

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS CAMPOS BELOS
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

ELIANE BERNARDES COSTA CUNHA

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA O ENSINO MÉDIO**

**CAMPOS BELOS / GO
2021**

ELIANE BERNARDES COSTA CUNHA

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática como requisito parcial para a obtenção de título de Especialista.

Orientador: Thiago Sebastião de Oliveira Coelho

**CAMPOS BELOS/GO
2021**

ELIANE BERNARDES COSTA CUNHA

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática como requisito parcial para a obtenção de título de Especialista.

Aprovado em 30 de setembro de 2021.

Thiago Sebastião de Oliveira Coelho
IF Goiano Campos Belos
Presidente / Orientador

Darsilvio Rodrigues Melatti Jr.
IF Goiano Campos Belos
Membro interno

Juliana Pereira Duarte
IF Goiano Ceres
Membro interno

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: ELIANE BERNARDES COSTA CUNHA

Matrícula: 2019106301140221

Título do Trabalho: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA O ENSINO MÉDIO

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 08/11/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não


O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Campos Belos, 04/11/2021.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do orientador



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 23/2021 - CPPGI-CB/CMPCBE/IFGOIANO

ATA DO EXAME DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

Eliane Bernardes Costa Cunha

Aos trinta dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e um, às 14h (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso, em nível de Pós-graduação Lato Sensu, de autoria de Eliane Bernardes Costa Cunha, discente do curso de Pós-graduação Lato Sensu em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Me. Thiago Sebastião de Oliveira Coelho, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a discente para, no tempo de 20 a 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho intitulado "**Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Óptica Geométrica para o Ensino Médio**". Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o curso de Pós-graduação Lato Sensu em Ensino de Ciências e Matemática, e procedidas às correções recomendadas, o Trabalho de Conclusão de Curso foi **APROVADO COM RESSALVAS**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega definitiva do TCC e cumprimento de todos os requisitos necessários, em acordo com a orientação normativa 01/2021 da Coordenação de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Trabalho de Conclusão de Curso, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Justificativas e comentários sobre o trabalho.

O trabalho se mostra relevante no sentido de propor uma metodologia para o ensino de Física.

Sugestões de alterações do trabalho.

Foram sugeridas modificações gramaticais em algumas partes do texto e também algumas adequações na organização da sequência didática, como por exemplo, a exposição dos objetivos em cada passo. Foi sugerido que a discente discorra mais sobre a viabilidade da aplicação do trabalho em sala de aula. Fazer uma crítica (positiva e negativa) sobre a sequência.

(Assinado Eletronicamente)

Thiago Sebastião de Oliveira Coelho (Orientador)

(Assinado Eletronicamente)

Darsilvio Rodrigues Melatti Jr. (Membro titular)

(Assinado Eletronicamente)

Juliana Pereira Duarte (Membro titular)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Juliana Pereira Duarte**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/10/2021 20:56:38.
- **Darsilvio Rodrigues Melatti Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/10/2021 12:09:58.
- **Thiago Sebastiao de Oliveira Coelho**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/10/2021 10:36:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/10/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 313834

Código de Autenticação: 86258a8ec9



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Campos Belos

Rodovia GO-118 Qd. 1-A Lt. 1 Caixa Postal nº 614, Setor Novo Horizonte, CAMPOS BELOS / GO, CEP 73.840-000

(62) 3451-3386

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar e iluminar minha trajetória, me dando muita saúde e força para superar as dificuldades.

Agradeço aos meus pais Valdecy Castro e Luzimaria Bernardes, agradeço a minha Vovó Tereza Bernardes, por tudo que fizeram por mim com amor, ensinando-me a ser uma pessoa decente, buscando meus sonhos sempre de forma honesta.

Agradeço a todos familiares e amigos, por confiarem na minha capacidade, proporcionando-me paz durante esse trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Me. Thiago Sebastião de Oliveira Coelho pela ajuda e apoio, com muita competência, sabedoria e paciência.

Agradeço a todos que fizeram parte do meu trabalho direta ou indiretamente.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3. METODOLOGIA	16
3.1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	17
4. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	20
5. RESULTADOS ESPERADOS	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO A — HISTÓRIA DA LUZ	30
ANEXO B — FORMAÇÃO DE IMAGENS	32
ANEXO C — SOL-TERRA-LUA	33
ANEXO D — QUESTÃO OBA	34
ANEXO E — COMO FAZÍAMOS SEM ESPELHOS	35
ANEXO F — ESPELHO ATRAI RAIOS?	36
ANEXO G — ESPELHO URBANO	37
ANEXO H — ILHAS DE CALOR	39
ANEXO I — MAPAS MENTAIS	41
ANEXO J — QUESTIONÁRIO PÓS-ALICAÇÃO DA UEPS	42

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA O ENSINO MÉDIO**

Eliane Bernardes Costa Cunha¹

¹Pós-graduanda em Ensino de Ciências e Matemática no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação Goiano/Campus Campos Belos. Licenciada em Matemática pela Universidade Federal do Tocantins. E-mail: elianebernardes@uft.edu.br

RESUMO

O presente trabalho traz uma proposta de sequência didática embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Nela, foram abordados os conteúdos de Óptica Geométrica, que estão presentes na disciplina Física da 2ª série do Ensino Médio. Propomos o uso de recursos tecnológicos para facilitar a aprendizagem da parte teórica, geométrica e algébrica inerente ao estudo da propagação da luz e a sua interação com dispositivos ópticos. Considerando a Óptica Geométrica como um conteúdo pouco explorado na Física, neste trabalho focamos em preparar um caminho para que o estudante, partindo do seu conhecimento prévio e com o intermédio do professor, seja capaz de assimilar conceitos de óptica de forma significativa e que seja capaz de associar tudo isso a situações cotidianas (fases da lua, eclipses, espelