma nova coleta através do *Google* Acadêmico que é uma variação do motor de busca do *Google*, com a diferença que este busca por resultados que possuam metadados que identificam os trabalhos e entregando, principalmente, artigos que tiveram algum tipo de avaliação. Os critérios de busca foram os mesmos utilizados anteriormente, porém, considerando a carência de resultados da primeira coleta, foi decidido alterar o objetivo desta busca para que sejam encontrados trabalhos que tragam exemplos de problemas abertos, ou seja, flexibiliza-se o critério de inclusão para que possam aparecer trabalhos teóricos também. Dessa forma, substitui-se o objetivo b1 por um novo: b2) buscar por problemas abertos que utilizem do conceito de aceleração como potenciais norteadoras para o desenvolvimento da proposta final.

Foram selecionados três trabalhos, sendo um artigo, um trabalho de conclusão de curso e uma tese, citados na tabela 2. Destes trabalhos, buscamos coletar exemplos de problemas abertos que possam servir de base para o desenvolvimento e criação de novos problemas, estes exemplos podem ser encontrados em anexo.

Tabela 2: Trabalhos com exemplos de problemas abertos encontrados na segunda busca.

| Título | Autores | Tipo |
|---|---|---|
| PROBLEMAS ABERTOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE EM REVISTAS DA ÁREA | Rosa, H. S.; Silveira, I. S.; Silva, W. V. V.; Pastorio, D. P. | Revisão da literatura |
| PROBLEMAS ABERTOS NO ENSINO DE FÍSCIA: elaborando situações problema a partir da fantasia e da ficção científica | Costa, V. R. C. | Proposta de Aplicação |
| RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ABERTOS PARA APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DA MODELAGEM DIDÁTICO-CIENTÍFICA | Oliveira, V. | Aplicação |

## 4. Proposta Didática

A partir do delineamento dos problemas abertos e com exemplos de unidades didáticas sobre aceleração em mãos, a seguinte proposta didática foi desenvolvida pensando em seis momentos principais. Mas, vale ressaltar que a abordagem proposta é apenas uma sugestão e que há diversas formas de se utilizar os problemas abertos.

### 4.1 Momento 1 – Introdução do tema

Neste primeiro momento, espera-se que os conceitos iniciais sejam apresentados. Para que esta apresentação inicial seja significativa e que possa despertar a curiosidade dos estudantes, é importante que haja um contexto em que seja possível visualizar os parâmetros que serão estudados. Então, apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam. Nesse momento, é interessante fazer com que os alunos exponham seus pensamentos sobre as

situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam, isso facilitará na criação de problemas abertos nas etapas seguintes.

**Conceitos da abordagem:** posição, velocidade instantânea e aceleração média.

**Sugestão de situação-problema:** É comum vermos em vídeos e documentários sobre carros mencionarem que um certo modelo vai de zero a 100km/h em "x" segundos. Como o carro da empresa Tesla modelo S que vai de zero a 100km/h em 1,99 segundos. Como podemos caracterizar essa mudança na velocidade que aparecem nos comerciais de carros?

Com uma problematização como a sugerida acima, é possível investigar quais características dadas do sistema que dão informações úteis e como podemos utilizá-las. Neste caso é a variação de velocidade de 0 km/h para 100 km/h num tempo de 1,99 segundos, estas informações podem ser resumidas em um valor único, que é a aceleração. No exemplo citado, é importante ressaltar a necessidade de converter a unidade de tempo ou de velocidade, nisso há a possibilidade de discutir possíveis arredondamentos, como a velocidade de 27,78 m/s para 28,00 m/s (quando convertida) e o tempo de 1,99 s para 2,00 s.

### 4.2 Momento 2 – Exemplos de exercícios

O segundo momento da exposição é constituído pela aplicação de exercícios e problemas fechados. Aqui, o principal objetivo é familiarizar o estudante com os parâmetros que podem aparecer nos problemas, dando a capacidade de associar os dados aos modelos e unidades. Perceba que neste momento não se objetifica a compreensão conceitual, mas sim, dar subsídios para que os estudantes sejam capazes de ligar as situações contextualizadas, que serão apresentadas no momento seguinte, aos modelos matemáticos.

**Sugestão:** Utilizar o "Exemplo de problema fechado" da seção 3.1.1 e semelhantes. Note que os problemas devem possuir algum contexto para que os estudantes associem os conceitos às situações, já que este é o objetivo desta etapa.

### 4.3 Momento 3 – Exposição de um problema aberto

No momento em que os estudantes são capazes de associar os valores numéricos às propriedades de um sistema, se parte para o momento 3, onde finalmente será apresentado o primeiro problema aberto. Após a exposição do problema, os estudantes devem pensar individualmente nas primeiras etapas do desenvolvimento (vide figura 1). Portanto, aqui deve se pensar, de forma qualitativa, quais os principais elementos do problema a fim de criar representações e fazer as primeiras estimativas. Aqui também já é possível criar suas primeiras hipóteses e possibilidades de caminhos para a solução.

**Sugestão:** expor o "Exemplo de problema aberto" da seção 3.1.1. É importante instruir os estudantes sobre as etapas gerais da resolução deste tipo de problema, já que seu uso não é uma prática comum. Para isto, uma possibilidade é instruir os estudantes a anotar em tópicos algumas considerações que podem ser feitas, o que buscam no problema e outras informações que julgarem importantes. Nesta etapa pode ser dado de 5 a 10 minutos.

### 4.4 Momento 4 – Discussão inicial

A discussão inicial têm como principal característica a discussão entre colegas. Aqui os estudantes devem discutir suas hipóteses e caminhos para uma possível solução uns com os outros, sem o auxílio do professor. Espera-se que neste momento ocorra um desenvolvimento crítico do sistema proposto, já que deve haver uma certa argumentação a favor de cada ponto de vista, abrindo a possibilidade de rever os conceitos e reformular as hipóteses criadas no momento 3.

**O que é esperado:** Neste momento o professor deve sondar as discussões rondando pelos grupos de discussão, observando quais são os principais comentários que surgem, corrigir equívocos mais grosseiros e acompanhar as hipóteses propostas. Apesar desse cuidado, é importante que o professor deixe os estudantes tomarem as decisões neste momento, evitando dar sua perspectiva para não induzir uma resposta. Nesta etapa pode ser dado de 10 a 15 minutos para as discussões.

### 4.5 Momento 5 – Delineamento das respostas finais

Com a discussão do momento 4, os estudantes podem passar para a implementação de suas estratégias em uma resposta final, em que devem utilizar adequadamente equações físicas e as unidades de medida que foram reforçadas no momento 2. Note que aqui também se permite avaliar as condições do sistema, permitindo fazer considerações e aproximações dos parâmetros aparentes para chegar em um modelo final. Neste momento também é interessante que o professor examine como está o desenvolvimento de algumas respostas, observando se não há suposições incoerentes e que possam prejudicar o estudante.

### 4.6 Momento 6 – Discussão final

Com as respostas finais já determinadas pelos estudantes, o professor pode pedir, inicialmente, quais foram as considerações e hipóteses criadas. Por consequência, os colegas poderão apontar equívocos ou outras considerações que enriqueçam suas respostas. O professor, por outro lado, pode auxiliar em um certo direcionamento ou indagar situações para que as hipóteses sejam testadas. A partir dos apontamentos realizados, o professor pode propor um caminho próprio, mostrando que há uma variedade de possibilidades para a resolução de um mesmo problema.

**Considerações esperadas:**

- É possível montar um "experimento" dentro do jogo, onde um bloco com gravidade é largado de uma altura conhecida, assim medimos o tempo de queda considerando que sua velocidade inicial é zero.

- Desprezar a resistência do ar. No *Minecraft* é notável um amortecimento no movimento para grandes alturas, portanto pode ser comparada à resistência do ar, então vale ressaltar que esta consideração vale para baixas alturas.

- O metro é uma unidade que não existe dentro do jogo, por isso é comum se utilizar a unidade de "blocos", que é o tamanho dado pela aresta do cubo, já que estes possuem tamanho igual mesmo para materiais diferentes. Outra opção, também comum para os jogadores, é considerar o bloco com dimensões de 1 m x 1 m x 1 m, ou seja, temos a conversão de 1 bloco = 1 m.

Agora é importante avaliar as considerações feitas, adicionando aquilo que foi esquecido e explicando o motivo de alguma não ser essencial para o desenvolvimento. É pertinente, também, que se ressalte o fato deste tipo de problema possuir várias possibilidades de desenvolvimento, e que a resposta trazida pelo professor não é a única correta.

## 5. Considerações Finais

Com base em uma entrevista com um professor da rede pública, percebeu-se que havia uma dificuldade na abordagem do conceito de aceleração no ensino médio. Para combater esta dificuldade, foi pesquisado possibilidades para o ensino conceitual de aceleração na literatura, sendo uma destas possibilidades a aprendizagem a partir da resolução de problemas abertos. Com uma análise desta abordagem e a partir de exemplos de problemas, também retirados da literatura, foi possível desenvolver uma proposta didática que utilize de poucos recursos e ao mesmo tempo traga o cotidiano do aluno a partir de problemas bem contextualizados.

## Referências


COSTA, V. R. C. PROBLEMAS ABERTOS NO ENSINO DE FÍSICA: elaborando situações problema a partir da fantasia e da ficção científica. **Universidade Federal de Pernambuco** – TCC – Licenciatura em Física. 2021.

GOK, T. An investigation of students performance after peer instruction with stepwise problem solving strategies. **International Journal of Science and Mathematics Education** (2015)

JESUS, D. S.; ERTHA, J. P. C.; JÚNIOR, R. C. Uso do BBC micro: bit como acelerômetro em atividades experimentais para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20210240, 2022

KINOUCHI, OSAME, MENESSE, GUSTAVO e STOLI, J. Medindo a massa inercial usando uma balança romana. **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**. 2021, v. 43

OLIVEIRA, V. Resolução de problemas abertos para aprendizagem de Física no Ensino Médio na perspectiva da Modelagem Didático-Científica. Tese de Doutorado, **Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul** (2018).

OLIVEIRA, V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, e20200043, 2020.

RAYMUNDO, I. B. P. et al. Estimando a aceleração da expansão do Universo com o SimECosmo. **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**. 2022, v. 44

ROSA, H. S.; SILVEIRA, I. S.; Silva, W. V. V.; Roso, C. C.; Pastorio, D. P. Problemas abertos no ensino de física: uma análise em revistas da área. **Revista de Enseñanza de La Física**, Vol. 33, no. Extra (2021).

SITISATHITKUL, C. et al. Digital video analysis of falling objects in air and liquid using Tracker. **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**. 2013, v. 35, n. 1

SOUZA, F. M. L de; CARDOSO, S. C. Aceleração da gravidade: Análise de experimentos didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**. 2020, v. 42

ZEICHNER, K. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. **Educação**, 35(3), 479-504. 2010.

## ANEXO 1 - ROTEIRO DE ENTREVISTA

Vale lembrar que:

- A entrevista tem o objetivo de buscar dificuldade, tópicos ou interesses do professor a fim trazer alternativas para os mesmos;
- Em nenhum momento o entrevistado será exposto durante o desenvolvimento do trabalho;
- Você pode desistir da entrevista a qualquer momento;

Questões norteadoras:

1. Como você iniciou na docência? Quais ambições, objetivos, inspirações…
    1.1. Objetivo: questão introdutória para a pesquisa, induzindo o pesquisado a recordar do início da sua carreira como forma de recapitular seus anos de docência. Além disso, serve para buscar informações sobre o professor, espera-se que ele fale a respeito de sua formação e motivação para se tornar professor.
2. Como foram seus primeiros anos dando aula? Como o impacto entre graduação e escola, primeiras aulas e adaptação;
    2.1. Objetivo: Novamente, esta questão tem o objetivo de induzir o pensamento sobre o início da atividade docente, mas agora passando pelos anos já vividos no "meio" de sua carreira.
3. Você acredita que a sua formação foi suficiente para você iniciar na docência? Você se sentia preparado para entrar em sala de aula?
    3.1. Objetivo: busca encontrar insuficiências na formação acadêmica;
4. Como você costuma organizar o seu tempo na escola? Como é a relação entre planejar e aplicar uma aula?
    4.1. Objetivo: identificar o tempo dedicado pelo professor para o desenvolvimento e produção das aulas;
5. Que tipo de aula você costuma planejar? Costuma utilizar métodos que fujam do tradicional?
    5.1. Objetivo: entender quais os conhecimentos sobre diferentes abordagens didáticas ou interesses do professor dentro de sala de aula, por exemplo, se prefere aulas experimentais ou teóricas, se utiliza metodologias diferentes ou tradicional e afins;
6. Que tipo de aula ou tópicos você gostaria de trazer para a sala de aula, mas tem alguma dificuldade ou falta tempo para preparo? Algum desses você teria interesse que eu utilize como objeto de estudo da minha pesquisa para buscar soluções ou sugestões para você e suas aulas?

6.1. Mais informações: qual turma para aplicar? Quais recursos disponíveis? Quais tópicos?
6.2. Objetivo: De forma mais geral, busca saber quais os interesses que o professor tem para suas aulas;

## ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PARA A PRÁTICA NA ESCOLA DA DISCIPLINA

PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

Você está sendo convidado para participar da atividade Prática na Escola, desenvolvida na disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do currículo obrigatório do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A atividade a ser desenvolvida pelo licenciando consiste na identificação, junto a professores da rede de escolas públicas do RS, de problemas diretamente relacionados ao ensino e aprendizagem de Física, cuja possibilidade de solução é de particular interesse do professor a ser entrevistado. Então, o licenciando buscará alternativas de encaminhamento para a solução do problema à luz da Pesquisa em Ensino de Física. Tal construção contará com a orientação da professora da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, Profa. Eliane Angela Veit. Ao final do semestre haverá uma exposição curta dos resultados, para a qual você já está sendo convidado. Também será elaborado um texto, que lhe será encaminhado. Sua participação se dará por meio de uma entrevista e eventuais esclarecimentos posteriores, se necessários.

A atividade será desenvolvida por Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza, estudante do curso de Licenciatura em Física.

Informamos que:

- sua participação é totalmente voluntária e sem nenhum benefício financeiro;
- as informações coletadas na atividade poderão ser divulgadas para fins acadêmicos, mas sua identidade será mantida de forma anônima;
- a pesquisa não oferece riscos aos participantes, a não ser eventualmente algum constrangimento pelas respostas fornecidas ou pelo comportamento frente a certas situações propostas;

- você poderá se recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que lhe seja feita;

- o áudio da entrevista concedida dentro da atividade será gravado, para uso na disciplina, sendo a sua identidade e a da escola preservadas;

- você poderá interromper seu consentimento ou interromper sua participação na atividade a qualquer momento, informando ao/à licenciando/a ou à Profa. Eliane Veit;

- este termo foi elaborado em duas vias, uma para você, participante, e outra para a professora responsável.

Eu, [nome do professor – omitido para proteger a identidade do mesmo], CPF _____, 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.

## ANEXO 3 - PROBLEMAS ABERTOS

# Problemas abertos retirados de Rosa et al. (2021)

**Problema 1**

Calcule o Tempo em que se dará o encontro entre um automóvel e um carro de polícia que se lança em sua perseguição.

**Problema 2**

Existe diferença na velocidade que a bola adquire quando um jogador de futebol corre em direção a ela para chutá-la e quando ele efetua o chute sem a corrida?

**Problema 3**

Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas?

**Problema 4**

Um pequeno texto introdutório contextualiza o problema que trata do lançamento de uma bola de basquete em direção ao aro. Os estudantes veem um vídeo que se popularizou na internet, em que um faxineiro de um ginásio de basquete acerta três arremessos do centro da quadra, após determinar, numericamente, a velocidade com que deveria lançar a bola. A questão a ser respondida pelos alunos é enunciada da seguinte forma:

Suponha que você deseja reproduzir, com perfeição, a situação apresentada no vídeo: um arremesso perfeito, do centro de uma quadra de basquete, após determinar as grandezas físicas relevantes. Quais são essas grandezas físicas e quais as suas intensidades?

A fim de dar alguma orientação ao aluno, assim como autonomia para que trace o modo em que procederá, seguem algumas questões auxiliares:

a). Vocês compreenderam completamente o problema? Quais as grandezas físicas envolvidas?

b). Quais os conhecimentos que ainda precisam ser obtidos?

c). Qual o tipo de movimento descrito pela bola?

d). Buscando simplificar o evento, quais elementos da realidade vocês irão abordar, e quais idealizações serão assumidas?

Por exemplo:

-. A massa da bola e o material de que ela é feita devem ser levados em consideração?

-. E a altura do jogador interfere na velocidade e inclinação necessárias para o lançamento perfeito?

-. O arremesso ocorreu em um ginásio fechado ou em uma quadra esportiva a céu aberto? Faz diferença?

e). Para auxiliar na interpretação do problema, vocês podem elaborar uma representação esquemática do evento (um gráfico,

um desenho), inserindo todas as informações relevantes ao problema que tem à disposição.

**Problema 6**

1 – Qual a máxima quantidade de movimento que você consegue transferir a uma bola durante um pênalti?

2 – Consequentemente, qual é a velocidade adquirida pela bola logo após o chute?

3 – Toda quantidade de movimento do pé é transferida à bola? Explique.

4 – Discuta como a matemática auxilia no entendimento e na resolução das situações descritas nos problemas anteriores.

## Problemas abertos retirados de Costa (2021)

**Problema 1**

Está em andamento uma ocorrência a alguns quilômetros de onde se encontra o Flash, sabendo que o Flash se movimenta acima da velocidade do som como na figura A, e que o mesmo se desloca para lá a partir do ponto que se encontra, o que poderia ocorrer nesse intervalo de tempo?

Figura A: Flash em alta velocidade.

**Problema 2**

Ao perceber uma movimentação em determinada sala, Harry prontamente se cobre com sua capa da invisibilidade para averiguar o que está correndo como na figura B. Ao perceber que não era alguma coisa boa, tenta lançar um feitiço, mas acaba errando o alvo. O que fez Harry errar o alvo?

Figura B: Harry Potter e a capa da invisibilidade.

**Problema 3**

Como o Superman voa?

## Problemas abertos retirados de Oliveira (2018)

### Problema 1

Estime a energia cinética dissipada na colisão frontal de dois automóveis populares que se deslocavam em sentidos contrários na máxima velocidade permitida em auto estradas brasileiras. Se toda energia dissipada na colisão pudesse ser utilizada para manter acesa uma lâmpada comum de 100W, por quanto tempo ela permaneceria ligada?

### Problema 2

Você e alguns amigos estão organizando uma festa para 100 convidados, que acontecerá ao redor de uma piscina, num típico dia de verão. Às 6h da manhã você deve colocar as bebidas para gelar em algumas caixas de isopor. Preocupado em mantê-las bem geladas, você busca estimar a quantidade suficiente de sacos de 5,0 kg gelo que devem ser comprados. Decidido a não desperdiçar dinheiro comprando uma quantidade exagerada de gelo, quantos sacos você deve comprar?

### Problema 3

Sua mãe está dirigindo para lhe levar ao IFSul, distraidamente, apreciando o belo dia, quando de repente percebe que o semáforo a sua frente acabara de trocar para o vermelho, e então, aciona os freios com grande intensidade, provocando a derrapagem do veículo. Muito nervosa, ela desce do veículo para se acalmar e poder seguir em frente.

Infelizmente, um guarda de trânsito observava a manobra e, ao se aproximar, afirma que o veículo estava com velocidade acima do limite permitido na via. Como estudante de Física, você decide investigar a cena do ocorrido para contestar a multa que sua mãe está prestes a receber. Quais os principais elementos que você deve investigar e quais os argumentos físicos que você pode utilizar com o guarda de trânsito para contestar a multa por excesso de velocidade?

**Problema 4**

Você trabalha em um pequeno barco durante o verão e está ajustando um pedaço de madeira para a corrente da sua chave para evitar que ela afunde, caso a deixe cair na água.

Quando o seu amigo (que estuda em uma Universidade de Tecnologia) vê isso, ele ri, e diz que um pedaço de madeira não é o suficiente para fazer a chave flutuar. O volume do pedaço de madeira é de aproximadamente meia taça de café. Como você conhece alguns conceitos de Física, lança o seguinte desafio para ele:

"Jogarei o conjunto (chave, corrente e pedaço de madeira) na água: se afundarem, perderei minha chave, mas se flutuarem, você deverá mergulhar e trazê-los de volta".

Quem ganhará o desafio?

Prática na Escola: Design Thinking como Metodologia para o Ensino da Cinemática

*Milena Lauschner Lopes*

## 1. Introdução

A literatura aponta que os professores estão conscientes de que ensinam de forma tradicional, ou seja, essencialmente com aulas expositivas, em que os alunos assumem um papel passivo. O ensino tradicional pode ser usado por diferentes razões, como a falta de planejamento, por desconhecimento de como aplicar novas metodologias ou pelo sentimento de insegurança frente a mudanças; mesmo assim, os professores demonstram insatisfação com seus métodos de ensino (REZENDE; OSTERMANN, 2005). Outro fator apontado por Rezende e Ostermann (2005) é a falta de preparo para realização de experimentos, levando à dificuldade no desenvolvimento de atividades que levem significado à aprendizagem, apesar dos professores reconhecerem a importância de trabalhar com os conceitos e leis físicas em laboratórios. Soma-se a isso, a pressão para implementar um currículo que visa ao vestibular.

Este trabalho surge como uma tentativa de ajuda na superação de obstáculos vivenciados pelos professores de Física e para criar uma parceria entre pesquisadores e professores de Física de nível médio. Nesse sentido , aqui será relatada uma entrevista semi-estruturada feita com uma professora de uma escola particular do interior do Rio Grande do Sul, sendo o objetivo da entrevista delimitar alguma prática que a professora gostaria de aplicar em sala de aula, mas que ainda não o fez por falta de tempo para preparar, ou não dispor do material que considera necessário para tal.

A disciplina Pesquisa em Ensino de Física, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), promove uma aproximação entre a universidade e a escola. Para tanto, uma vez identificado um tópico ou problema de interesse de um professor da rede de ensino, busca-se na literatura especializada resultados de pesquisa que possam auxiliar a construção de um ensaio de solução para o problema, de modo a contribuir para a melhoria do ensino de Física.

Como será relatado em detalhes na Seção 2, durante uma entrevista realizada com uma professora do ensino básico, a professora relatou que tem dificuldade em dar significado aos conceitos da Cinemática, pois o ensino tradicional de Física é frequentemente associado ao excessivo formalismo matemático, afastando os alunos da Física e não gerando entendimento do conteúdo. Para dar significado a situações envolvendo conceitos como velocidade e aceleração, a professora busca aplicar a metodologia *Design Thinking*.

Na estrutura curricular brasileira, o desafio para ensinar os conceitos da Cinemática é enorme, pois são os primeiros estudos de Física apresentados aos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Sabendo disso, buscarei ajudar a professora de Física em suas aulas de Cinemática para o primeiro ano do Ensino Médio, a partir de um problema potencialmente motivador e de importância social: efeitos de diferentes velocidades em um acidente de trânsito. A proposta busca problematizar a situação na qual a velocidade inicial do carro influencia decisivamente no quão

destrutivo será um acidente de colisão. Será usada a metodologia *Design Thinking*, pois, como será visto na Seção 2, essa é a metodologia de preferência da professora entrevistada. Na Seção 3 são apresentados estudos localizados na literatura para amparar a presente proposta. Na Seção 4, consta uma síntese da metodologia de *Design Thinking* e na Seção 5, o ensaio de solução para o problema de interesse da professora. Seguem os comentários finais na Seção 6.

## 2. Dando voz à professora

Esse trabalho é fruto de uma entrevista realizada com uma professora de Física do ensino básico da cidade de Santa Cruz do Sul, cidade do interior do Rio Grande do Sul. O município de Santa Cruz do Sul localiza-se na região conhecida como Vale do Rio Pardo, a 150 km de Porto Alegre. Sua população, conforme estimativas do IBGE de 2021, era de 132.271 habitantes[8]. Essa cidade é um dos principais núcleos da colonização alemã do Rio Grande do Sul. Sua economia está historicamente ligada ao tabaco, sendo considerada a capital mundial do fumo.

A escola particular onde a professora trabalha foi originalmente fundada por um grupo de imigrantes alemães. Criada com o objetivo de dar instrução de qualidade aos filhos dos imigrantes que viviam na pequena vila, sendo as dificuldades econômicas superadas com o auxílio de pessoas que queriam a continuidade do educandário. Atualmente a escola tem infraestrutura necessária para abrigar anualmente 45 turmas em 46 salas, sendo que 12 na Educação Infantil. Cinco salas de aula com duas de apoio, com brinquedoteca, e área de recreação; seis de 1º ao 4º ano e uma biblioteca infantil. As outras 35 são destinadas aos estudantes do 5º ano ao Ensino Médio. A escola também conta com sala de informática, laboratórios de ciência, ginásio, pista de corrida, sala de música, auditório e um amplo pátio.

Antes de iniciarmos a entrevista semi-estruturada, foi pedida permissão ao diretor da escola e uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, constante do Apêndice A , foi enviada para a professora. Ao iniciarmos a entrevista foi gravada a confirmação da professora aos itens disponíveis no termo. A entrevista durou em torno de 60 minutos, tempo no qual a professora relatou em detalhes sobre sua experiência com o ensino. Comecei a entrevista com a seguinte fala:

> *Nessa entrevista pretendo conhecer a sua trajetória como professora de Física e descobrir que assuntos e metodologias você gostaria de aplicar em sala de aula que ainda não pode por falta de tempo, motivação ou estrutura da escola. Como produto dessa nossa conversa, irei ajudar a tornar essa sua vontade de ensinar Física de modo diferente em algo mais viável, com recursos que guiarão você na prática em sala de aula.*

A professora relatou que dava aula ao primeiro ano do Ensino Médio e que a nota era dividida entre uma prova parcial, um trabalho e uma prova trimestral, contendo todos os conteúdos do trimestre. Sendo formada em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande

[8] «Estimativa populacional 2021 IBGE». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 28 de agosto de 2021. Consultado em 30 de Setembro de 2022

do Sul (UFRGS) onde relata ter iniciado seu contato com a docência de Física, Química e Matemática dando aulas particulares e em cursinhos de vestibular. Após concluir sua primeira graduação, como ela já trabalhava no ramo da educação, ingressa por diplomação no curso de Química Licenciatura na UFRGS, porém busca transferência para a Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), onde termina sua segunda graduação. Durante essa segunda graduação, segundo seu relato, aprendeu muito fazendo estágios e bolsas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) como professora de Química em escolas públicas. Após fazer uma entrevista um tanto inesperada, como relata a professora:

> *Eu fui para a Física, porque eu fiz uma entrevista de emprego com a diretora de uma escola particular de Vera Cruz [cidade vizinha de Santa Cruz do Sul]. Meu currículo tinha Química Bacharelado e Licenciatura, e eu estava fazendo mestrado em Educação na época. A vaga era de professor de Química, mas quando eu cheguei lá a diretora me disse que só queria me conhecer, pois ela já tinha o professor de Química e queria muito conhecer a dona daquele currículo que ela tinha se encantado. O professor que tinha sido contratado era formado em Química e Física. Foi quando eu disse "Tá, então eu vou fazer Física também!".*

Ela então busca fazer sua terceira graduação: Física Licenciatura na UNISC. Sendo graduada em duas licenciaturas, a professora disse que já teve experiência em muitas escolas da região até chegar na escola em que ela trabalha atualmente de forma exclusiva. Ela é professora de Ciências do sexto ano do Ensino Fundamental e professora de Física do nono ano do Ensino Fundamental e primeiro ano do Ensino Médio.

Por trabalhar numa escola particular, ela fala que *É difícil sair do padrão na escola*, pois isso pode gerar inseguranças quanto à adequação do ensino a ser oferecido aos alunos, ou pelo trabalho massante que aplicar uma nova metodologia pode necessitar. Para uma metodologia nova ser aceita, precisa passar pela coordenação educacional da escola.

A professora então menciona uma conversa que teve com a coordenação educacional dizendo que o *problema dos alunos é Matemática*, e o coordenador falou:

> *Uma professora que saiu da escola falava que o problema era matemática, mas nós queremos desconstruir isso, pois a Física não é só matemática.*

Então ela complementa:

> *Eu fiquei com isso na cabeça, pois para fazer isso precisamos fazer coisas diferentes. Não posso ficar só equacionando, eu preciso dar significado a aquilo que estou ensinando. Aqui vem a grande dificuldade de dar significado ao que tu está ensinando, eu tenho essa dificuldade. Como eu tiro do matematiquês do fisiquês para o signifiquês. Eu tenho dificuldade, porque tenho um cronograma fechado e diversidade de estudantes. Uns alunos gostam, outros não.*

É importante que a escola promova debates sobre o Ensino de Física e busque um foco conceitual, para a boa compreensão da Física.

Ao fazer a pergunta: O que você gostaria que, ao final de um período de regência em uma turma, o aluno fosse capaz de saber ou fazer? A professora falou que *o aluno precisa sair da aula capaz de fazer exercícios, organizar equações e ter iniciativa.*

Já sobre a pergunta: Na sua opinião, quais são as principais dificuldades que os estudantes têm para aprender Física? Foi dito que *a maior dificuldade dos estudantes é visualizar a Física*. Sobre esse assunto ela pretende cursar o Doutorado em Educação em Ciências na UFRGS.

Ela diz que no sexto ano do Ensino Fundamental os alunos estudam ciências tendo a parte inicial de Química, Geografia e Biologia e seguem no sétimo e oitavo tendo Biologia na disciplina de Ciências. Em contraponto, no nono ano eles veem Química e Física de modo separado, sendo a primeira prova de Física notação científica. *Eles vão odiar*, pois eles vão pensar que a Física é Matemática. Essa primeira impressão sobre a Física fica nos anos seguintes.

Para compreender melhor as ideias e necessidades da professora seguem algumas perguntas e respostas da entrevista que moldaram a prática na escola.

Pergunta: Existe algum problema específico da sala de aula de Física do Ensino Médio que você gostaria de ter algum tipo de auxílio?

Resposta: *Ter problemas práticos para apresentar. Não precisando ser experimentos de laboratório, pois muitos experimentos hoje em dia não têm significado. Falta experimentos mais interessantes.*

Pergunta: Esse problema teria algum conteúdo específico?

Resposta: *Meu interesse seria a parte da Cinemática, para mim, o resto do conteúdo é mais tranquilo de se pensar. Gostaria de experimentos onde os alunos enxerguem situações, trabalhem com situações para eles verem o que é que eles calculam. Assim como, gostaria que eles entendessem gráficos, para o que eles servem, pois não é só dois riscos um cruzando o outro tem muito mais por traz do gráfico.*

Pergunta: Você tem preferência pelo uso de alguma metodologia ou algum recurso didático em sala de aula?

Resposta: *Design Thinking, isso é o que eu gosto.*

Pergunta: Como eu posso ajudar você a pôr o problema proposto em prática? Quais obstáculos você acha que enfrentaria?

Resposta: *A escola não aceitar. Para isso teria que escrever um projeto e perguntar se poderia aplicar ele em sala de aula e esperar a avaliação da escola. O que não pode é sair aplicando sem*

*perguntar. A escola lê, eles dão valor para aquilo que tu entrega para eles. Adicionalmente, eu vi muita dificuldade de inovar na parte avaliativa da minha área, as ciências, pois o grupo responsável por isso, acha tudo muito difícil de ser aplicado ou mudado.*

Pergunta: Quais são as potencialidades e as limitações da estrutura física da escola?

Resposta: *O laboratório será reformado, então ano que vem estará muito bom. Os professores estão organizando o laboratório para ter materiais necessários. Eu vou começar a colocar práticas para o primeiro ano do Ensino Médio e para o nono ano do Ensino Fundamental agora, práticas rápidas, pois tenho um período só. Perde-se muito tempo indo e voltando para o laboratório.*

*Hoje no laboratório falta bastante coisa, mas ele vai ser melhorado. A escola não tem muita limitação da estrutura física, é uma escola particular, só falta iniciativa de deixar tudo melhor ainda. O próximo ano vai ser melhor, por causa do novo Ensino Médio, baseado em projetos, a escola está dando mais atenção aos laboratórios. Esses projetos têm que ser motivadores, para não perdermos os alunos.*

Pergunta: Pensando da metodologia ou aula especial que você gostaria de aplicar, o que há na escola que te favorece a colocar essa ação em prática?

Resposta: *A escola é muito boa, pois ela é enorme. Então se tu vai trabalhar com velocidade ou situações desse tipo, tem bastante coisas que tu pode fazer ali. A escola tem um campo, pista de corrida, quadras de basquete, muitas coisas. Dentro da sala de aula a Cinemática não é muito favorecida, bom seria se eu tivesse dois períodos seguidos de Física, que eu tenho em primeiro anos.*

A partir do relato apresentado, já conseguimos estabelecer o conteúdo da prática na escola: uso do *Design Thinking* no ensino da Cinemática. Tendo o assunto estabelecido como ponto de partida para a criação da prática, será apresentada na próxima seção uma busca na literatura por estudos anteriores sobre o uso da abordagem *Design Thinking* em Ciências e sobre situações que favorecem o ensino de conceitos de Cinemática. Vale ressaltar que após a entrevista a professora foi contatada para saber quais eram os conceitos dentro da cinemática que ela gostaria de trabalhar, sendo eles: velocidade e aceleração. Para abordar esses dois conceitos, torna-se necessário o conhecimento dos alunos sobre referencial e posição.

## 3. Estudos Anteriores

Com base na entrevista descrita na seção anterior e no desejo da professora em aplicar a metodologia *Design Thinking* no ensino da Cinemática, os termos utilizados para a busca na literatura referente à parte do conteúdo de física foram: “experimentos de cinemática”,

"cinemática", "velocidade", "aceleração" e "gráficos". Os periódicos utilizados para essa busca foram: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira do Ensino de Física, Revista do Professor de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Usei a ferramenta de busca do *Google* para localizar trabalhos acadêmicos relacionados à Cinemática. Todas as formas de busca me deram muitos resultados, entretanto muitos deles envolviam o uso de um aparato sofisticado de sensores e *proto boards* (Arduíno e *Raspberry Pi*), ou eram testes aplicados em aula, ou artigos de revisão bibliográfica. Os artigos que se enquadram nos interesses da professora estão expostos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Trabalhos acadêmicos selecionados da literatura sobre cinemática.

| Título | Autores | Periódico ou Instituição | Ano |
|---|---|---|---|
| Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores – a diferença entre 60 km/h e 65 km/h. | SILVEIRA, Fernando Lang da | **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** | 2011 |
| O estudo da cinemática com o jogo Cinefut e o sensor de movimento Kinect. | JUSTINIANO, A. et al. | **Revista do Professor de Física** | 2021 |
| Determinação da aceleração da gravidade em um experimento de lançamento horizontal usando o detector de som de um smartphone. | BERTTI, C. V. B. et al. | **Revista do Professor de Física** | 2022 |
| O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. | MOURÃO, Matheus Fernandes & SALES Gilvandenys Leite | **Experiência em Ensino de Ciências** | 2018 |
| Uma sequência didática para cinemática escalar, usando experimento e simulação computacional | SCHNEIDER, Wanderson Pereira | **Instituto Federal do Espírito Santo** | 2015 |
| Uma didática experimental no processo de aprendizagem de ensino de física no 1° ano do ensino médio | PEREIRA, Aclemildo Cruz | **Universidade do Acre** | 2019 |

Os termos utilizados para a busca na literatura referente a metodologia *Design Thinking* foram: "*Design Thinking*", "*Design Thinking* no Ensino de Física" . Os periódicos utilizados para essa pesquisa foram: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira do Ensino de

Física, assim como, usei a ferramenta de busca do *Google* para achar trabalhos acadêmicos relacionados à metodologia *Design Thinking.* Observei que essa metodologia não é muito usada no Ensino de Física, dada a ausência de publicações acadêmicas sobre o assunto em periódicos de Ensino de Física. Na Tabela 2 encontram-se os trabalhos acadêmicos sobre a aplicação do *Design Thinking* em meio educacional, todos os trabalhos presentes nessa tabela foram entrados pela pesquisa feita utilizando o *Google*.

**Tabela 2:** Trabalhos acadêmicos selecionados da literatura sobre a metodologia *Design Thinking*.

| Título | Autores | Periódico ou Instituição | Ano |
|---|---|---|---|
| Desenvolvimento de metodologias ativas por meio do design thinking | SANTOS, Elisa Queiroz dos & FONSECA, Letícia Rodrigues da | **Research, Society and Development** | 2021 |
| Contribuições do *Design Thinking* para a formação docente: planejamento de atividade de ensino e aprendizagem | BRITTO, Roseli Maria Gonçalves Monteiro de | **Universidade Federal Rural de Pernambuco** | 2018 |
| *Design Thinking* na elaboração de um produto educacional: roteiro de aprendizagem – estruturação e orientações | FARIAS, Marcella Sarah Filgueiras de | **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas** | 2019 |

Os periódicos foram escolhidos por serem da área Ensino de Física ou de Ciências, e a ferramenta de pesquisa do *Google* foi escolhida dada a sua alta capacidade de indicar trabalhos de acordo com os termos pesquisados[9]. Como condição de consulta, foram selecionados artigos a partir do ano de 2000 e apenas publicados em português.

## 4. A metodologia *Design Thinking*

O *Design Thinking* (DT) se tornou popular, inicialmente, como um metodologia para incentivar a criatividade de gerentes de empresa, propondo desafiá-los a gerar inovações que se traduziriam em benefícios econômicos (BRITTO, 2018). Posteriormente, o *Design Thinking* passou a ser usado na resolução de problemas sociais, abarcando problemas educacionais.

Essa metodologia é considerada uma metodologia ativa que promove, no contexto educacional, engajamento e autonomia dos estudantes. De acordo com a IDEO (2013), o DT é:

(i) centrado no ser humano, pois nessa metodologia existe uma profunda empatia a ser considerada em suas etapas;

(ii) é colaborativa, pois apresenta vantagens quando várias mentes trabalham juntas;

(iii) é otimista quando de forma criativa e divertida resolve um problema;

[9] Cabe esclarecer que neste trabalho não se fez uma revisão da literatura por delimitação de tempo.

(iv) é experimental quando se recebe os *feedbacks* e se tem a possibilidade de aprender com seus erros.

A metodologia se divide em etapas, como podemos ver na Figura 1. Na etapa **Descoberta** ocorre a contextualização do problema, acontecendo a imersão dos alunos na compreensão do desafio, preparação das pesquisas e busca de dados relevantes para o momento. Essa etapa pode ser feita em grupos para promover a colaboratividade e a empatia. Na segunda etapa, **Interpretação**, os grupos vão analisar e dar sentido aos dados "descobertos" na primeira etapa, poderão ser feito gráficos, mapas conceituais, começarem a terem ideias de como podem resolver o problema. Na terceira etapa, chamada de **Ideação**, há duas subdivisões: *i*) *brainstorm* (em português, tempestade de ideias), os estudantes desenvolvem várias ideias para a solução do problema. O objetivo é criar muitas ideias, sem se preocupar se elas estão adequadas ou não. São bem-vindas todas as sugestões possíveis, sem julgamentos e com encorajamento; *ii*) refinar as ideias é o momento de selecionar a ideia que é mais eficaz para a solução do problema. Já na quarta etapa, **Experimentação**, as ideias selecionadas na etapa anterior serão testadas. Essa etapa também é dividida em: *i*) criar protótipos e *ii*) aplicá-los obtendo *feedbacks*. Protótipos são modelos que ajudam a entender melhor o resultado final de uma ação. A aplicação desses protótipos e os *feedbacks* recebidos dos professor tornam possível adequar a experimentação que não está conceitualmente científica, melhorando a solução do problema. Na quinta e última etapa (**Evolução**), é observado o resultado da solução do problema, o que deu "certo" e o que deu "errado", assim como, poderá ser feito um avanço sobre a criação da solução (NASCIMENTO; LEITE, 2021).

Figura 1: Etapas do processo *Design Thinking*. Fonte: IDEO (2013).

## 5. Ensaio da proposta de solução

Essa proposta didática foi inspirada no artigo "Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores – a diferença entre 60 km/h e 65 km/h" (LANG, 2011). Resumo do artigo:

> *Um vídeo educativo do Monash University Accident Research Center inspira a proposição de um problema de cinemática com um resultado contra intuitivo. A solução do problema tem como pressupostos conhecimentos sobre a aceleração máxima possível em frenagens de emergência, bem como do intervalo de tempo que transcorre entre a percepção do perigo de colisão pelo motorista e o início efetivo da frenagem. A resposta intuitiva de um engenheiro e de diversos alunos de graduação em física é discutida. O problema exemplifica que o ensino da física pode e deve envolver situações conceitualmente ricas e interessantes, em contraposição às questões repetitivas e irrelevantes usualmente encontradas nos livros-texto.*

Transpondo o problema de cinemática para o primeiro ano do Ensino Médio e seguindo as etapas da metodologia *Design Thinking*, apresento a proposta em etapas.

**Etapa 1: Descoberta.**

Aqui será contextualizado e apresentado o problema que deverá ser discutido em grupos.

Problema proposto por Lang (2011, p. 469): *Diferença entre 60 km/h e 65 km/h!*

> *Um automóvel desloca-se a 60 km/h quando o motorista avista à sua frente um caminhão atravessado na pista. Transcorre um intervalo de tempo de 1s entre a percepção do obstáculo pelo motorista e o início efetivo da frenagem do automóvel. A frenagem ocorre em situação ideal (pista seca, pneus desgastados, mas em bom estado, freios ABS) e o automóvel acaba por colidir com o caminhão, tendo no momento da colisão sua velocidade valendo 5 km/h (nesta velocidade, a colisão produz estragos pequenos). Qual seria o valor da velocidade no momento da colisão caso o automóvel, nas mesmas condições, se deslocasse inicialmente a 65 km/h?*

**Etapa 2: Interpretação**

Nessa etapa os alunos coletarão os dados disponíveis na questão e procurarão por outros dados que podem se fazer necessários. Por ex., o intervalo de tempo de pré-frenagem de cerca de 1s. Como Lang (2011, p. 470) explica:

> *o 1s se deve ao bem conhecido tempo de reação do condutor (0,2 a 0,4 s), acrescido do tempo de transferência do pé (0,2 a 0,3s) em direção ao pedal do freio e do tempo de resposta e de pressurização (0,3 a 0,4s) para que o sistema hidráulico que aciona os freios efetivamente atue nas rodas. De fato, 1s é um intervalo de tempo razoável para o início da frenagem, mas em algumas situações,*

*dependendo do estado de atenção do motorista e da integridade do seu sistema perceptivo e de reação, poderá ser maior*

Outros assuntos que podem ser levantados são: coeficiente de atrito dos pneus, aceleração de frenagem dos veículos…

**Etapa 3: Ideação**

Nesse momento pode-se deixar os alunos livres para pensar na solução do problema ou criar perguntas de auxílio à aprendizagem para ajudar os alunos na reflexão. Exemplos de perguntas de auxílio à aprendizagem são:

1) Qual tipo de movimento o carro estará descrevendo antes e depois da frenagem?
2) Quais equações serão utilizadas para resolver o problema?
3) A intuição nos diria que, na hora da batida, a diferença de velocidade entre os dois carros deveria ser os mesmos 5 km/h do momento do início da freada! Isso faz sentido?

**Etapa 4: Experimentação**

Experimentação aqui, está sendo entendida como o cálculo matemático com sentido de debater sobre os resultados físicos do problema.

Na seção 4 do artigo do Lang[10] (2011, p. 171), pode-se encontrar a solução do problema.

**Etape 5: Evolução**

A evolução pode ocorrer no confronto com notícias de jornais ou revistas que tratam de acidentes automobilísticos , ou vídeos que podem inclusive ser analisados quantitativamente . Agora seria um momento bom para os alunos verem o vídeo: A diferença entre 60 km/h e 65 km/h. - YouTube.

## 6. Considerações Finais

Através do trabalho "Prática na Escola", feito para a disciplina de Pesquisa e Ensino de Física oferecida ao curso de Física Licenciatura da UFRGS, foi possível entrevistar uma professora de ensino médio da cidade de Santa Cruz do Sul,RS. Dessa entrevista surge o trabalho relatado neste texto, onde podemos ver a identificação de um desejo didático da professora em sua prática como docente do primeiro ano do Ensino Médio. O assunto, Cinemática, e a metodologia *Design Thinking*, foram livre escolha da professora. A partir de uma busca na literatura especializada da área, chegamos à proposta de um problema que evidencia a necessidade de

[10] Vista do Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores – a diferença entre 60 km/h e 65 km/h (ufsc.br)

direção responsável no trânsito, pois variações aparentemente pequenas na velocidade podem trazer consequências funestas. Com este trabalho é esperado que a professora se sinta motivada a desenvolver a atividade proposta.

**Referências**


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.

PARREIRA, A. L.; CARVALHO, P. S. KCT: relevante teste conceitual para apoiar a pesquisa sobre o ensino e aprendizagem da Cinemática. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 3, p. 98–109, 31 dez. 2020.

BEICHNER, Robert J. *Testing student interpretation of kinematics graphs*. **American journal of Physics**, v. 62, n. 8, p. 750-762, 1994.

BRITTO, Roseli Maria Gonçalves Monteiro de. **Contribuições do *Design Thinking* para a formação docente: planejamento de atividade de ensino e aprendizagem**. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências. 2018.

IDEO. **Design Thinking para educadores**. Traduzido pelo Instituto Educadigital. 2013.

NASCIMENTO, Rhaysa Myrelle Farias do; LEITE, Bruno Silta. Design thinking no ensino de ciências da natureza - quais são objetivos e aplicações nos trabalhos publicados entre 2010 e 2020? **Revista UFG**, Goiânia, v.21. 2021

Uma proposta de utilização da modelagem científica no ensino de Mecânica para uma turma do Ensino Médio

*Naamã Lobosco Rodrigues Machado*

## 1. Introdução

O presente trabalho é um relato por mim desenvolvido da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na qual me proponho a ajudar uma docente da rede pública de ensino básico a enfrentar uma problemática que o afligia. Para isso, realizei uma entrevista com ele no intuito de conhecer melhor seu trabalho e sua trajetória docente e de definirmos um tema de pesquisa que o afligia em sua prática como educador. Após isso, realizei uma revisão da literatura a fim de entender de que maneira o meio acadêmico entendia a utilização de modelagem científica no ensino de Física, para que a partir disso, eu pudesse desenvolver uma atividade mobilizando os conceitos pesquisados para resolvermos o problema proposto pelo professor.

## 2. Sobre o professor e a escolha da linha de pesquisa

A escola pela qual optei desenvolver a presente pesquisa foi a escola em que realizei meu ensino médio. A escola fica localizada em Esteio - RS, a cerca de 20 km de distância do centro de Porto Alegre. Este município conta com pouco mais de 80.000 habitantes e a escola se localiza em um bairro muito humilde e discriminado da cidade, por conter famílias com status social precário. O colégio conta com turmas de todos os anos do ensino fundamental, no período da tarde, e os três anos do ensino médio, sendo as turmas, em sua maioria, no período da manhã, porém contendo ainda turmas noturnas exclusivas para alunos que trabalham durante o dia.

Meu primeiro contato se deu com o diretor da escola, que na época em que eu estudava na mesma era meu professor de Física, fato esse que facilitou minha comunicação com o colégio e me permitiu desenvolver de maneira fluida a presente pesquisa. Após conversar com o diretor, solicitei a ele se poderia realizar esse projeto no colégio, e ele imediatamente de bom grado me permitiu tal realização e ainda intermediou meu contato com o professor de Física da escola.

Quando contatei o professor responsável pela disciplina, ele se mostrou muito contente e solícito em aceitar o pedido de realização da pesquisa através da análise de um problema que ele pudesse estar enfrentando na preparação de suas aulas e a proposta de uma solução para o mesmo. Nossa entrevista se deu de maneira muito leve e informal, e foi realizada pelo *Google meet*, por motivos de disponibilidade de nossas agendas. Foi gravada com a autorização do professor (Apêndice A), e seu material utilizado posteriormente para melhor coleta de informações.

Essa entrevista teve o intuito de conhecer melhor o professor, desde sua trajetória no ensino, até os problemas que o afligem nos dias atuais em sua prática docente. Por ser um professor relativamente novo e há pouco tempo graduado, ele se encontrava em um período de novas experiências no ensino, porém, ainda me relatou que já dava aula em diversas escolas simultaneamente. Após quase uma hora de conversa, ficamos divididos entre três possíveis tópicos de pesquisa, o primeiro deles seria a construção de pontes com palitos de sorvete no ensino de mecânica, o segundo seria a utilização de modelagens científicas no ensino de Física, e o terceiro possível tema de pesquisa seria a utilização do *Peer Instruction* em sala de aula. Assim, após uma breve reflexão, excluímos o tópico de construção de pontes por ser uma atividade mais voltada à engenharia, e a proposta do *Peer Instruction* por necessitar de interações ativas entre os colegas em sala, fato esse que o professor havia relatado não funcionar nessa escola, sobrando então o tema de modelagem científica.

## 3 Embasamento teórico

Para a estruturação de uma proposta a fim de apresentar alternativas de solução ao professor, optei pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel para estruturar as possíveis atividades a serem desenvolvidas com os estudantes.

A teoria da aprendizagem significativa proposta pelo psicólogo americano David Ausubel (1918-1908) é uma das teorias de aprendizagem mais difundidas e utilizadas nos meios acadêmicos das últimas décadas. Um dos pontos cruciais do qual Ausubel parte é a vontade por diferenciar a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica. A aprendizagem mecânica é aquela em que o aluno memoriza novos conhecimentos para que possa futuramente reproduzi-los em um curto período de tempo, fazendo com que não se tenha quase nenhuma relação entre o que o aluno já sabe e o novo conteúdo a ser estudado, Esse método de aprendizagem antigo e ultrapassado ainda é o que mais encontramos nas instituições de ensino básico e superior. As situações em que fica claramente visível a utilização de tal aprendizagem são nas resoluções de problemas nas aulas de Física e Matemática, nas quais, por vezes, os alunos decoram o método de resolver um situação em específico e quando variamos levemente tal situação os alunos passam a não compreender o novo processo de resolução. Para isso, Ausubel criou a aprendizagem significativa como sendo aquela que se baseia em conteúdos expostos de maneira que contenham significado para o aluno. (MOREIRA, 2013)

O cerne dessa teoria está ancorado em três conceitos que estão profundamente interligados e que Ausubel coloca como os fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa, são eles: **i)** ,materiais potencialmente significativos **ii)** predisposição do aluno a aprender e **iii)** existência de conhecimentos prévios adequados.

Os materiais potencialmente significativos são, como o nome diz, aqueles que se mostram com significado lógico de acordo com os conhecimentos prévios do aprendiz. Esses materiais se

dispõem de maneiras em que o aluno perceba a importância do conteúdo a ser estudado e reconheça que aquilo possa ser alcançado a partir do que ele já possui de conhecimentos pré estabelecidos.

A predisposição do aluno a aprender se refere à vontade intrínseca ao aluno de se interessar pelo material a ser estudado. Ela se relaciona com os materiais potencialmente significativos pelo fato de que tais materiais podem ser pontos de partida para fomentar a vontade dos estudantes de se interessarem pelo estudo e aprenderem de modo significativo.

A existência de conhecimentos prévios, também conhecidos como Subsunçores, é algo que deve ser verificado pelo docente previamente à realização das aulas. Ponto crucial esse para a aprendizagem significativa, pois como citado acima, aqui é onde diferenciamos essa aprendizagem da mecânica, pois nela, o docente está preocupado apenas em entregar o conteúdo aos alunos, não se importando se os mesmos possuem os conhecimentos necessários para assimilarem tais informações. Para Ausubel, os subsunçores começam a se formar desde que nascemos, e através da aprendizagem de novos conceitos que possam se relacionar com aqueles que já conhecemos, é quando se dá a aprendizagem significativa, o novo conceito ou a variação do conceito já estudado se relaciona com ele e o modifica até que ambos estejam internalizados cognitivamente. Moreira (2016) exemplifica tal processo acontecendo na aprendizagem de Física no seguinte trecho:

> *Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, estes servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de forças e de campos como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos. Todavia, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação dos conceitos subsunçores (força e campo). Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes, bem elaborados, claros, estáveis ou limitados, pouco desenvolvidos, instáveis, dependendo da frequência e da maneira com que serviram de ancoradouro para novas informações e com elas interagiram. No exemplo dado, uma idéia intuitiva de força e campo serviria como subsunçor para novas informações referentes a força e campo gravitacional, eletromagnético e nuclear, porém, na medida que esses novos conceitos fossem aprendidos de maneira significativa isso resultaria em crescimento e elaboração dos conceitos subsunçores iniciais. Ou seja, os conceitos de força e campo ficariam mais abrangentes e elaborados e mais capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas a forças e campos correlatas. (MOREIRA, 2016, pg. 8)*

Porém, existem situações em que  o aluno não possui os subsunçores necessários para que seja possível uma aprendizagem significativa; assim, o que o docente deve fazer nesses casos é utilizar o que Ausubel denominou de “Organizadores prévios”, cuja função é realizar o papel de uma ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele ainda vai aprender. Eles podem ser utilizados tanto em situações em que o estudante não possui familiaridade com o novo conceito, sendo esses denominados de organizadores prévios expositivos, ou ainda, em situações em que o aluno já

possui alguma familiaridade com o novo tema, sendo chamados de organizador prévio comparativo. (MOREIRA , 2013)

Porém, Ausubel não especifica o que são tais organizadores prévios, ou seja, eles podem ser utilizados em formato de imagens, analogias, trabalhos em grupo, simulações entre outras diversas opções. Cabe ainda ressaltar que um organizador prévio que serve para um aluno poderá não ter o mesmo impacto positivo em outro, visto que uma das partes cruciais de seu funcionamento é baseado no conhecimento que o aluno já possui.

Desta maneira, a aferição dos subsunçores necessários para a proposta deste trabalho poderá ser realizada através de questionários prévios sobre conceitos fundamentais de mecânica. De maneira semelhante, os materiais potencialmente significativos devem ser aqueles descritos na seção 5.1, onde o professor disponibilizará materiais para que seus alunos definam e estudem a situação-problema que devem solucionar.

## 4 A pesquisa

O ponto inicial da pesquisa foi a determinação do tema e, como exposto na seção 2, optamos pela modelagem científica no ensino de mecânica. Assim, iniciei a pesquisa, através de uma revisão sistemática da literatura, selecionando periódicos classificados no sistema *Qualis* Capes em A1 ou A2. Após isso, realizei uma pesquisa através do motor de busca de cada periódico selecionado com as palavras-chave: “Modelagem” e “Modelagem científica", e através da leitura do título, resumo e palavras-chave dos artigos encontrados, selecionei o *Corpus* de análise para leitura que pode ser encontrado na tabela 1.

**Tabela 1:** Artigos selecionados para a realização da pesquisa

| Título | Autores | Periódico | Ano |
|---|---|---|---|
| Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no Ensino de Física | Vagner Oliveira, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit | Revista Brasileira de Ensino de Física | 2020 |
| Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física | Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit | Caderno Brasileiro de Ensino de Física | 2012 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o<br><br>processo de modelagem científica no ensino de Física | Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit | Caderno Brasileiro de Ensino de Física | 2015 |
| Modelagem matemática na sala de aula: Uma abordagem interdisciplinar no ensino de Física | Maria Rosana Soares | Dynamis | 2016 |
| Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de física | Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit | Revista brasileira de ensino de ciências e tecnologia | 2017 |

## 5. Uma proposta de solução

Após a leitura dos trabalhos encontrados a, percebi que a modelagem científica versa de maneira consonante com a resolução de problemas abertos no ensino de Física, como explicitarei a seguir; porém, cabe ressaltar que Oliveira, Araújo e Veit (2020) explicam que a resolução de problemas sempre esteve muito presente no ensino-aprendizagem de Fìsica de maneira extremamente fechada e focada na utilização da matemática para tal. Assim sendo, as subseções a seguir serão distribuídas e organizadas de maneira a orientarem a utilização da modelagem científica no ensino de Física a fim de trazer à luz maneiras de aplicarmos tal metodologia nas aulas da educação básica exemplificando e contextualizando os exemplos no ensino do conceito de torque. A síntese a seguir é amparada e adaptada essencialmente do trabalho de Oliveira, Araújo e Veit (2020)

### 5.1 Definição da situação-problema

Toda atividade baseada na utilização de modelagem científica deve se iniciar com a definição de uma situação-problema que se deseja resolver e modelar a partir de conceitos físicos estudados. Esta etapa pode ser dividida em dois momentos, no primeiro deles os alunos devem compreender o problema a partir da explicação de conceitos fundamentais que virão a ser

utilizados na resolução do mesmo, e após isso, eles deverão representar tais entes do mundo real que possuem importância para a resolução do problema de maneira idealizada.

**Exemplo**:

Transpondo as definições acima esclarecidas para o estudo do torque, uma situação-problema que possa vir a motivar e engajar os estudantes é o funcionamento da bicicleta e como se dão as trocas de marchas nas suas catracas Para isso pode ser apresentado um vídeo de um campeonato de ciclismo em conjunto com um curto texto da importância histórica das bicicletas na sociedade. então, o professor com o auxílio de algumas questões norteadoras deve estabelecer com os alunos as variáveis presentes no problema, como por exemplo:

a) Qual o movimento descrito pela bicicleta em movimento? e qual a importância da catraca nesse movimento?
b) Para estudarmos esse movimento, quais características devem ser estudadas? Por exemplo:

   i) O material da bicicleta interfere no seu movimento?

   ii) O tipo de terreno no qual ele se move possui alguma importância?

   iii) O peso e estatura do ciclista interferem de que maneira no movimento?

### 5.2 Elaboração de uma estratégia de solução

Nesta etapa, os alunos organizam seus pensamentos iniciais de maneira a encaixá-los entre si a fim de formar um primeiro modelo conceitual simplificado de como eles conseguirão resolver a situação-problema. Para isso, pode-se recorrer a estimativas de grandezas físicas aplicadas a diferentes idealizações, sendo o papel do professor auxiliar os alunos a traçar este caminho através de questionamentos que instiguem os alunos a pensar criticamente.

**Exemplo:**

O professor questiona aos alunos:

a) Quais estratégias e o caminho de solução vocês pretendem utilizar?

b) Vocês já reconhecem a(s) equação(ões) física(s) que melhor se encaixará(ão) na descrição matemática do problema?

### 5.3 implementação das estratégias

Nesta etapa o aluno testa suas estratégias de solução proposta na etapa anterior. Para isso ele deve articular o modelo que foi pensado com a linguagem matemática necessária para a resolução do

mesmo, e se necessário, ele poderá fazer testes empíricos, quando possível, para coleta de informações, testes do modelo e reformulações do modelo.

**Exemplo:**

Aqui, após os alunos terem criado o modelo conceitual inicial para a resolução do problema, o professor poderia disponibilizar uma bicicleta para os alunos estudarem seu movimento através da coleta de dados com filmagens em seus celulares e testarem se suas hipóteses se alinham com o funcionamento real da catraca da bicicleta, algumas questões que podem ser utilizadas nesta etapa seriam:

a) Transformem o modelo construído em linguagem matemática, explicitando seus cálculos.

b) Estão utilizando aproximações matemáticas?

c) Vocês veem necessidade de construir algum arranjo experimental para evoluir na resolução do problema?

### 5.4 Avaliação e reformulação do modelo

Nesta etapa, os alunos deverão avaliar se seus modelos foram suficientes para solucionar o problema inicial proposto. Assim, pode ser necessária uma nova formulação de ideias que faça os alunos voltarem para a segunda etapa, porém isso é necessário para a compreensão do fazer científico e é um ponto essencial para a evolução metacognitiva dos estudantes. Além disso, esta etapa prevê que o aluno, quando possuir seu modelo corroborado com as experimentações físicas, expanda o domínio de validade do mesmo para situações diferentes da proposta inicialmente e teste se em outras situações o mesmo modelo continua válido.

**Exemplo:**

O professor deve questionar aos alunos se após chegarem a um resultado para o problema, eles diriam que essa resposta é coerente com a realidade, ou ainda se não existe alguma discrepância entre o resultado, o evento físico, e o caminho de solução adotado. Após isso, ele poderia questionar se quando acrescentados outros elementos da realidade o modelo será válido, por exemplo:

a) Quando a bicicleta se desloca em um solo inclinado, seu movimento pode ser expresso pela mesma equação?

b) Quando diminuímos ou aumentamos o tamanho da catraca ou da coroa da bicicleta seu movimento pode ser descrito pelo mesmo modelo?

### 5.5 Exposição e discussão dos resultados

Esta etapa possui sua importância estritamente relacionada com o desenvolvimento das capacidades argumentativas dos estudantes. Para isso, o professor solicitará que os grupos apresentem de maneira detalhada o processo e o caminho que seguiram para a resolução da situação-problema, pois, por se tratar de um problema aberto, as problemáticas investigadas podem possuir diversas maneira de serem resolvidas. Após a exposição do procedimento adotado pelo grupo, é realizada uma discussão com todos os alunos presentes a fim de engrandecer o trabalho realizado com sugestões que podem se tornar futuros desdobramentos do trabalho.

**Exemplo:**

É interessante, ainda, colocar o aluno como avaliador do próprio procedimento de aprendizagem desenvolvido conjuntamente com a preparação do trabalho. Para isso podem ser utilizadas questões norteadoras como por exemplo:

a) Após todos os procedimentos já realizados, o grupo entende que os resultados estão de acordo com as previsões do modelo adotado?

b) Embasados nas apresentações e procedimentos adotados pelos colegas, para chegarem a uma resposta para o problema, acreditam que alterando algum elemento do modelo construído por vocês, seriam capazes de atingir resultados com maior grau de precisão? Se sim, qual(is) elemento(s)? E ainda, como pretendem implementar tal modificação?

## 6 Considerações finais

A fim de ajudar um professor da educação básica com uma atividade que ele deseja aplicar em suas turmas, no presente trabalho me propus a estudar e pensar uma maneira de enfrentar o atual e tão estabelecido método de ensino de Fìsica baseado na tradicional resolução de exercícios. Para isso realizei uma revisão da literatura onde busquei encontrar subsídios para a aplicação de atividades de modelagem científica. Assim sendo, creio que o resultado aqui presente pode ser de grande ajuda para o professor a quem me voluntariei para essa tarefa, e para mim mesmo, de maneira com que pude desenvolver minhas habilidades e meus conhecimentos de pesquisa acadêmica, escrita e formulação de projetos que antes não o havia feito.

## Referências

HEIDEMANN, L. A. ; ARAUJO, I. S. ; VEIT, E. A. Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 965-1007, 2012.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S. ; VEIT, E. A. Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física. **CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA**, v. 33, p. 3, 2016.

HEIDEMANN, L. A. ; ARAUJO, I. S. ; VEIT, E. A. Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de física. **REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, v. 10, p. 379-405, 2017.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da aprendizagem significativa.** Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. 2° Edição, Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, M. A. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Vol. 24, N. 6, 2013

OLIVEIRA, V. ; ARAUJO, I. S. ; VEIT, E. A. Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42

SOARES, M. A. MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE FÍSICA. **Revista Dynamis**, v. 22, n. 2, p. 79-103, dez. 2016.

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO

MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PARA A PRÁTICA NA ESCOLA DA DISCIPLINA

PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

Você está sendo convidado para participar da atividade Prática na Escola, desenvolvida na disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do currículo obrigatório do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A atividade a ser desenvolvida pelo licenciando consiste na identificação, junto a professores da rede de escolas públicas do RS, de problemas diretamente relacionados ao ensino e aprendizagem de Física, cuja possibilidade de solução é de particular interesse do professor a ser entrevistado. Então, o licenciando buscará alternativas de encaminhamento para a solução do problema à luz da Pesquisa em Ensino de Física. Tal construção contará com a orientação da professora da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, Profa. Eliane Angela Veit. Ao final do semestre haverá uma exposição curta dos resultados, para a qual você já está sendo convidado. Também será elaborado um texto, que lhe será encaminhado. Sua participação se dará por meio de uma entrevista e eventuais esclarecimentos posteriores, se necessários.

A atividade será desenvolvida Naamã Lobosco Rodrigues Machado, estudante do curso de Licenciatura em Física.

Informamos que:

- sua participação é totalmente voluntária e sem nenhum benefício financeiro;
- as informações coletadas na atividade poderão ser divulgadas para fins acadêmicos, mas sua identidade será mantida de forma anônima;
- a pesquisa não oferece riscos aos participantes, a não ser eventualmente algum constrangimento pelas respostas fornecidas ou pelo comportamento frente a certas situações propostas;
- você poderá se recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que lhe seja feita;
- o áudio da entrevista concedida dentro da atividade será gravado, para uso na disciplina, sendo a sua identidade e a da escola preservadas;

- você poderá interromper seu consentimento ou interromper sua participação na atividade a qualquer momento, informando ao licenciando ou à Profa. Eliane Veit;
- este termo foi elaborado em duas vias, uma para você, participante, e outra para a professora responsável.

Uma proposta didática para inserção de relatividade no ensino médio via estudo da conservação da energia

*Pedro Machado Accorsi*

## 1. Introdução

Depois de 117 anos da publicação do artigo de Einstein sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento de 1905 e o nascimento da relatividade na Física, ela continua sendo um grande desafio para sua implementação no ensino médio. Apenas 2,21% dos artigos publicados nas principais revistas de educação em ciências e ensino de física no período de 2005 a 2009 se relacionaram à teoria da relatividade, sendo esta carência de trabalhos a nossa maior dificuldade para elaborar um planejamento didático. Propomos aqui, a partir do livro e o mundo da matéria da professora Fabiana Botelho Kneubil, uma proposta de implementação para o ensino médio. Acreditamos que as discussões presentes no livro da professora Fabiana podem despertar a curiosidade nos alunos, pois trabalha com conceitos do dia a dia analisando-os de um ponto de vista muito interessante.

Então, tendo em vista as necessidades da professora entrevistada com base nas respostas, desenvolvemos uma proposta baseada em problematizações presentes na obra da professora Fabiana. Nossa ideia não é apontar todos os caminhos, a ideia é abrir espaço para a imaginação da professora em discutir pontos deste livro. Entretanto, vamos salientar aspectos que acreditamos serem muito importantes, dado o tempo que temos para discutir essa teoria. Os pontos que vamos salientar aqui podem despertar a curiosidade por parte dos alunos e propiciar à professora um ponto de partida para que ela consiga implementar noções dessa teoria no ensino médio.

## 2. Dando voz à professora

A parte fundamental deste trabalho foi uma entrevista realizada com uma professora da rede estadual, que atua na capital do Rio Grande do Sul. Essa escola oferece ensino infantil, ensino fundamental e ensino médio para 946 estudantes.

A entrevista foi realizada presencialmente e teve seu áudio gravado mediante a autorização e assinatura da professora no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, constante do Apêndice A. Durante toda a entrevista a professora foi atenciosa e falante, demonstrando estar tranquila em

sua participação, dando inúmeras informações importantes sobre sua trajetória profissional. A entrevista teve duração de 24 minutos. As perguntas formuladas constam no Apêndice B. Em resposta à pergunta "Por que a física e por que a docência?", ela responde:

> *"Eu gostava muito de estudar física no ensino médio [...]Não tinha pensado em ser uma professora de física[...] por isso quando fui fazer minha escolha profissional, decidi cursar física[...]A licenciatura veio ao longo do curso[...] naquela época eu tinha que conciliar a faculdade com o trabalho, e tinha noção, que o bacharelado em física fosse exigir uma presença maior de mim dentro da faculdade[...] Ser uma pesquisadora nunca foi algo de meu interesse[...] Mas trabalhar com pessoas[...] A minha mãe é professora, então eu enxergava aquela movimentação dentro de casa[...] e eu achei por ali eu ia me encontrar melhor.*

Quando questionada sobre a matéria que seria mais difícil de se implementar no ensino médio a relatividade surgiu como um conteúdo desafiador, dizendo ela:

> *[...] fica difícil trabalhar com um conteúdo que tu não entendes muito bem [...]e para trabalhar com os alunos eu me sinto insegura[...]*

A professora deixou muito claro que ela está aberta a possibilidades de inserção e relata que nunca viu um professor de física de ensino médio lecionar relatividade. Ela entende que, por mais complexo que seja, chama a atenção de muitos alunos e que, cada vez mais no nosso cotidiano, vemos em filmes, séries, ou desenhos, tanto a mecânica quântica quanto relatividade serem abordadas de alguma maneira. A partir disso, fizemos uma busca na literatura tendo como norte o sentimento da professora.

## 3. Estudos anteriores

Tabela 1: Artigos selecionados para leitura

| *Artigo* | *Título* | *Autores* | *Periódico* | *Ano* |
|---|---|---|---|---|
| *1* | *Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-* | *Fernanda Ostermann Trieste F. Ricci* | *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* | *2004* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *energia em livros didáticos de física* | | | |
| *2* | *A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa.* | *Wagner T. Jardim, Victor J. Vasquez Otoya, Cristiane Garcia S. Oliveira* | *Revista Brasileira de Ensino de Física* | *2015* |

A partir da leitura do livro e o mundo da matéria e dos artigos presentes na Tabela 1, desenvolvemos uma proposta para implementação de relatividade com base nas discussões presentes no livro da professora Fabiana Botelho.

## 4. Embasamento Teórico

Observando a fala da professora na entrevista, ficou clara a escolha pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Essa 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, em que ocorre apenas a memorização da informação (MOREIRA, 2006).

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 seja ancorada de forma não arbitrária 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. O livro da professora Fabiana tem grande chance de ser um material significativo para grande parte das pessoas, pois a linguagem utilizada é simples, e ela se vale de analogias compreensíveis por

adolescentes, por exemplo, quando se refere à energia de ligação entre os átomos no caso do hidrogênio no capítulo 6. Sabemos que  energia de ligação é igual à energia cinética mais a potencial, entretanto ela se refere a uma "espécie de cola que deixa tudo grudado!" Como podemos ver na figura 1 as partes do átomo de hidrogênio, A "nuvenzinha" é a tal cola

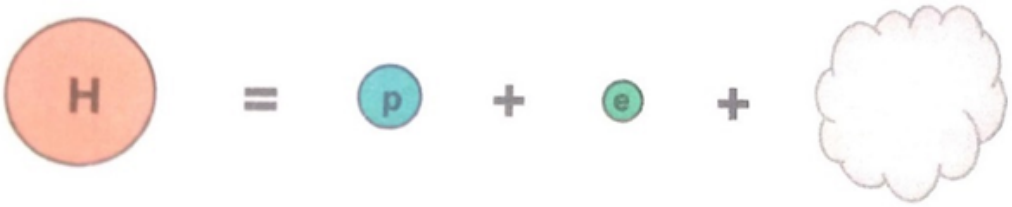



Figura 6.4: *Visão do hidrogênio*

*Figura 1: (Fonte: KNEUBIL, 2022, p. 58)*

**5. Ensaio de uma de alternativa de solução**

Geralmente a relação  é vista por muitas pessoas como uma simples fórmula onde substituímos a massa e a velocidade da luz por determinados valores e o resultado que obtemos é a energia. Do ponto de vista físico, isso não leva em conta as belas conclusões e significados que essa simples relação expressa. O livro da professora Fabiana vai ao encontro desse significado e explora as consequências dessa relação em entes materiais existentes na natureza, numa ordem de escala decrescente, isto é, analisa tanto a matéria em nível macroscópico quanto em nível microscópico, e desenvolve de maneira didática tais aspectos, relacionando-os com conservação da energia. O livro conta com diversas problematizações que poderiam ser discutidas em sala de aula de nível médio. Vamos dar alguns exemplos que aparecem ao longo desta obra. O primeiro surge no capítulo dois: Matéria: o todo e as partes. Quando vamos cortar um pedaço de carne poderíamos pensar: as partes são iguais ao todo? Ou seja, a massa dos pedaços é igual à massa da carne inteira antes de ser fatiada? Nossa intuição nos diz que sim, entretanto a relatividade vai nos dizer que existe uma diferença significativa entre o todo e as partes e que só é perceptível no mundo microscópico. O desenvolvimento é didático contém ilustrações como podemos ver na Figura 2.

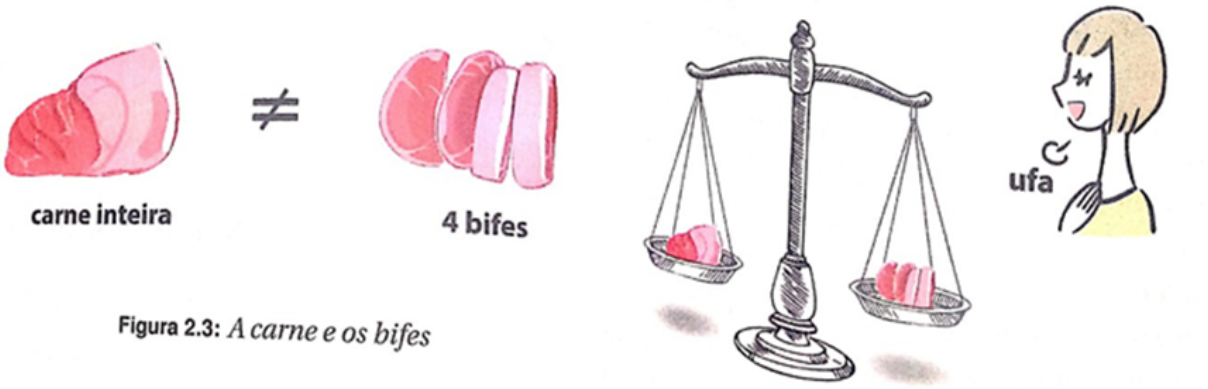



Figura 2.3: *A carne e os bifes*

***Figura 2**: Ilustração presente no capítulo 2. (Fonte: KNEUBIL, 2022, p. 22):*

Outro aspecto que também pode ser problematizado em sala de aula é a transformação da energia em massa, e essa discussão está presente no capítulo 6: O peso da energia. Como podemos ver na figura 3, um sistema massa-mola adquire um aumento do peso total do sistema pelo fato de estar tensionado em relação a outro que não está, isto é, a variação da energia potencial implica em uma variação da massa,  quanto maior for a compressão, maior será o aumento da massa do sistema. Vale ressaltar que esse aumento é quase imperceptível pois a energia potencial elástica do sistema é dividida por  que é muito grande.

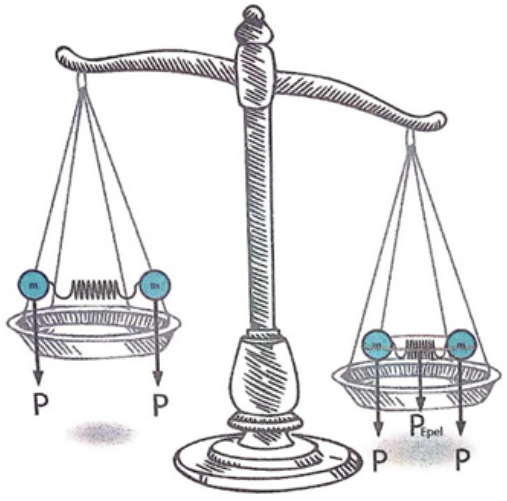



Figura 6.9: *O peso da energia potencial elástica*

***Figura 3**: Imagem retirada do capítulo 6. (Fonte: (KNEUBIL, 2022, p. 71)).*

Vale salientar que o livro faz uma discussão muito interessante quando faz a abordagem das escalas atômicas, podendo ser utilizado, por exemplo, em uma aula sobre radioatividade. A discussão não pára por aí pois o conceito de inércia já estava sendo revisto antes da relatividade. Trabalhos envolvendo a radiação eletromagnética de uma onda mostravam que mesmo o fóton desprovido de massa tinha momentum associado à sua energia. Antes da relatividade o conceito de inércia e atração gravitacional eram associados somente à massa. Depois dos trabalhos de Einstein sobre relatividade, a noção de inércia foi associada à da energia de um corpo (KNEUBIL, 2022, p. 82) e isso promoveu rupturas conceituais na física como podemos ver na figura 4. A primeira ruptura conceitual (1905), causada pela relatividade restrita, associa a inércia à energia, mas mantém a atração gravitacional associada à massa. A relatividade geral acaba associando esses dois conceitos à energia, o que causa a segunda e grande ruptura conceitual na Física (1915).

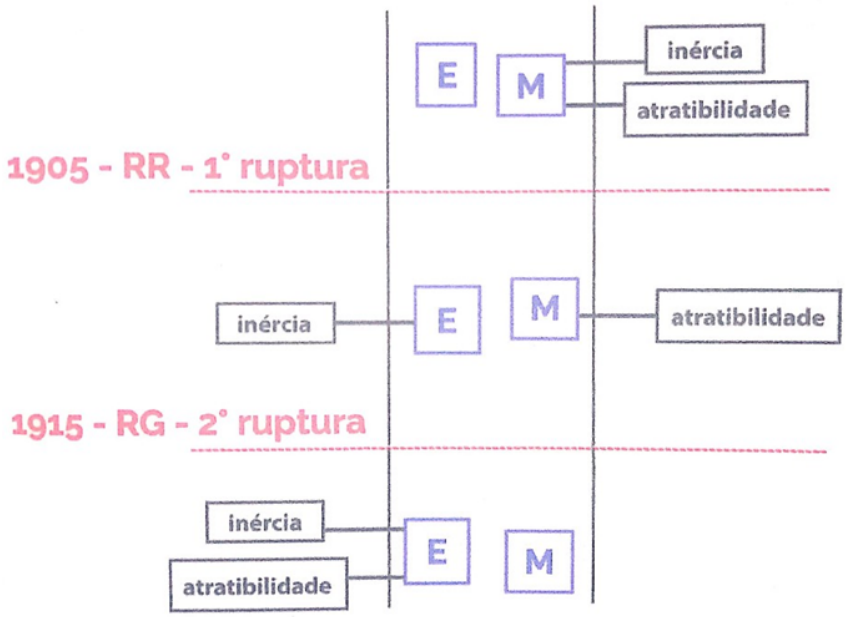



Figura 7.5: *Rupturas da Relatividade Restrita e da Geral*

***Figura 4**: Retirada do capítulo 7: Facetas do (Fonte: Kneubil, 2022, p.83)*

## 5.1 A discussão de massa relativística e massa de repouso

O tema da massa de repouso e da massa relativística aparece em muitos livros didáticos e geralmente aparecem por meio de uma equação, que advém da expressão do momentum relativístico (OSTERMANN, RICCI, 2004), e é dada por:

$$m_r = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \qquad (1)$$

JARDIM, OTOYA, GARCIA, OLIVEIRA (2015) relatam uma discussão entre Einstein e Lincoln Barnett por volta de 1948:

> *"Não é bom introduzir o conceito de massa de um corpo em movimento, pois não é uma definição clara.* ***E melhor não introduzir outro conceito de massa, senão o de "massa de repouso". Ao invés de introduzir (massa relativística), é melhor mencionar a expressão para o momento e energia de um corpo em movimento"****. [17, p.12]. Traduzido do inglês pelo autor. (grifo nosso)*

Então, podemos ver que até Einstein não aconselha a utilizar a massa relativística como uma interpretação física. Ainda vale salientar que JARDIM, OTOYA, GARCIA, OLIVEIRA, (2015) citam o trabalho de Taylor e Wheeler:

> *"O fato de um objeto não se mover mais rápido do que a velocidade luz algumas vezes é "explicado" admitindo-se que a "massa da partícula aumenta com a velocidade." Essa interpretação pode ser aplicada consistentemente, mas, o que isso significaria na prática? Alguém se movimentando juntamente com uma pedra que se move rapidamente não detecta um maior número de átomos nessa pedra, nem qualquer mudança nos átomos individuais, nem na energia de ligação entre seus átomos. Nosso ponto de vista, neste livro,* ***é que a massa é um invariante****[...] na relatividade, invariantes são diamantes.* ***Não jogue fora diamantes!*** *(Traduzido do inglês pelo autor) [19, p. 13]" (grifo nosso)*

O fato da massa ser um invariante perante uma mudança de referencial não aparece somente nos trabalhos de Taylor e Wheeler, mas também no livro  e o mundo da matéria de KNEUBIL (2022, p. 84 e 85) onde a autora comenta, indiretamente, que a (1) mantém a visão tradicional da inércia **atribuída somente à massa de um corpo.**

Na teoria da relatividade restrita, a energia  de uma partícula de massa depende da sua velocidade. Quando em repouso, essa energia é dada por:

$$E(0) = E_0 = mc^2. \qquad (2)$$

Já para uma partícula livre e com velocidade , a teoria afirma que a sua energia é descrita pela equação:

$$E(v) = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (3)$$

A Eq. (3) incorpora as energias de repouso e cinética da partícula e para explicitá-las, escrevemos:

$$E(v) = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = mc^2 + E_{cinética}. \quad (4)$$

Isolando $E_{cinética}$ temos:

$$E_{cinética}(v) = mc^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right). \quad (5)$$

Esse termo é associado à energia cinética pois depende da velocidade e tende a zero quando $v = 0$. A associação fica ainda mais clara quando consideramos velocidades muito menores que a da luz, $\frac{v^2}{c^2} \ll 1$, valendo a igualdade aproximada em expansão em série de Taylor:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cong 1 + \frac{v^2}{2c^2}. \quad (6)$$

A autora conclui o seguinte:

> *"[...]Deste modo, para baixas velocidades , termo já conhecido da mecânica clássica. Ao escrevermos , deixamos evidente que um aumento na velocidade da partícula provoca um*

> *aumento na energia cinética, já que a energia associada à massa e energia permanece sempre constante.* ***Aqui se torna clara a distinção ontológica entre massa e energia, pois energia depende da velocidade e a massa não. No âmbito da relatividade restrita, a energia depende do referencial e a massa não, ela é um invariante****, o que também diferencia as duas do ponto de vista matemático[...] (KNEUBIL, p. 86, grifo nosso, 2022)"*

Ou seja, Ostermann, Ricci (2004), Jardim, Otoya, Garcia, Oliveira (2015), e Kneubil, (2022) propõem que o aumento da inércia esteja associado a um aumento da energia relativística do corpo (4), o que ela estabelece é uma equivalência inercial entre massa e energia **e não matéria e energia.** A lei de Lavoisier deixa de ser uma lei, para relatividade e para o mundo atômico onde os processos relativísticos são muito mais evidentes (KNEUBIL, 2022, p .38). Logo a discussão principal que devemos ter com os alunos é de que a energia se conserva, a massa não! E isso não deve ser interpretado como o acréscimo ou decréscimo de matéria ao sistema com o aumento, ou diminuição da energia, mas sim que este processo esteja diretamente associado a inércia do corpo.

## 6. Conclusão

Sabemos que a relatividade é um tema extremamente complicado de se entender, principalmente para os anos iniciais de formação, mas também sabemos que de certa forma é um tema que gera muito interesse nos alunos, como muito bem relatado em nossa entrevista com a professora. Acreditamos que esse trabalho possa ajudá-la, dado o seu entusiasmo na entrevista em querer colocar essa teoria fantástica no ensino médio. Tentamos aqui explorar algumas problematizações que a professora poderia fazer e que vão ao encontro de nosso referencial teórico e que tem como base o livro da professora Fabiana. Entretanto, a sua obra está repleta de situações muito interessantes, e ao nosso ver, explorar todos esses pontos nesse trabalho não seria possível. Apesar do tempo ser curto, o livro da autora pode tornar isso possível, ele é acessível para todos os alunos, e a professora pode discutir esses pontos em duas ou três aulas. Acreditamos que essa proposta possa contemplar grande parte do que nos foi relatado pela professora durante a entrevista:

> *[...] e foi tão bonito aquele trabalho, a maneira como ela elaborou, utilizando um vocabulário que estava no nível de compreensão dos outros alunos.* ***E aí aquilo me deu o estalo eu tenho que saber trabalhar com esse conteúdo. Por que eu vejo que eles vêm em filmes, em séries, e isso e de certa maneira desperta o interesse neles.*** *(grifo nosso)*

Então, estamos muito esperançosos de que este trabalho possa servir como ponto de partida para que finalmente, depois de 117 anos da publicação do artigo de Einstein sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento de 1905 e o nascimento da relatividade na Física, ela possa ser implementada nos anos iniciais da formação Por fim, guiamos esse trabalho principalmente pelo sentimento da professora durante a entrevista e a obra da professora Fabiana. Ficamos na torcida!

**Referências**


Fabiana Botelho Kneubil **E=mc$^2$ e o mundo da matéria.** -São Paulo, Sp. Livraria da Física, 2022.

JARDIM, OTOYA, GARCIA, OLIVEIRA. (2015) **A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa.**

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. l11p, 2006.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, 1(2), 43-63, 2011.

Ostermann, F., & Ricci, T. (2004). **Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 21(1), 83–102.

RODRIGUES, SAUERWEIN, SAUERWEIN (2015) **Uma proposta de inserção da teoria da relatividade restrita no Ensino Médio via estudo do GPS**

## APÊNDICE A - ENTREVISTA COM A PROFESSORA

Nossas intervenções aparecem em negrito

**2) Existe algum conteúdo na área da física que tu achas difícil implementar qual E por quê?**

[...] trabalhar relatividade com os alunos eu me sinto insegura[...] **é por causa da matemática?** não sei se é por causa da matemática, a própria teoria assim não sei[...] a questão de aplicação, **parece um pouco abstrato?** exatamente parece muito[...] então eu tenho dificuldade, já fui a encontros de formação de física lá no instituto já vi gente propondo coisas assim, já procurei estudar, mas para trabalhar com os alunos eu tenho dificuldade.

**3) Qual é o tipo de estratégia que tu tentaste implementar para abordar esse conteúdo, qual os recursos didáticos tecnológicos que tu pensaste mesmo que tu não tenhas conseguido implementar pensaste em alguma coisa?**

Eu tentei vídeos que abordassem esse assunto[...] já tentei também pegar artigos que eu achava que era mais acessível para os alunos, para eles compreenderem melhor. E na forma de seminários, uma vez eu propus para eles que realizassem uma pesquisa, e tu sabes que uma das alunas se apaixonou porque já era interessada por Einstein, e ela fez um trabalho que inclusive foi apresentado no tubinho depois[...] e foi tão bonito aquele trabalho, a maneira como ela elaborou, utilizando um vocabulário que estava no nível de compreensão dos outros alunos. E aí aquilo me deu o estalo eu tenho que saber trabalhar com esse conteúdo. Por que eu vejo que eles têm muito interesse[...] eles vêm em filmes, em séries, e isso e de certa maneira desperta o interesse neles.

**4) Em qual série e qual o ano que tu gostarias de implementar esse conteúdo?**

[...] no terceiro ano do médio[...]

**5) já teve contato com artigos científicos que poderiam te ajudar a implementar esse tema?**

eu já vi alguma coisa no grupo de reelaboração de ensino de física da universidade de São Paulo[...]eu já fui a no Instituto de Física da UFRGS, teve um aluno que deu algumas sugestões de como abordar esse assunto. Então nesse sentido **eu nunca vi um professor de física trabalhar com isso nível de ensino médio** Sempre foi muito uma coisa de estudo de faculdade, de alunos

que foram na universidade desenvolvendo algum trabalho. Até conversando com colegas que atuam na área de física eu nunca vi esse tema ser trabalhado.

**6) Sobre os materiais didáticos especialmente os livros que tem no colégio, tinham algumas informações úteis? sobre que tu achaste que poderia acrescentar ao teu trabalho?**

Não olhei respeito, mas eles têm hoje em dia[...] eu vou te dizer, eu estudo com as coisas que eu tenho mais segurança, por exemplo eu trabalho com a questão da dualidade onda do partícula, com a questão do efeito fotoelétrico, radioatividade isso é uma coisa que eu eu gosto de trabalhar, até por exemplo, a parte Histórica, para a gente os alunos perceberem que a física clássica que a gente estuda não conseguiu explicar todas as questões. Então as questões que ela não conseguiu explicar, a mecânica quântica conseguiu [...] essa parte de atividade eu vou te dizer, como eu tenho bloqueio, tem lá, eu tenho certeza que tem lá, nos livros, mas eu nunca me aprofundei.

**7) O tipo de linguagem que o livro usa, na tua experiência tu acha que favorece o aluno? por exemplo se ele quisesse pegar o livro para aprender sozinho conteúdo ele conseguiria?**

Sozinha eu acho que não[...] eles não conseguiriam aprender, essa que eu te disse que uso seminário que era com temas diferentes, e o que ela fez não foi exclusivamente tirado do livro didático, eles buscam muita coisa na internet, em vídeos de pessoas explicando aquele tema ali, então eu acho que não é muito acessível para eles, até podemos olhar alguma coisa ali[...]antes nós tínhamos livros que eram só de física então agora parece que deram um nó na minha cabeça, porque os livros agora são com física, química e biologia, então eu não entendo muito a lógica[...] eu achei que eles iam colocar uma coisa relacionado ao assunto de física que tem a ver com biologia entendeste? **Humm...** Mas não aparece, tá tudo misturado[...]eles colocaram lá um projeto interdisciplinar, mas é uma coisa assim[...] colocada lá no meio, e não tem muito sentido[...]

**8) Já teve contato com alguma teoria da aprendizagem se sim, ela foi eficiente em alguma aula?**

Teoria de Aprendizagem está dizendo? [...] **É**... já tive sim[...] eu vou te dizer, sempre quando a gente tá fazendo alguma coisa, hoje principalmente utilizando essas teorias, tu tens que ensinar de uma forma que tenha significado para eles. Algumas matérias eu sinto mais facilidade de encontrar exemplos, outras nem tanto, então por exemplo, a gente está trabalhando eletricidade é uma

matéria que eu sempre gostei, a parte do circuito elétrico e de potência elétrica, essa parte de energia, tem uma parte significativa que fica fácil da gente trabalhar[...] então essa parte que dá o significado para o que a gente tá estudando eu acho importante[...]

**9) Pode me falar um pouco da tua aula tens um estilo próprio de docência?**

é difícil se avaliar[...]umas aulas funcionam, outras eu sinto que não funciona[...] sentir que os alunos estão receptivos para aquilo que está sendo dando[...] as vezes um grupo de alunos não tá afim naquele momento, tu não consegues fazer um bom trabalho. Então o meu jeito de dar aula, eu acho importante assim saber quais as dificuldades que eles estão sentindo, por exemplo, eu gosto de conversar de não ficar assim no ensino tão assim: "ahh! não vou explicar, todo mundo tem que entender do mesmo jeito"[...] porque eu sei que não é assim, então procuro individualmente ver as dificuldades que eles têm isso é uma característica minha[...] de conversar[...] Olha tu tá entendendo?... Não tá entendendo?... eu tenho costume usar bastante o quadro sempre desenvolver o conteúdo gosto de dar exercícios, gosto que eles façam os exercícios, ou assistir um filme que possa tirar alguma coisa na aprendizagem deles.

É também entender como botar isso na tua vida prática, por exemplo, eu gosto muito dessa parte da questão energética e também da sustentabilidade a importância da ciência no cuidado do meio ambiente[...] as atitudes que a gente deve tomar quanto a isso[...] acho interessante a parte experimental, então quando surge a oportunidade sempre faço alguns experimentos[...] muitas vezes se nós vamos propor um experimento, nós temos que bancar esse experimento dentro do nosso próprio recurso financeiro[...] isso acaba atrapalhando sabe[...] e às vezes meio que isso aí desestimula a gente assim, não tem um ambiente[...] hoje nenhuma das escolas que eu trabalho tem laboratório, fica difícil em sala de aula pegar fazer um determinado experimento ir no banheiro pegar água trazer para sala de aula então algumas coisas a gente meio que cansa mesmo entende?

**Sim eu sei completamente da realidade[...] então era isso eu não queria tomar muito tempo da senhora muito obrigado por responder todas as perguntas a gente fica por aqui[...] certo obrigado professora.**

# Energia no Primeiro Ano do Ensino Médio: Uma Proposta para tornar significativo e contextualizado o aprendizado de energia

*William Centenaro Batista*

## 1. Introdução

Este trabalho faz parte da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e tem o objetivo de prestar suporte a um professor de Física da educação básica em relação a alguma problemática, relacionada ao Ensino de Física, a qual o mesmo tem particular interesse de obter possíveis soluções ou alternativas de abordagem. Com essa finalidade, realizou-se uma entrevista semiestruturada com um docente para elucidar tal problemática e conhecer um pouco mais o próprio professor. Em seguida, fez-se uma busca na literatura especializada em Ensino de Física por artigos que pudessem auxiliar na construção de uma alternativa de abordagem para a problemática exposta durante a entrevista.

O professor entrevistado relatou sua dificuldade em contextualizar e tornar significativo o aprendizado da Física para os alunos. Em conversa posterior à entrevista, tendo o intuito de tornar menos genérico o objeto de pesquisa, perguntei a ele se haveria possibilidade de escolhermos alguma série do ensino médio e algum tópico em específico para focar os esforços da pesquisa realizada. O docente concordou e relatou seu interesse em trabalhar energia e energia mecânica com os primeiros anos do ensino médio.

Após a busca na literatura, construiu-se uma proposta de utilização de simulação computacional de conservação de energia mecânica, desenvolvida pelo projeto PhET da Universidade do Colorado, aliada à Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

## 2. Dando voz ao professor

A literatura especializada em Ensino de Física aponta que grande parte do que se produz nas universidades brasileiras voltada à sala de aula dificilmente dialoga de forma eficiente com as demandas do professor da educação básica (REZENDE; OSTERMANN, 2005). Diante desse cenário, este trabalho visa aproximar o que se produz academicamente na área de Ensino de Física do professor de Física da educação básica, o qual, em geral, tem demasiadas tarefas e não possui tempo para poder diversificar e repensar sua prática docente.

Em busca de uma aproximação mais assertiva, realizou-se uma entrevista semiestruturada, cuja transcrição está no Apêndice A, via *Google Meet*, no dia 23 de julho de 2022, com o professor que aceitou participar da pesquisa. Antes da entrevista, o professor concordou com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que consta no Apêndice B. A entrevista teve como objetivo

coletar informações sobre o perfil do docente, seu contexto escolar, seu repertório de metodologias didáticas, quais dificuldades enfrenta em seu cotidiano escolar e seus tópicos de interesse no ensino de Física.

O professor entrevistado possui graduação em Licenciatura em Física na UFRGS, concluída em 2005, e desde então tem atuado como professor de Física no ensino médio, variando entre escolas privadas e públicas. A escola em que o docente trabalha atualmente se localiza no bairro Centro Histórico de Porto Alegre e pertence à rede estadual de ensino, sendo uma escola que fornece o ensino médio regular e também cursos técnicos.

Com relação ao seu repertório de metodologias didáticas e sua prática docente atual, o docente expôs que usa aula tradicionais, em geral, e, sempre que possível, insere experimentos. Nas palavras dele:

*[...] Diversos alunos da minha escola, no início do ano, me disseram que eles gostam e sentem falta de aula utilizando o quadro branco. [...] porque eles estão vindo de uma pós-pandemia e ficaram estudando sozinhos durante essa época. [...] Eles estavam querendo aulas mais tradicionais mesmo. Eu procuro fazer algumas demonstrações, mas não são todos conteúdos [...] que nem a parte de eletricidade e eletrostática que tem bastante experiências [...]*

E quando perguntado acerca de metodologia ativas no ensino, diz que já tentou utilizar algumas vezes, entretanto, ressalta que são metodologias que demandam muito tempo e há outros fatores impeditivos:

[...] Eu acho que essas metodologias ativas são muito válidas e realmente funcionam, entretanto, quando se tem alunos realmente interessados. O que eu noto no ensino médio é que há alunos de diversas áreas de conhecimento. Tem alunos que adoram Física e passariam a aula inteira falando sobre Física comigo numa boa, mas tem alunos que acham aquilo chato demais e estão mais preocupados no que está passando no Twitter agora, etc. Outros são mais voltados para áreas de humanas, então, quando eu preparo aula para o ensino médio, não que eu baixe o nível, na verdade, eu diminuo um pouco a intensidade da empolgação da parte da Física para que todos consigam acompanhar, desde o cara que adora ler sobre Física até aquele que não se interessa. [...]

Na busca por identificar uma problemática enfrentada pelo professor, a qual pudéssemos, amparados na literatura de Ensino de Física, buscar alternativas de contorno, identificou-se, a partir das falas do docente, o seguinte:

Em relação a dificuldade em Física, eu destacaria que muitas vezes os alunos não conseguem vincular o que eu estou passando em sala de aula [...] com o porquê de estudar aquilo. Eles não entendem o porquê estudar trigonometria, seno e cosseno, se eles não vão usar aquilo. [...] Então, como eu vou despertar isso em um aluno? Dizer para ele que isso não é para ele "usar" e sim para ele exercitar o cérebro. [...] Minha maior dificuldade é essa [...] como transformar uma aula de Física básica em algo, por exemplo, 'Eu vou ter que empurrar o carro do meu pai hoje de manhã e ele tá num plano inclinado, então vai ser mais difícil... ou vai ser mais fácil?' [...] Esse tipo de lógica, para trazer para a sala de aula e para o contexto deles... é nesse sentido que eu peco. [...]

Portanto, desta fala do professor, e com posterior aval do mesmo, pude definir a problemática da seguinte maneira: "Como trazer uma contextualização para que, de fato, faça sentido ao aluno aprender algum conteúdo". Entretanto, para que o tema de pesquisa deste trabalho não ficasse demasiadamente genérico, após a entrevista, em uma conversa presencial com o professor, perguntei a ele se haveria possibilidade escolhermos alguma série do ensino médio e algum tópico em específico para focar os esforços da pesquisa que realizaríamos. O docente concordou e relatou, então, seu interesse em trabalhar energia e energia mecânica com os primeiros anos do ensino médio.

## 3. Estudos anteriores

A partir da definição do interesse do professor pelo tópico de energia e energia mecânica, foi realizada uma busca na literatura especializada em Ensino de Física utilizando, primeiramente, os termos de busca "Energia Mecânica" AND "Ensino Médio", entretanto, pouquíssimos artigos apareceram. Assim, decidiu-se mudar os termos de busca para "Energia" AND "Ensino Médio" e, desta vez, houve um número significativo de artigos. Em ambas buscas, foram consultadas três revistas da área de Ensino de Física: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física e A Física na Escola (nesta última revista utilizou-se como termo de busca somente "Energia" porque seu o buscador eletrônico não aceita conectivos lógicos).

Após a segunda busca, foram encontrados vinte e sete artigos dos quais foram selecionados apenas oito, seguindo dois critérios de seleção em relação à proximidade com nosso objeto de pesquisa: primeiramente pelo título (sobrando doze dos vinte e sete iniciais) e posteriormente pela leitura dos resumos dos artigos, chegando, então, nos oito artigos supracitados.

Tendo a leitura integral/parcial destes oito artigos selecionados sido realizada, identificou-se pontos frutíferos para a proposta de solução à problemática levantada pelo professor em um artigo: "Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico" (CARDOSO; DICKMAN, 2012), o qual foi a fonte principal para a realização deste trabalho.

Tabela 1: Artigos selecionados.

| **Título** | **Autores** | **Periódico** | **Ano** |
|---|---|---|---|
| Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico | CARDOSO, Stenio Octávio de Oliveira; DICKMAN, Adriana Gomes. | Caderno Brasileiro de Ensino de Física | 2012 |
| Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física | TEIXEIRA, Jonny Nelson; MURAMATSU, Mikiya; ALVES, Luis Augusto. | Caderno Brasileiro de Ensino de Física | 2017 |
| Pesquisas sobre ensino de energia em periódicos nacionais e internacionais: desafios para educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) | RAMOS, Tiago Clarimundo; SOBRINHO, Marcos Fernandes; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. | Caderno Brasileiro de Ensino de Física | 2017 |
| História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio | MORAIS, Angelita; GUERRA, Andreia. | Revista Brasileira de Ensino de Física | 2013 |
| Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: autoaprendizagem guiada por aplicativo web | FERNANDEZ, João Vitor Martins et al | Revista Brasileira de Ensino de Física | 2021 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cidade do Átomo, um Software para o Debate Escolar sobre Energia Nuclear | EICHLER, Marcelo Leandro; JUNGES, Fernando; DEL PINO, Jose Claudio. | A Física na Escola | 2006 |
| Usando um LED como fonte de energia | ALVES, Esdras Garcia; SILVA, Andreza Fortini da. | A Física na Escola | 2008 |
| Atividades experimentais sobre conservação da energia mecânica | LENZ, Joege Alberto; FLORCZAK, Marcos Antonio. | A Física na Escola | 2012 |

## 4. Referencial teórico

O referencial teórico escolhido é a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel. Em sua teoria, o conceito central "é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo." (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 22). Desta forma, o processo primário para a aprendizagem de novos conceitos deve ser focalizado no mapeamento dos conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Efetuado esse mapeamento, os novos conhecimentos que se almeja aprender devem ser facilitados pelos conhecimentos prévios que sejam capazes de ancorá-los, os quais são denominados por Ausubel de "subsunçores" (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

A aprendizagem significativa está subordinada a duas condições essenciais: a primeira é a de que o material a ser utilizado no ensino deve ser potencialmente significativo e a segunda refere-se à necessidade do aluno ter uma predisposição em aprender significativamente, algo que está alheio ao professor (MOREIRA, 2013). Além disso, é importante ressaltar que "o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais." (MOREIRA, 2013, p. 8).

A proposta realizada neste trabalho sugere uma sequência de atividades constituídas de cinco etapas, as quais são pensadas de maneira a estarem de acordo com a teria ausubeliana. Na próxima seção a proposta será esclarecida.

## 5. Ensaio de proposta de solução

Os primeiros anos do século XXI foram marcados por um gigantesco aumento do acesso à internet, a computadores e a dispositivos móveis em nível global. A tecnologia, em todas suas formas, permeia a todos nós, sendo praticamente impossível estar alheio a ela atualmente. Com a educação não seria diferente.

Assim, as escolas tentam se adequar incorporando meios tecnológicos que possibilitem a aprendizagem por meio de metodologias contextualizadas com a sociedade moderna, utilizando, por exemplo, a internet e o computador como ferramentas de ensino para buscar um rendimento cognitivo superior dos estudantes. Nesse contexto, uma questão importante que surge é como utilizar essas tecnologias para promover o aprendizado. (CARDOSO; DICKMAN, 2012, p. 893).

Diante desta questão, Cardoso e Dickman (2012) propõem uma sequência de atividades que se utiliza de uma simulação computacional para o ensino do efeito fotoelétrico desenvolvida pelo projeto PhET da Universidade do Colorado, o qual possui diversas simulações computacionais voltadas para o ensino de ciência. Essa sequência de atividades, no entanto, não é pura e simplesmente a execução da simulação em aula, como algo a ser substitutivo das demais práticas pedagógicas. Ela está inserida de forma a subsidiar o aprendizado:

Entende-se que a simulação não deve ocupar todo o processo de ensino de Física, substituindo artifícios e materiais usados tradicionalmente por alunos e professores. A simulação computacional deve ser usada como ferramenta de ensino de maneira consciente e estruturada, fazendo parte das atividades dos alunos de forma constante, mas não exclusiva. Essa suposição é tão verdadeira que, para inserir a simulação computacional no estudo de um determinado conteúdo, por meio de um roteiro de atividades elaborado segundo a estrutura da teoria de Ausubel, foi necessário considerar a utilização de recursos como vídeos, textos, imagens, e questionários de avaliação. Dessa maneira, compreende-se que não se pode transformar o ensino de Física somente com o uso de informática, computadores e simulações computacionais, mas pode-se ampliar a oportunidade de ocorrer a construção do conhecimento em contextos que passem por processos informatizados, de vários conteúdos e disciplinas, principalmente a Física. (CARDOSO; DICKMAN, 2012, p. 896).

A sequência de atividades proposta por Cardoso e Dickman (2012) constitui-se em cinco etapas, as quais estão relacionadas à interpretação dos autores da proposta feita por Ausubel para como adquirimos conhecimento. Portanto, a utilização da simulação computacional deve sempre acompanhar a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Neste trabalho propõe-se utilizar as etapas do trabalho de Cardoso e Dickman (2012), cada qual com seus passos específicos, no entanto, adaptada a uma simulação computacional de

conservação de energia mecânica[11], também desenvolvida pelo projeto PhET da Universidade do Colorado. A Figura 1 ilustra um esquema com as cinco etapas (em verde claro) em consonância com a teoria de Ausubel. Os quadros verdes representam os pressupostos, os objetivos e os materiais usados em cada etapa.

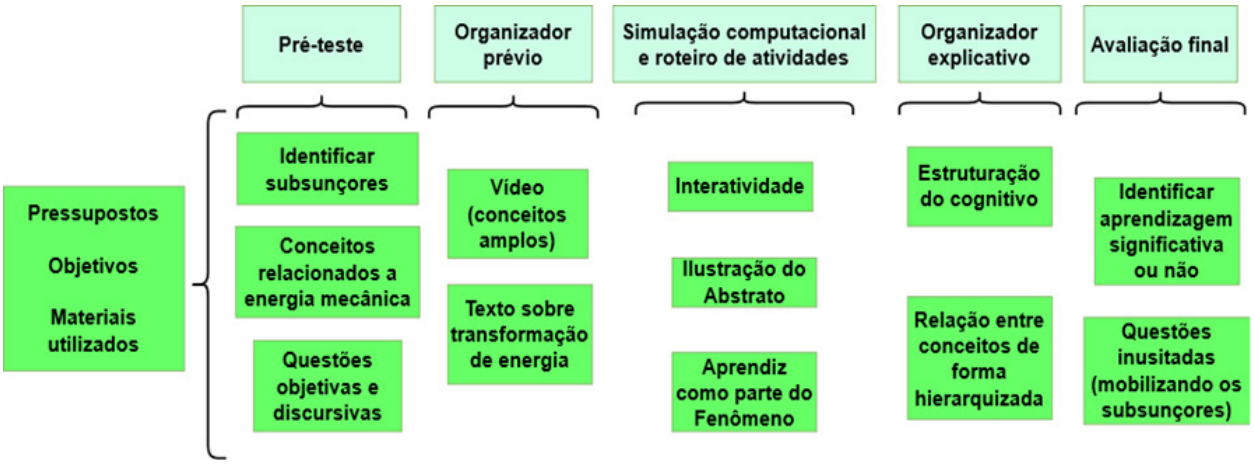



Figura 1 – Quadro explicativo das cinco etapas correspondentes à sequência de atividades relacionadas à conservação de energia mecânica. Fonte: adaptado de Cardoso e Dickman (2012).

A Figura 2 ilustra a simulação referente à conservação de energia mecânica, onde uma garota no *skate* pode ser posta com o *mouse* em qualquer altura da pista de *skate*: desta forma, adquirindo energia potencial gravitacional. Logo, se o atrito da pista é "desligado", há conservação de energia mecânica e diversas possibilidades podem ser exploradas, até mesmo a opção de "ligar" o atrito e discutir, após o estudo de conservação de energia, a dissipação de energia.

[11] O leitor pode visualizar e utilizar a simulação acessando <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-skate-park/activities>.

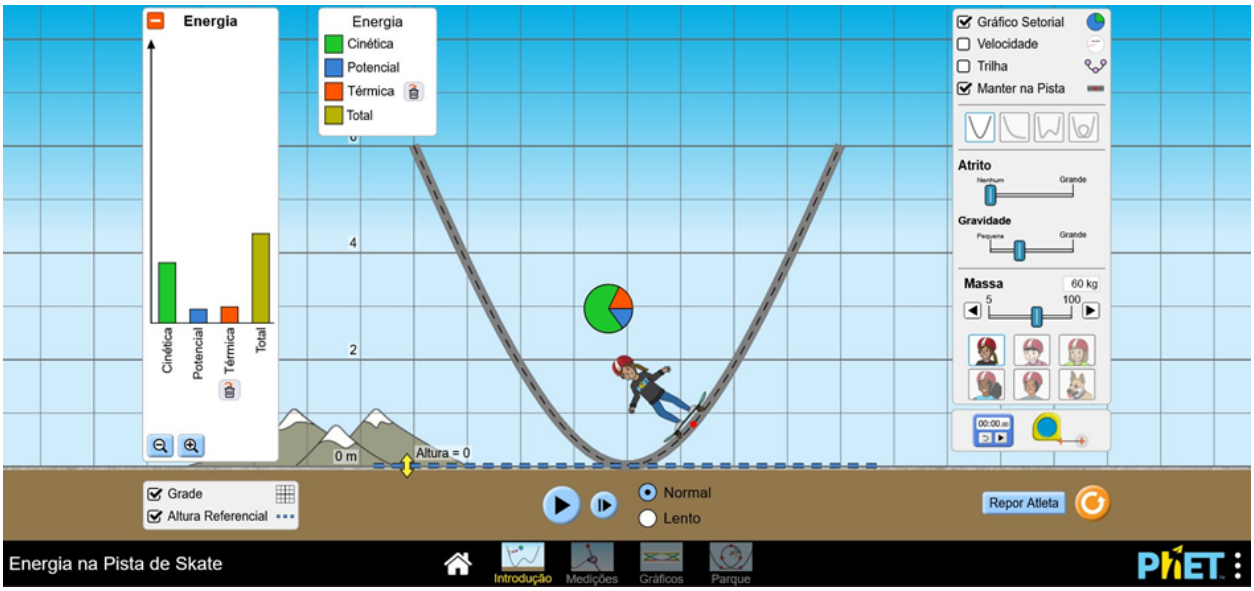



Figura 2 – Captura de tela da simulação do site do PhET.

Na etapa do *pré-teste*, conforme Cardoso e Dickman (2012), com o objetivo de mapear a estrutura cognitiva dos alunos e identificar se eles possuem subsunçores importantes para o entendimento de conceitos novos, além de checar qual seu nível de pré-disposição para o aprendizado significativo, se aplica um questionário sem valor avaliativo. Uma possibilidade de questão, por exemplo, com o intuito de identificar se há ou não a presença do subsunçor "transferência de energia", algo fundamental para entender-se conservação de energia, pode ser a seguinte: "quando uma bolinha de tênis é lançada verticalmente para cima , podemos dizer que ela *perdeu* energia cinética?". Essa pergunta busca identificar no discente se ele possui a noção que energia não se perde e nem se cria, apenas se transfere para um novo tipo de energia, neste caso a energia potencial gravitacional.

Na próxima etapa, a do *organizador prévio*, se sugere a utilização de um vídeo[12] no qual um professor utiliza um pêndulo feito com uma bola bastante massiva para exemplificar a conservação de energia, um conceito amplo e inclusivo para atender a diversidade cognitiva do alunado (CARDOSO; DICKMAN, 2012). A ideia por trás do vídeo é mostrar que quando o professor coloca o pêndulo próximo do queixo e o solta, a energia potencial gravitacional inicial do pêndulo é a máxima energia dele e, desprezando-se a resistência do ar, ela irá se transformar

[12] O *link* para acessar a parte do vídeo proposto é < https://youtu.be/onxGV17isfQ?t=493>.

toda em energia cinética e vice-versa indefinidamente, logo, o pêndulo irá conservar sua energia mecânica e jamais terá energia para bater no queixo do professor se este não se mover para frente. Esse vídeo, possivelmente, também poderá mobilizar o subsunçor de "transferência de energia" nos alunos que não o evidenciaram na etapa do *pré-teste*. Há ainda a possibilidade, por exemplo, de usar algum texto que aborde transferência de energia contextualizada com a transferência de dinheiro entre duas contas de uma mesma pessoa, algo que, com certeza, pode ser um facilitador no aprendizado de energia mecânica.

A terceira etapa é a de *simulação computacional e roteiro de atividades*. Nela é quando se fará a utilização da simulação sobre a conservação de energia mecânica aliada a um roteiro que busca familiarizar o aluno com a simulação e fazê-lo entender, paulatinamente, as variáveis que são relevantes no estudo de energia mecânica e de sua conservação. Estas são algumas perguntas que poderiam estar presentes no roteiro de atividades:

- Quanto mais alta a pista de skate o que acontece com a energia potencial quando a menina está no topo dela?
- O que acontece com a energia cinética quando a menina está na parte mais baixa de qualquer pista de *skate* na simulação?
- No topo ou na parte mais baixa de qualquer pista de *skate* na simulação, a energia total (energia mecânica) muda? E se "ligarmos" o atrito da pista?

É importante ressaltar que as perguntas do roteiro também devem respeitar a ordem de inclusividade dos conceitos, partindo de conceitos mais amplos e indo em direção aos mais específicos (CARDOSO; DICKMAN, 2012). Também é possível problematizar aspectos da simulação, como por exemplo, a simplificação da maneira como a menina anda de *skate*. No mundo real quem anda de *skate* jamais, ou quase nunca, permanece em uma pista de *skate* de forma semelhante a um pêndulo. Os skatistas fornecem parte de sua energia interna para continuar o movimento de seu *skate* e esse aspecto não é levado em consideração na simulação, o que pode trazer uma discussão muito rica quanto à modelagem na ciência e suas simplificações sempre presentes.

Após o contato dos estudantes com os materiais, vídeos e com a simulação roteirizada, na quarta etapa, a do *organizador explicativo*, o objetivo é fazer com que os alunos organizem uma

hierarquização dos conceitos aprendidos (CARDOSO; DICKMAN, 2012). Para isso, propõe-se a construção de um mapa conceitual feito por cada aluno e, a partir deles, após discussão realizada em sala de aula, um mapa conceitual elaborado conjuntamente pelo professor e os alunos. A Figura 3 ilustra um possível mapa conceitual sobre conservação da energia mecânica elaborado conjuntamente:

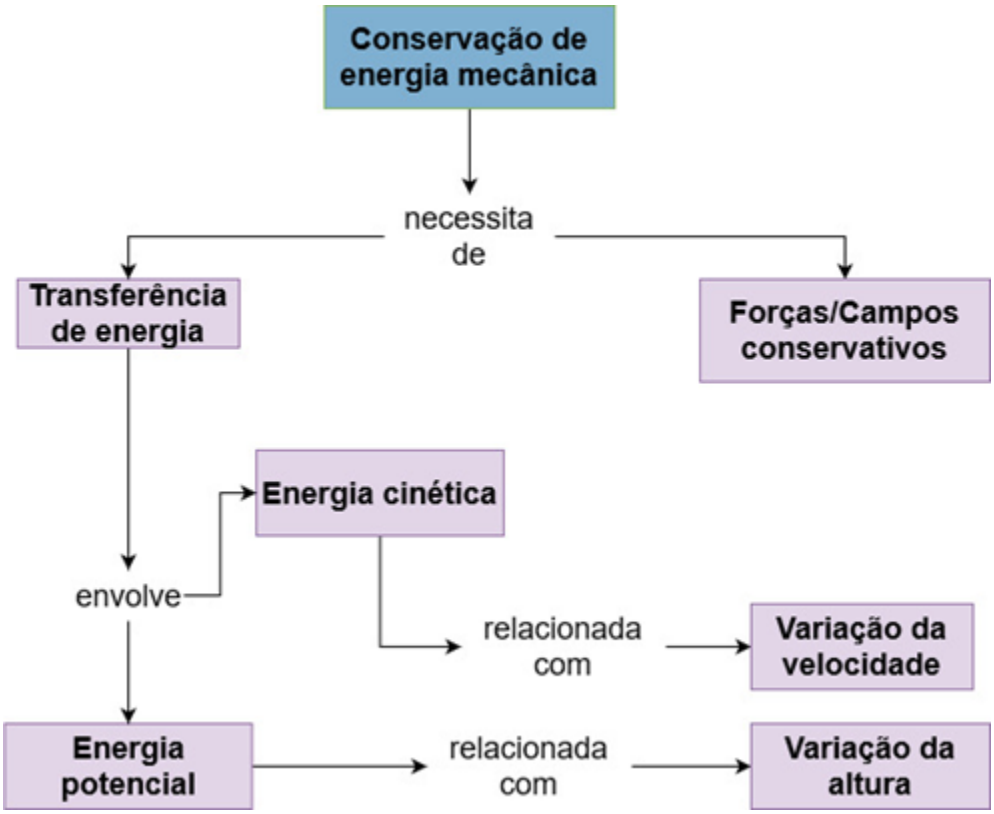



Figura 3 – Exemplo de um possível mapa conceitual elaborado conjuntamente pelo professor e os alunos. Fonte: elaboração própria.

O mapa conceitual elaborado conjuntamente visa elucidar possíveis associações de conceitos equivocadas pelos discentes, uma vez que cada aprendiz constrói relações entre novos conceitos e conceitos prévios de forma singular (CARDOSO; DICKMAN, 2012).

A quinta e última etapa, a da *avaliação final*, tem o objetivo principal de identificar se os alunos conseguem estabelecer relações entre os conceitos previamente encontrados em sua estrutura cognitiva e os novos conceitos que foram estudados ao longo da sequência de atividades (CARDOSO; DICKMAN, 2012). Desta forma, aplica-se um teste final com questões inusitadas,

preferencialmente que não sejam de vestibulares. Uma possibilidade de questão dentro dos moldes supracitados poderia ser: "se largarmos uma bola de futebol do repouso, da altura de nossas mãos, ela irá adquirir velocidade até chegar ao solo. Explique o porquê isso ocorre utilizando os conceitos aprendidos na simulação.

## 6. Considerações finais

A partir da entrevista realizada com o professor participante deste trabalho, foi possível mapear uma problemática relatada por ele em seu contexto escolar e, além disso, pode-se entender melhor os desafios enfrentados por professores diante da sua prática pedagógica diária. Após busca realizada na literatura especializada em Ensino de Física, com o objetivo de encontrar possibilidades de contorno à problemática relatada pelo docente, chegou-se em um artigo que incentiva o uso de simulações computacionais no ensino de Física de forma significativa, o qual foi a base para a construção da proposta de solução realizada neste trabalho, em forma de uma abordagem didática.

Espera-se que este trabalho dê subsídios para que o professor entrevistado possa implementar a atividade proposta e que motive o docente a manter proximidade das produções da área de Ensino de Física para que, quando surgirem novas demandas, o mesmo tenha boas fontes de pesquisa para pensar em possíveis soluções.

## Referências

ALVES, E. G.; SILVA, A. F. DA. Usando um LED como fonte de energia. **Física na Escola**, v. 9, n. 1, p. 26–28, 2008.

CARDOSO, S. O. DE O.; DICKMAN, A. G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 0, p. 891–934, 2012.

EICHLER, M. L.; JUNGES, F.; DEL PINO, J. C. Cidade do Átomo, um Software para o Debate Escolar sobre Energia Nuclear. **Física na Escola**, v. 7, n. 1, p. 17–21, 2006.

FERNANDEZ, J. V. M. et al. Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: auto aprendizagem guiada por aplicativo web. **Revista Brasileira de Ensino de Fisica**, v. 43, p. 1–7, 2021.

LENZ, J. A.; FLORCZAK, M. A. Atividades Experimentais Sobre Conservação De Energia Mecânica. **Física na Escola**, v. 13, n. 1, p. 17–18, 2012.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Fisica**, v. 35, n. 1, 2013.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa, Aprendizagem Mecânica, Estratégias De Ensino. **Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012.**, v. 1, p. 1–27, 2013.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Teorias de aprendizagem: texto introdutório. **Institúto de Física**, p. 40, 2010.

RAMOS, T. C.; SOBRINHO, M. F.; SANTOS, W. L. P. DOS. Pesquisas sobre ensino de energia em periódicos nacionais e internacionais: desafios para educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 4, p. 9–15, 2017.

REZENDE, F.; 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, 2005.

TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 248, 2017.

## APÊNDICE A - ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Legenda: **E = Entrevistador** e **P = Professor**.

**E:** "Você leu e concorda com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido previamente enviado via e-mail?"

**P:** "Sim, sim, concordo. Tudo certo."

**E:** "Primeiramente, como eu havia dito, o intuito é te conhecer um pouco, então, eu gostaria de saber que tipo de aluno você era na escola? Como foi a sua experiência como aluno do ensino médio? O que você mais gostava e menos gostava?"

**P:** "[...] O ensino médio eu fiz em uma escola particular, era uma escola 'meio' de elite lá de Caxias do Sul [...] Eu fiz todo o ensino fundamental em uma escola que se chamava São Carlos e quando chegou no ensino médio eu quis ir para onde meus amigos todos estavam indo, os meus colegas. Então eu quis sair do São Carlos, que era uma excelente escola, e ir para o colégio Leonardo da Vinci [...] lá em Caxias essa escola era muito forte na época e o pessoal buscava ela para se preparar para o vestibular. Para mim foi um ensino muito forte, foi bem focado para passar no vestibular [...] os professores do ensino médio do Leonardo da Vinci iam ser praticamente os mesmos que eu tive no ensino fundamental. [...] Eles eram professores de cursinho, professores muito bons! [...] Eu tive dois professores de Física lá no Leonardo da Vinci [...] eles eram muito queridos, acabavam sintetizando a Física muito bem. [...] Desde o primeiro ano eles traziam teste de vestibulares, simulados e a própria escola todo final de bimestre ou trimestre fazia como se fosse um mini-vestibular com todas as matérias. Eu acho que poderia ter sido um pouco melhor no sentido de ter mais experimentos [...] Minha professora de Química fazia experimentos em laboratório e isso eu nunca tive em Física, nem no ensino fundamental e nem no médio, mas a parte conceitual e a parte teórica, que a gente precisava para o vestibular, foi muito bem dada. Não lembro de ter caído algo no vestibular que eu não tenha visto em sala de aula. [...] Eram aula clássicas, de quadro, giz. Eles davam três exercícios, a gente fazia e eles corrigiam. [...] Bem cansativo, maçante. A matéria era bem densa para quem tinha treze... quatorze anos, mas foi muito bem dada pelos professores."

**E:** "E como foi a tua decisão de optar por Física? Como ela se deu e por quê?"

**P:** "Para mim o mais importante era sair de Caxias do Sul. Eu não gostava muito da cidade, no sentido de querer viver lá sempre, então meu objetivo maior era esse. Eu estava indeciso entre

Arquitetura e Física e bem mais voltado para Arquitetura, em função da influência dos meus colegas. [...] E também naquela época eu não tinha muita noção do que eu queria exercer... claro que naquela época a gente não tem noção, mas digo no sentido do que eu quero para a vida. Então, acabei optando pelo o que eu gostava, sabe? Eu gostava de fazer exercício de Matemática... de fazer esses probleminhas de Física, de pegar os livros de vestibulares. A única matéria que eu realmente estudava era Física. O resto eu não estudei nada... 'risos'."

**E:** "Você tinha prazer em fazer, correto?!"

**P:** "Sim, eu adorava pegar alguns exercícios de Física que eu nunca tinha visto e pensar em que opções eu tinha, costumava ler as alternativas antes mesmo de ler o enunciado para eu já saber o enfoque, o que o exercício estava querendo. Aqueles exercícios de Matemática de trigonometria, de achar a área, de calcular o lado... aquilo eu achava muito desafiador! [...] Às vezes eu ficava a tarde inteira resolvendo problemas de Física e pensava 'e as outras matérias?... ah! Tudo bem... 'risos''. [...] Meus professores costumavam trazer algum texto ou alguma coisa sobre tecnologia para a gente explorar e fazer trabalhinhos e essa parte era muito legal! Então, acabei me encantando por Física desde essa época. Aí conversei com meus professores sobre onde que eles tinham feito a faculdade e todos tinham feito na UFRGS, então eu comecei a pesquisar as médias para ver se eu passava [...] E meu plano era esse: chegar dezembro, passar no vestibular e me mandar de Caxias... 'risos'."

**E:** "E a Arquitetura você deixou de lado, então?"

**P:** "Então, no primeiro semestre, como eu passei na UFRGS que era pública e eu ainda tinha essa ideia de talvez fazer Arquitetura, eu passei na Unisinos também. Me matriculei, se não me engano, em uma ou duas cadeiras no período noturno e eu fui, pelo menos até a metade do semestre, para lá para tentar cursar Arquitetura, mas era relativamente longe de Porto Alegre até a Unisinos... o trajeto... e eu dependia de ônibus. Também era um curso diferente, no sentido de que cada um ia, frequentava a aula e já ia embora [...] Não tinha essa interação [...] Não que Física na UFRGS tenha, assim, grandes quantidades de colegas e interação, mas era diferente tu ir para aula todo dia [...] Que nem Física I. Ter aula segunda, quarta e sexta [...] Tu tem a parte teórica e depois vai para o laboratório. Eu me encantei logo no início do curso e então desisti da Arquitetura. Foquei só em Física mesmo."

**E:** "Você teve contato com metodologias ativas (*Peer Struction*, *Just in Time Teaching*, etc.) durante sua graduação em Licenciatura em Física? Usa alguma? Quais metodologias você utiliza em suas aulas (considerando aulas expositivas e aulas experimentais como exemplos de metodologias)?"

**P:** "[...] Eu acho que essas metodologias ativas são muito válidas e realmente funcionam, entretanto, quando se tem alunos realmente interessados. O que eu noto no ensino médio é que há alunos de diversas áreas de conhecimento. Tem alunos que adoram Física e passariam a aula inteira falando sobre Física comigo numa boa, mas tem alunos que acham aquilo chato demais e estão mais preocupados no que está passando no *Twitter* agora, etc. Outros são mais voltados para áreas de humanas, então, quando eu preparo aula para o ensino médio, não que eu baixe o nível, na verdade, eu diminuo um pouco a intensidade da empolgação da parte da Física para que todos consigam acompanhar, desde o cara que adora ler sobre Física até aquele que não se interessa. [...] É muito legal trabalhar essas metodologias ativas. Dá bastante trabalho para o professor para preparar este material porque os materiais existem, estão na internet, em livros, etc., mas até organizar e criar um formato que os alunos vão poder se apropriar [...] tudo isso tem que ter uma logística por trás e cada escola que tu vai é diferente, tem umas em que está liberado o xerox, outras os alunos tem que pagar, outras só pode mandar por e-mail, então tem que ter um jogo de cintura nesse sentido."

**E:** "Então metodologias ativadas como essas duas citadas é difícil usar, certo?"

**P:** "Com certeza, com certeza. Comparado ao quadro... eu não consigo reaproveitar conteúdo, por exemplo, se eu preparo uma aula hoje e ano que vem ter que passar a mesma aula [...] eu sempre vou procurar referências diferentes [...] Eu não consigo reciclar aulas, cada aula que eu preparo é 'meio' que única."

**E:** "Mas ela tem um caráter mais tradicional, expositiva? Certo? Não diminuindo aula, é somente para saber."

**P:** "Sim, sim. Diversos alunos da minha escola, no início do ano, me disseram que eles gostam e sentem falta de aula utilizando o quadro branco. [...] porque eles estão vindo de uma pós-pandemia e ficaram estudando sozinhos durante essa época. [...] Eles estavam querendo aulas mais tradicionais mesmo. Eu procuro fazer algumas demonstrações, mas não são todos conteúdos [...] que nem a parte de eletricidade e eletrostática que tem bastante experiências [...]"

**E:** "Sobre a sua escola: você diria que ela tem uma boa estrutura? O que você destacaria nesse sentido? Há algum diferencial em relação a outros lugares que você já lecionou?"

**P:** "Essa pergunta é bem relativa. A escola tem uma excelente estrutura física com ótimas salas de aula. É a primeira vez que eu dou aula em uma escola onde todas as salas de aula têm projetor multimídia, caixas de som e quadro branco. [...] Todas elas têm acesso à internet via cabo de rede. Às vezes eu passo algum vídeo de demonstração [...] teve uma prova que eu fiz que a última questão era para descrever um vídeo, daí eu coloquei aquele vídeo do homem na lua soltando um

martelo e uma pena. [...] Esse tipo de recurso deixa o poder de improvisação muito aumentado também."

**E:** "Exato, exato. Mas você havia falado antes que 'a pergunta era bem relativa'. Pode explicar melhor?"

**P:** "É relativo, por exemplo, porque não há laboratório de Física ou de Química, apesar da escola ter essa boa estrutura. Essa é uma escola com tradição muito forte para o ensino técnico também e, muitas vezes, os professores mais antigos 'meio' que dominam muitos dos espaços da escola. Por exemplo, a biblioteca não tem bibliotecário de dia, somente à noite. E a noite é onde tem mais alunos do técnico, então, a escola acaba se moldando para o ensino técnico. [...] O laboratório de informática é deficitário também. Os *netbooks* não atualizam a data. [...]"

**E:** "Durante o período em que você esteve lecionando nesta escola, você identifica algum tópico de interesse ou alguma dificuldade enfrentada ligada ao ensino/aprendizagem de Física que gostaria de botar em prática ou ter alternativas para contornar?"

**P:** "A minha trajetória como professor de Física começou logo quando eu saí do curso de Física, em 2005. Eu comecei a espalhar currículos em escolas particulares, tentei me inscrever em concursos, etc. e logo no primeiro mês eu fui contratado em uma escola particular [...] para mim foi excelente. [...] Aquela escola foi muito legal para mim porque eu consegui desenvolver aquilo que eu estudei na faculdade. [...] Eu sempre levo como modelo, quando eu vou para uma nova escola, essa experiência. Como se ela fosse algo "ideal". [...] Quando eu fui mais para as escolas públicas, então começou a ter uma diversidade maior de alunos. Alunos com maior dificuldade econômica, social, etc. [...] Eu tive uma aluna uma vez, nós estávamos no penúltimo período da manhã e ela disse: 'Bah, professor! Eu cheguei tarde hoje. Só consegui chegar depois do intervalo na aula e não peguei o lanche ainda. Tô com fome. Não tô conseguindo pensar direito porque a barriga tá roncando'. Então até meio dia eu ficar cobrando coisas ali... ela já estava pensando no almoço."

**E:** "Então essa seria a dificuldade que você enfrenta?"

**P:** "Em relação a dificuldade em Física, eu destacaria que muitas vezes os alunos não conseguem vincular o que eu estou passando em sala de aula [...] com o porquê de estudar aquilo. Eles não entendem o porquê estudar trigonometria, seno e cosseno, se eles não vão usar aquilo. [...] Então, como eu vou despertar isso em um aluno? Dizer para ele que isso não é para ele "usar" e sim para ele exercitar o cérebro. [...] Minha maior dificuldade é essa [...] como transformar uma aula de Física básica em algo, por exemplo, 'Eu vou ter que empurrar o carro do meu pai hoje de manhã e ele tá num plano inclinado, então vai ser mais difícil... ou vai ser mais fácil?' [...] Esse tipo de lógica, para trazer para a sala de aula e para o contexto deles... é nesse sentido que eu peco. [...]"

**E:** "[...] 'Como trazer uma contextualização para que, de fato, faça sentido ao aluno aprender aquilo'. Poderíamos colocar dessa forma a sua problemática?"

**P:** "Sim. Exatamente. [...]"

**E:** "Você já usou elementos da História e Filosofia no Ensino de Ciências ou da Epistemologia da Ciência em suas aulas?"

**P:** "Principalmente no primeiro ano do ensino médio, eu uso. Passo textos históricos para eles lerem e responderem uma espécie de questionário. [...] É como se fosse uma leitura guiada, sabe? Porque se eu não faço nenhuma pergunta muitas vezes eles passam o texto sem sequer refletir sobre o mesmo. Agora, quando é preciso parar, ler o texto e responder as perguntas, às vezes eles conseguem se organizar e fixar algo. [...]"

**E:** "Mas são textos sobre História e Filosofia no Ensino de Ciências, correto?"

**P:** "Sim. Textos do CREF mesmo. [...]"

**E:** "[...] Bom, muito obrigado pela tua disponibilidade. Agradeço demais!"

**P:** "Imagina! Eu que agradeço! Você vai resolver problemas para mim... 'risos' [...]"

# A Energia na Prática: Uma Proposta de Unidade Didática elaborada para uma Escola Estadual de Ensino Básico

*Yaffa Bruxel Rabeno*

## 1. Introdução

Durante a Guerra Fria ocorreu a institucionalização do campo de pesquisa em educação científica (NARDI, 2014;KAISER et al., 2005). Segundo GASPAR (2007): "O Sputnik tornou claro ao público norte-americano que a mudança da educação, em particular do currículo de matemática e ciências, era assunto de interesse nacional" (BYBEE, 1997).

Assim, a disputa ocorrida entre a União Soviética e os Estados Unidos da América motivou, dentre outras preocupações, o interesse dos países com um ensino de ciências que pudesse contribuir para o desenvolvimento das nações em nível internacional. Projetos como o PSSC (Physical Science Study Committee), o Projeto Harvard, o Projeto Nutfield e o PEF (Projeto em Ensino de Física) são exemplos de iniciativas para um ensino de física atualizado e motivador (GASPAR, 2007).

Esses projetos lançados no final do século XX, apesar de possuírem diferentes enfoques, tinham uma característica comum. Todos colocavam o professor em uma posição de orientador, mas não mencionavam o seu papel essencial, pois partiam do pressuposto que o estudante aprenderia sozinho e o professor apenas estaria presente para fornecer informações contidas no material de apoio (GASPAR, 2007).

Entretanto, atualmente, pode-se perceber que teorias de aprendizagem pautadas na importância da interação social, como a de Vigotsky, têm influenciado as pesquisas em Ensino de Física (MILANI; STOLTZ; HIGA, 2020). Essas pesquisas nos possibilitam a compreensão que o espaço ocupado pelo docente, dentro da sala de aula, é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Além disso, as novas pesquisas reafirmam a contribuição do professor para o desenvolvimento da área de pesquisa em ensino de física (REZENDE; OSTERMANN, 2005).

Assim, esse trabalho se propõe a resgatar as ideias e o ponto de vista docente para a realização de uma pesquisa que seja condizente com o contexto escolar e possibilite uma aplicação dos resultados encontrados. Para tal, foi realizada uma entrevista com um professor de uma Escola Estadual da cidade de Porto Alegre (RS), com o objetivo de identificar os principais desafios enfrentados pelo docente e, a partir deles, propor alternativas que estejam de acordo com a literatura da área de pesquisa em ensino de física.

## 2. Dando voz ao professor

A entrevista foi realizada de modo presencial no dia 17 de julho de 2022[13] e, com a autorização do entrevistado[14], teve seu áudio gravado para que alguns trechos pudessem ser transcritos com veracidade neste capítulo. A realização da entrevista também contou com a autorização do diretor da escola, sob a condição de que a instituição e os funcionários permaneceriam em anonimato. A seguir, o leitor poderá compreender o contexto no qual a escola e o professor estão inseridos, assim como as dificuldades enfrentadas pelo docente.

O professor entrevistado está atuando em uma Escola Estadual localizada na zona norte da cidade de Porto Alegre. A escola possui uma boa localização e infraestrutura, dispondo de cerca de 20 salas de aula, divididas ao longo de dois andares, duas quadras esportivas, um ambiente espaçoso ao ar livre, laboratórios de informática, química, biologia e física. O laboratório de física é divido com robótica, pois a escola possui um projeto de robótica. Além dos espaços citados, os professores também podem ter acesso a duas salas de vídeo durante suas aulas, para que seja possível a utilização de recursos como projetor.

O entrevistado é licenciado em física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) desde 2021 e também possui formação em Engenharia Mecânica pela mesma instituição.

> *[...] Eu tenho formação em engenharia mecânica que eu fiz logo depois que eu saí da escola. Só que ao longo da engenharia eu nunca me encontrei muito, nunca me senti muito pertencente ao curso de engenharia, mas desde a escola eu gostava de física [...]. Quando eu estava para me formar no curso eu tive umas experiências de monitoria que aí eu comecei a explorar essas possibilidades de poder dar aula e ensinar [...].*

Como podemos perceber pelo trecho retirado da entrevista, o professor mudou de área após a sua primeira graduação, pois suas experiências durante o curso de engenharia o fizeram desenvolver uma curiosidade sobre a área do ensino. Durante o curso de licenciatura em física, o entrevistado fez parte de projetos de extensão como o PIBID, realizou monitorias em escolas e dentro da própria universidade, mesmo assim, ao completar a graduação, ele relata que sentiu necessidade de ter uma experiência como professor titular de uma instituição.

> *[...] Eu nunca tinha tido a experiência de assumir turma [...] como eu fiz os meus estágios na pandemia, meus estágios foram só de observação de aula online, então... né [...]* ***eu sentia a falta de ter uma experiência de assumir turma*** *[...] então eu me inscrevi para o contrato emergencial na metade do ano passado (2021) e me chamaram no final do ano [...]. [Grifos da Autora]*

[13] As perguntas realizadas durante a entrevista poderão ser consultadas no Apêndice A.
[14] O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido poderá ser consultado no Apêndice B.

Atualmente, o docente ocupa o papel de professor titular de física nessa instituição desde o início do ano letivo de 2022. Como podemos ver por esse trecho da entrevista seu ingresso na escola foi muito desejado e ocorreu via contrato emergencial no final do ano de 2021.

O professor entrevistado é um profissional da educação muito motivado e dedicado. No início do ano de 2022 o professor assumiu seis turmas do primeiro ano do Ensino Médio e está enfrentando alguns desafios no que diz respeito à distribuição dos conteúdos e à organização das estruturas de aula.

> *Eu tenho um planejamento anual e no início de cada bimestre eu monto um planejamento bimestral. [...] meus planejamentos mais profundos são no começo da semana para aquela semana mesmo (segunda e terça para a atuação quarta, quinta e sexta) [...] ainda estou descobrindo um novo jeito de fazer para ser algo menos corrido e mais bem estruturado.*

Quando perguntado sobre os conteúdos a serem trabalhados, visto que o primeiro do Ensino Médio está inserido na proposta curricular do Novo Ensino Médio[15], o profissional relatou um certo receio, pois os conteúdos que ele ensina não precisam estar diretamente relacionados com os conteúdos que os professores do segundo e do terceiro ano estão ensinando. Assim, ele mencionou a falta da disponibilização de um material que pudesse servir de base para a elaboração de suas aulas:

> *[...] A gente recebeu livros (didáticos), os livros são meio complexos também. E no começo do ano a gente recebeu as matrizes curriculares. Aí as matrizes dizem uma coisa, os livros didáticos que a gente recebeu dizem outra então, é difícil a gente conseguir integrar os livros com as matrizes e também é difícil integrar os livros, as matrizes e o que a gente consegue fazer. [...] é um desafio grande isso.*

Apesar das dificuldades organizacionais, pode-se notar o quanto o docente busca diversificar as atividades realizadas em sala de aula e encontra-se motivado para a realização de seu trabalho.

> *[...] até agora eu não fiz provas de um jeito tradicional. [...] Eu ainda tô tentando encontrar um meio termo que não me dê um trabalho excessivo. [...] Eu gosto de avaliar eles de jeitos diferentes e mais amplos: [...] no primeiro bimestre eu fiz quatro atividades avaliativas com eles [...] e nesse segundo bimestre com algumas turmas ou fiz 5 e outras eu fiz 4 (atividades avaliativas). [...].*

O entrevistado também relatou um apreço por questões mais abertas e práticas, mencionando a participação e envolvimento dos estudantes ao estudarem movimento (no segundo bimestre) a partir do seu próprio movimento. O profissional também comentou sobre não abordar apenas a física em suas avaliações, argumentando que também existem outros aspectos importantes que ele busca estar atento: "[...] para que eu possa conhecer eles melhor e ajudá-los a se conhecerem melhor". Abaixo, um exemplo:

[15] O leitor poderá encontrar mais informações sobre o Novo Ensino Médio na página do Ministério da Educação: http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361 . Porém, é interessante frisar que dentre as modificações realizadas, encontra-se uma alteração significativa da carga horária da disciplina de física.

> *[...] (n)o trabalho sobre tempo, nós abordamos tempo de uma perspectiva não física, trabalhamos sobre gestão de tempo e linha do tempo. Uma parte do trabalho era eles me contarem sobre como eles distribuíam o tempo ao longo do dia deles e a segunda parte do trabalho era eles me contando sobre a vida deles a partir de uma linha do tempo[...]: desde o ano que eles nasceram até 2022, contando 5 coisas legais e marcantes que aconteceram ao longo da vida deles. [...].*

O professor evita abordagens mais expositivas, busca variar as metodologias utilizadas nas aulas e não possui um referencial teórico ou metodológico específico. Ele busca algo além de criar uma boa relação com a turma: conhecer os estudantes, o que se encaixa muito bem na perspectiva freirena de ensino, na qual o educador precisa conhecer seus educandos para ensiná-los. De acordo com Freire: "Procurar conhecer a realidade em que vivem nossos alunos é um dever que a prática educativa nos impõe: sem isso não temos acesso à maneira como pensam, dificilmente então podemos perceber o que sabem e como sabem" (FREIRE, 1997, p. 53).

No final de nossa conversa, eu perguntei para o professor se havia alguma dificuldade, entre os assuntos já citados, que estivesse mais latente. Algum assunto que eu poderia ajudar através da busca na literatura:

> *Como o meu planejamento é um pouco quebrado, eu tenho dificuldade de ter uma continuidade, assim, de tipo: temos o bimestre, no bimestre trabalharemos tal assunto, então vamos seguir uma ordem cronológica [...] aula 1 conectada com a aula 2 e aula 2 conectada com a aula 3. [...] Acho que isso poderia ajudar a gente a construir algo a mais. [...] Cada bimestre eu tenho 9 aulas, então é algo difícil de achar (um assunto) que englobe tudo, principalmente pelo tempo ser curto. [...] .*

Desse modo, definimos que montaríamos de maneira conjunta uma Unidade Didática para o último bimestre do ano, envolvendo o conteúdo "energia". Os outros bimestres do ano foram organizados de acordo com o Quadro 1.

*Quadro 1. Relação entre o conteúdo programático e o bimestre do ano letivo de 2022.*

| | |
|---|---|
| Bimestre 1: | Astronomia |
| Bimestre 2: | Movimento e Cinemática |
| Bimestre 3: | Força |
| Bimestre 4: | Energia |

Fonte: Elaboração Própria.

## 3. Estudos Anteriores

Antes de estruturarmos a Unidade Didática, realizamos uma busca na literatura para possuirmos um panorama sobre as abordagens utilizadas em sala de aula a respeito do conteúdo "energia". Para tal, pesquisamos os termos "energia" e "energy" no buscador geral de algumas revistas brasileiras de ensino de ciências com classificação A1 ou A2 pela CAPES. A busca foi realizada em nove revistas distintas.

Ao selecionarmos os artigos através de seus títulos, percebemos a existência de diferentes ênfases na literatura envolvendo o termo "energia" como: revisões da literatura, artigos que abordavam concepções iniciais dos estudantes, proposições para o ensino a partir de uma abordagem histórica ou uma abordagem CTS, trabalhos voltados para nível superior ou práticas envolvendo a formação de professores. Os trabalhos que se encaixavam nas duas últimas categorias (nível superior ou formação de professores) foram imediatamente desconsiderados, visto que o objetivo deste trabalho é a elaboração de uma Unidade Didática para o primeiro ano do Ensino Médio (EM) e tais artigos possuíam concepções muito avançadas para o EM.

Os artigos presentes no Quadro 2 foram analisados de acordo com seus resumos e classificados nas categorias constantes no Quadro 3.

*Quadro 2. Relação entre as revistas pesquisadas e o número de artigos encontrados.*

| **Revista** | **Número de Artigos Selecionados** |
|---|---|
| Revista Brasileira de Ensino de Física | 2 |
| Caderno Brasileiro de Ensino de Física | 11 |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências | 4 |
| Acta | 2 |
| Investigação em Ensino de Ciências | 2 |
| Revista do Professor de Ciências | 2 |
| Física na Escola | 2 |

Fonte: Elaboração Própria.

*Quadro 3. Classificação dos artigos encontrados de acordo com categorias estabelecidas pela Autora.*

| **Nome da Categoria** | **Definição** | **Número de Artigos** |
|---|---|---|
| Energia e Desenvolvimento | Artigos que problematizavam o acesso a energia (principalmente energia elétrica). | 7 |
| Conservação de Energia Mecânica | Artigos que discutiam sobre a conservação da energia mecânica. | 3 |
| Energia Nuclear (Radioatividade) | Artigos que possuem um enfoque no diálogo entre a física moderna e a educação básica. | 6 |
| Abordagens Históricas | Artigos que discutiam o conceito de energia a partir de uma visão histórica. | 3 |
| Revisão da Literatura | Artigos que revisam o ensino de energia em periódicos nacionais e internacionais. | 3 |
| Conceitual | Artigos que promovem uma discussão sobre concepções iniciais dos estudantes a respeito do conceito de energia. | 2 |

Fonte: Elaboração Própria.

Ao analisarmos cuidadosamente as categorias descritas no Quadro 3, observamos que a primeira e a terceira categoria possuem um maior número de artigos e ambas descrevem alternativas para a prática docente. Ao lermos os artigos presentes nelas, podemos perceber que eles possuem uma perspectiva voltada para a educação básica, metade, inclusive, são relatos de práticas docentes. Entretanto, as categorias "Energia e Desenvolvimento" e "Energia Nuclear

(Radioatividade)" tratam de abordagens distintas. A primeira problematiza o acesso a energia, enquanto a segunda proporciona um diálogo entre tópicos de física moderna e o cotidiano.

Assim, considerando o contexto do professor e dos alunos envolvidos, optou-se pelo aprofundamento na categoria "Energia e Desenvolvimento". Assumindo-se que esse corpus possibilitaria o desenvolvimento de uma Unidade Didática.

É importante ressaltar que artigos presentes em outras categorias também foram utilizados para que este trabalho pudesse ser construído através da superação de desafios tidos por profissionais da área do ensino de física (DOMÉNECH, 2003; LOPES; CARVALHO, 2013; RAMOS; FERNANDES SOBRINHO; SANTOS, 2017); de modo que também consideramos os trabalhos que discutiam concepções iniciais tidas pelos estudantes e a superação de concepções alternativas.

## 4. Embasamento Teórico

Além de já estar incluso dentro do planejamento do professor entrevistado, o estudo da energia pode ser identificado como um dos núcleos básicos dentro do currículo escolar que abarca a educação científica (DOMÉNECH, 2003). Atualmente, diversos autores se propõem a trazer o conteúdo "energia" para a realidade do estudante (COSENZA; MARTINS, 2013; DIAS; BALESTIERI; MATTOS, 2006; GRASSI et al., 2015; SILVEIRA; GROENWALD, 2005; TERESINHA; BOFF; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2011).

As propostas de contextualização estão de acordo com as críticas feitas por diversos autores da área de ensino de ciências (MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020; RICARDO, 2011). RICARDO (2011), por exemplo, aponta que os saberes escolares estão sendo cada vez mais colocados em questão, pois a ciência vivenciada pelos estudantes em seu dia a dia (voltada para a tecnologia e seus produtos) não recebe atenção na sala de aula. O que faz com que a ciência pareça inacessível ao olhar estudantil.

Nessa mesma linha, Martinez, Perez e Carvalho (2012) defendem a importância e a necessidade de os cidadãos possuírem conhecimentos básicos da Ciência para que possam estruturar critérios de julgamento moral e ético para avaliação pública das controvérsias científicas e tecnológicas que se apresentam na sociedade atual. Os autores argumentam que é a partir deste julgamento que os estudantes poderão fazer escolhas de acordo com seus interesses, direitos e deveres, exercendo papéis de cidadania.

A abordagem reflexiva e contextualizada também é incentivada em documentos oficiais da educação básica brasileira, onde encontra-se a definição:

> *[...] Ciências Naturais promove a educação ambiental, em todos os eixos temáticos. Reconhece o* ***ser humano como parte integrante da natureza*** *e* ***relaciona sua ação às mudanças nas relações entre os seres vivos e à alteração dos recursos*** *e ciclos naturais. Ao abordar os* ***limites desses recursos*** *e as alterações nos ecossistemas, aponta para o futuro do planeta, da vida e para a necessidade de planejamento a longo prazo. Reconhecendo que os* ***desgastes ambientais estão ligados ao desenvolvimento econômico, e que estes estão***

> ***relacionados a fatores políticos e sociais**, discute as bases para um desenvolvimento sustentável, analisando soluções tecnológicas possíveis na agricultura, no manejo florestal, na diminuição do lixo, na reciclagem de materiais, na ampliação do saneamento básico ou no controle de poluição (BRASIL, 1998, p.51) [Grifos da Autora].*

Outro fator importante, que também se encontra presente nos documentos nacionais, é a preocupação com o meio ambiente e com as mudanças climáticas. Autores como Bybee (1991) classificam o momento em que vivemos como um estado de emergência planetária. Outros autores (COSENZA; MARTINS, 2013; JUNGES; MASSONI, 2018) chamam a atenção para as controvérsias sociais e políticas provenientes das discussões ambientais. Junges e Massoni (2018) destacam o cuidado que devemos ter ao abordarmos controvérsias sociais em sala de aula, para que não as apresentemos como (falsas) controvérsias científicas, buscando sempre ensinar de acordo com a visão defendida pela comunidade científica.

Dentro das temáticas ambiental e cotidiana, podemos ver que existem diversas abordagens que poderão ser seguidas. A problematização do acesso (SILVEIRA; GROENWALD, 2005), discussões envolvendo indústrias e energias renováveis (COSENZA; MARTINS, 2013; GRASSI et al., 2015; TEIXEIRA; MURAMATSU; ALVES, 2017), a alimentação (TERESINHA; BOFF; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2011) e a utilização do transporte público e privado (DIAS; BALESTIERI; MATTOS, 2006).

Assim, por mais que o professor entrevistado não tenha expressado uma preferência no que diz respeito ao referencial teórico ou metodológico, as aulas pensadas para essa unidade, pretendem seguir encaminhamentos de uma abordagem Freire-CTS. Freire (2005) ao pensar em educação, concebe-a como um processo realizado pelos seres humanos e para os seres humanos, isto é, a educação em comunhão onde estes são "mediatizados pelo mundo" (p. 79). Para o autor, o processo educacional deve estar diretamente relacionado: "à vivência dos sujeitos, seus contextos, seus problemas, suas angústias e, acima de tudo, às contradições presentes no "mundo vivido". [...]". O que vai ao encontro das ideias que o docente expressou na seção 2, intitulada Dando voz ao professor.

Dessa maneira, teremos uma educação que estimula a colaboração, a participação e a responsabilidade social e política, contribuindo para a formação de um sujeito autônomo (GEHLEN et al., 2008, p. 286). A educação na perspectiva freireana busca a ação transformadora que vai além da aprendizagem de conceitos e conteúdos, sendo concebida como um processo educativo pautado em perguntas problematizadoras que questionam a realidade, o papel da sociedade, a causa e as consequências de fatos. Conforme aponta a professora Ana Maria Saul em entrevista (MAGALHÃES, 2007), não basta que nossos estudantes, por exemplo, compreendam o que é água, seus diferentes estados físicos ou sua fórmula química. É importante que, juntamente com tais conceitos científicos, eles entendam o que significa ter (ou não) água para a sobrevivência e dignidade humana, por que o acesso à água tratada não é um bem comum a todos ou por que se tem alagamentos quando chove.

Através desta perspectiva, a educação torna-se dialógica ao promover o compartilhamento de experiências entre educadores e educandos ao invés da simples transmissão de conteúdo dos

primeiros para os segundos (educação bancária). Ao buscar a interdisciplinaridade das diversas áreas do conhecimento – uma vez que a realidade não é fragmentada em áreas – a educação torna-se um ato político (FREIRE, 1979; 2005). Desse modo, a educação auxilia os sujeitos, a partir de um processo de conscientização, a compreender seu papel ativo na sociedade, percebendo a realidade ocupada e incentivando a busca pela mudança.

## 5. Ensaio de Proposta de Solução

Ao mencionarmos energia e o ensino de física, existem diversas possibilidades de abordagens contextualizadas. A energia está presente no nosso cotidiano e geralmente é descrita não como um conceito físico abstrato e expressões como: "gastar energia", "armazenar energia" e "produzir energia" são frequentemente repercutidas por diferentes meios de comunicação (PIRES DE QUADROS; DOS SANTOS, 2007). Porém, como podemos relacionar tais falas com a ciência? O que significa esse conceito (energia) tão utilizado? Seria possível compor uma Unidade correlacionando diferentes aspectos do conceito com o nosso cotidiano?

Devido às demandas locais (professor, escola e alunos) e às referências encontradas na literatura de pesquisa em ensino de física, chegamos à conclusão que a melhor maneira de abordar energia em uma unidade didática seria através da discussão sobre o acesso. Através da problematização "o acesso à energia" poderiam ser abordadas questões relacionadas à sustentabilidade, energias renováveis e o acesso à energia elétrica (AZEVEDO, 2021; DO PRADO; TAVARES, 2020), assim como questões vinculadas à alimentação e insegurança alimentar. Sendo esse último tópico, uma demanda do professor por ser um tema bem latente na instituição.

Os principais objetivos da sequência elaborada são: o reconhecimento da importância da energia para o desenvolvimento da vida (no aspecto biológico e cotidiano/tecnológico), a compreensão dos princípios de conservação, a identificação das transformações de energia no cotidiano e proporcionar que os estudantes relacionem os diferentes tipos de energia com suas respectivas fontes. A partir de tais objetivos, acreditamos que seremos capazes de proporcionar um ensino de física que dialogue com o contexto vivenciado pelos estudantes do primeiro ano do EM.

A estruturação das aulas ainda está em construção, pois elas necessitam da aprovação e participação do professor. Todavia, no Quadro 4 encontra-se um pequeno recorte da proposta apresentada ao docente.

*Quadro 4. Cronograma em discussão para o desenvolvimento das aulas do último bimestre do ano letivo de 2022.*

| | |
|---|---|
| **Aula 1: Discussão sobre os tipos de energia e acesso.** | - Apresentação da Unidade;<br>- Discussões de reportagens;<br>- Jogo didático. |
| **Aula 2: Por que nos alimentamos?** | - Relação entre os alimentos e a energia;<br>- Insegurança alimentar: o acesso aos alimentos no Brasil. |
| **Aula 3: A caloria.** | - Apresentação da unidade de medida; |

| | |
|---|---|
| | - Alimentos mais e menos calóricos;<br>- Análise de tabela nutricional;<br>- "Monte seu prato". |
| **Aula 4: Energia para o quê? (I)** | - Introdução à conservação de energia;<br>- Da energia fornecida pelo alimento à energia do movimento;<br>- Introdução à energia mecânica. |
| **Aula 5: Energia para o quê? (II)** | - O Joule;<br>- Conservação de energia mecânica. |
| **Aula 6: Transformação de Energia.** | - Atividades experimentais.<br>- Identificação das transformações de energia;<br>- Como se produz energia em grande escala? |
| **Aula 7: O acesso à energia elétrica.** | - Produção de energia elétrica no Brasil;<br>- A matriz energética brasileira;<br>- Todas as casas possuem energia elétrica? |
| **Aula 8: É sustentável? E renovável?** | - Sustentável vs renovável<br>- Por que se fala nisso? |
| **Aula 9: Energia e o Cotidiano** | - Finalização da Unidade;<br>- Jogo didático;<br>- Onde está a energia? |

Fonte: Elaboração Própria.

## 6. Considerações Finais

Ao longo desse trabalho, alguns aspectos me chamaram a atenção ao desenvolver um projeto de unidade didática para o professor entrevistado. Essas reflexões podem ser divididas em duas categorias: os materiais e o problema. A primeira categoria diz respeito ao tipo de material encontrado na literatura, enquanto a segunda aborda alguns comentários sobre as dificuldades enfrentadas pelo docente.

a) Os materiais:

Ao buscar recursos em periódicos e em bibliotecas de dissertações de mestrados profissionalizantes, foi impressionante a quantidade de material encontrado. A discussão sobre energia e acesso, principalmente ao que diz respeito ao acesso a energia elétrica, é latente. A discussão sobre energias renováveis e sustentáveis estão ocupando um papel quase central dentro das práticas analisadas. Assim como o ensino e discussão sobre a matriz energética brasileira.

Entretanto, ao conversar com o professor, este me relatou a vontade de abordar a insegurança alimentar dentro de suas aulas. Esse tópico, em particular, ainda não despertou grande interesse dentro da área de pesquisa em ensino de física. As poucas sequências encontradas foram pensadas ou em âmbito interdisciplinar (considerando uma abordagem das três ciências: química, física e biologia) ou para a disciplina de biologia (MENON, 2019; VIEIRA, 2019).

b) O problema:

Quando olhamos para os problemas enfrentados pelo professor entrevistado, podemos perceber que as dificuldades mencionadas possuem relação com a recente formação do profissional, tanto pelas dúvidas tidas sobre o planejamento (e organização) quanto pelo fato de que o professor gostaria de cumprir as expectativas criadas no curso de licenciatura em física a respeito de suas aulas. Ele almeja a construção de algo diferente, elaborado e personalizado para suas turmas, mas não encontra o tempo de fazê-lo. Estamos falando de um problema a longo prazo que já foi apontado na literatura: a proletarização do profissional da educação (BONFANTE; BETT; BITTENCOURT, 2018).

Outro aspecto que também foi mencionado pelo docente é a vontade de uma continuação para a sua formação em ensino de física e de ter contato com pessoas da área do ensino de física. Como podemos ler no trecho a seguir:

> *[...] Isso que eu sinto falta também, de ter esse momento. Eu sinto falta de estar na universidade e ter esse momento de trocar ideia e trocar figurinha. Eu não tenho muito tempo de trocar figurinha com os meus colegas[16], porque a gente não se encontra. Então eu sinto falta de trocar ideia e dizer "eu tive essa ideia, tive outra ideia" [...].*

Tais comentários também estão sendo investigados dentro do campo de pesquisa em ensino de física através de alternativas para a formação continuada de docentes (BONFANTE; BETT; BITTENCOURT, 2018; LEONEL, 2015; PACCA; VILLANI, 2018) ou através da possibilidade do desenvolvimento de comunidades de prática (SOUZA, 2021). Assim, podemos compreender que, apesar de algumas pesquisas se distanciarem da prática docente e de existir um certo distanciamento entre a academia e a escola, existem encaminhamentos que buscam a resolução de problemas enfrentados pelos professores da educação básica, principalmente oferecendo alternativas para a formação continuada.

**Referências**


AZEVEDO, R. C. **UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO TEMA: "PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA"**. Mestrado Profissional em Ensino de Física—Sorocaba, SP: Universidae Federal de São Carlos, 2021.

BONFANTE, J. G. C.; BETT, M. B. B.; BITTENCOURT, R. L. CONTRIBUIÇÕES DE GIROUX, TARDIF E CONTRERAS PARA PENSAR A FORMAÇÃO DE PROFESSORES CONTRIBUTIONS OF GIROUX, TARDIF AND CONTRERAS TO THINK TRAINING OF TEACHERS CONTRIBUCIONES DE GIROUX, TARDIF Y CONTRERAS PARA PENSAR LA FORMACIÓN DE PROFESORES. **Rev. Int. de Form. de Professores (RIFP)**, v. 3, n. 3, p. 79–93, 2018.


[16] Entende-se por "colegas" os demais professores de física da escola.

BYBEE, R. W. **Planet Earth i n Crisis: How Should Science Educators Respond?** [1991].

BYBEE, R. W., in Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform, Washington, 1997 (https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3360188/mod_resource/content/0/THE%20SPUTNIK%20ERA.pdf , acesso em 21 de setembro de 2022).

COSENZA, A.; MARTINS, I. Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola Socio-environmental Controversies in the Context of construction of meanings about relationships between energy and environment in school. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, 2013.

DIAS, A. R.; BALESTIERI, J. A. P.; MATTOS, C. R. UM EXERCÍCIO DE USO RACIONAL DA ENERGIA: O CASO DO TRANSPORTE COLETIVO. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 7–25, 2006.

DO PRADO, L.; TAVARES, F. D. Energia no dia a dia. **Revista Thema**, v. 17, n. 3, p. 658–674, 30 set. 2020.

DOMÉNECH, J. L. **LA ENSEÑANZA DE LA ENERGÍA: UNA PRO-PUESTA DE DEBATE PARA UN REPLANTEA-MIENTO GLOBALBras.EnsFís., v**. [s.l: s.n.].

FREIRE, P. (1979). Conscientização: teoria e prática da libertação. São Paulo: Cortez & Moraes.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. (2005). Pedagogia do oprimido. 47. ed. São Paulo: Paz e Terra.

GASPAR, A. **CINQÜENTA ANOS DE ENSINO DE FÍSICA: MUITOS EQUÍVOCOS, ALGUNS ACERTOS E A NECESSIDADE DO RESGATE DO PAPEL DO PROFESSOR**. [s.l: s.n.].

GRASSI, G. et al. Um Centro de Ciências no Centro-Oeste? Memórias do acidente com Césio-137 em Goiânia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, 2015.

JUNGES, A. L.; MASSONI, N. T. O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações Históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa Temática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 455–491, 31 ago. 2018.

KAISER, D. et al. **Pedagogy and the Practice of Science – Historical and Contemporary Perspectives**. [s.l.] MIT Press, 2005.

LEONEL, A. A. **Formação Continuada de Professores de física em exercício da rede pública estadual de Santa Catarina: Lançando um nivo olhar sobre a prática**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. DE. Possibilidades e Limitações da Prática do Professor na Experiência com a Temática Energia e Desenvolvimento Humano no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquida em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 207–226, 2013.

MAGALHÃES, A. (2007). Especial Paulo Freire 3: reconhecido no mundo, pouco aplicado no Brasil. Recuperado de http://www.camara.gov.br/internet/radiocamara/default.asp?selecao=MAT&Materia=50034

MARTINEZ PEREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e Dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas à prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, p. 727–741, 2012.

MENON, A. M. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DOS SABERES DOCENTES**. Mestrado Profissional em Ensino— Cornélio Procópio, PR: Universidade Estadual do norte do Paraná, 2019.

MILANI, I.; STOLTZ, T.; HIGA, I. VYGOTSKY E O ENSINO DE FÍSICA: UM OLHAR A PARTIR DO ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 3, p. 204–215, 1 dez. 2020.

MOURA, C.; CAMEL, T.; GUERRA, A. A NATUREZA DA CIÊNCIA PELAS LENTES DO CURRÍCULO: NORMATIVIDADE CURRICULAR, CONTEXTUALIZAÇÃO E OS

SENTIDOS DE ENSINAR SOBRE CIÊNCIAS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020.

NARDI, R. Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação *. **Revista Informação & Universidade**, v. 2, n. 2, p. 13–46, 2014.

PACCA, J. L. DE A.; VILLANI, A. A formação continuada do professor de física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 57–71, 2018.

PIRES DE QUADROS, P.; DOS SANTOS, R. P. A energia nossa na leitura de cada dia. **Acta Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 27–38, 2007.

RAMOS, T. C.; FERNANDES SOBRINHO, M.; SANTOS, W. L. P. DOS. Pesquisas sobre ensino de energia em periódicos nacionais e internacionais: desafios para educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 344, 9 ago. 2017.

REZENDE, F.; 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, 2005.

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no ensino de Física. Em: **Coleção Ideias em Ação**. [s.l.] Cengage Learning, 2011. p. 29–51.

SILVEIRA, R. B.; GROENWALD, C. L. O. Energia solar no ensino da Matemática: uma proposta para o Ensino Médio. **Acta Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 111–122, 2005.

SOUZA, D. G. DE. **O cultivo de comunidades de prática para a formação continuada de professores na interface Escola-Universidade : um olhar histórico sobre as vivências do núcleo de pesquisas em inovação curricular**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 248, 5 maio 2017.

TERESINHA, E.; BOFF, O.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A Significação do Conceito Energia no Contexto da Situação de Estudo Alimentos: Produção e Consumo Significance of energy's concept in a Study Situation (SS) "Food: production and consumption". **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, 2011.

VIEIRA, L. DA S. **MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA SEGURANÇA ALIMENTAR NAS AULAS DE BIOLOGIA**. Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Biologia— Mossoró, RN: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2019.

## APÊNDICE A – ESTRUTURA DA ENTREVISTA

1. Perguntar nome e idade.

(pedir autorização para gravar a entrevista)

(confirmar que o entrevistado leu e está ciente do termo de consentimento)

2. Perguntar sobre o entrevistado (vida profissional, mudança para a área da educação):
3. Quais as tuas motivações para ter seguido a área da educação?
4. Quais foram as tuas experiências dentro da área de ensino antes de tu ter assumido as turmas na escola atual (Experiências posteriores)?
5. Perguntar sobre o ingresso na atual escola.
6. Perguntar sobre a infraestrutura da escola.
7. Quantos professores de física trabalham na instituição e como é a relação entre vocês?
8. Como é o planejamento das tuas aulas?
9. Tu possuis algum objetivo ou referencial para o planejamento delas?
10. Qual o perfil dos alunos das turmas que tu lecionas (séries, turnos)?
11. Como é a tua relação com as turmas que tu lecionas?
12. Tu consideras que os teus alunos gostam de física/se sentem motivados nessa disciplina?
13. Quais são os maiores desafios que tu encontras ao lecionar? (tanto no quesito prático: infraestrutura; quanto no quesito pessoal: referências, experiência).
14. Existe algum desses tópicos que tu sentes ser o mais urgente ou o que tu mais tens vontade de trabalhar?
15. Tu sentes que esse desafio é mais presente em algum ano ou turma específica?
16. Você tem alguma preferência pelo uso de determinada metodologia ou recurso didático para esse fim?

Muito obrigada pela tua atenção e disponibilidade, as tuas respostas serão utilizadas para o desenvolvimento de alternativas. Tais alternativas, constituirão o trabalho final da disciplina de Pesquisa em Ensino.

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### PARA A PRÁTICA NA ESCOLA DA DISCIPLINA

### PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

Você está sendo convidado(a) para participar da atividade Prática na Escola, desenvolvida na disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, do currículo obrigatório do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A atividade a ser desenvolvida pelo(a) licenciando(a) consiste na identificação, junto a professores da rede de escolas públicas do RS, de problemas diretamente relacionados ao ensino e aprendizagem de Física, cuja possibilidade de solução é de particular interesse do(a) professor(a) a ser entrevistado(a). Então, o(a) licenciando(a) buscará alternativas de encaminhamento para a solução do problema à luz da Pesquisa em Ensino de Física. Tal construção contará com a orientação da professora da disciplina de Pesquisa em Ensino de Física, Profa. Eliane Angela Veit. Ao final do semestre haverá uma exposição curta dos resultados, para a qual você já está sendo convidado/a. Também será elaborado um texto, que lhe será encaminhado. Sua participação se dará por meio de uma entrevista e eventuais esclarecimentos posteriores, se necessários.

A atividade será desenvolvida por Yaffa Bruxel Rabeno, estudante do curso de Licenciatura em Física.

Informamos que:

- sua participação é totalmente voluntária e sem nenhum benefício financeiro;
- as informações coletadas na atividade poderão ser divulgadas para fins acadêmicos, mas sua identidade será mantida de forma anônima;
- a pesquisa não oferece riscos aos participantes, a não ser eventualmente algum constrangimento pelas respostas fornecidas ou pelo comportamento frente a certas situações propostas;
- você poderá se recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que lhe seja feita;
- o áudio da entrevista concedida dentro da atividade será gravado, para uso na disciplina, sendo a sua identidade e a da escola preservadas;
- você poderá interromper seu consentimento ou interromper sua participação na atividade a qualquer momento, informando ao/à licenciando/a ou à Profa. Eliane Veit;
- este termo foi elaborado em duas vias, uma para você, participante, e outra para a professora responsável.

Eu, (nome do professor), CPF _____, 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.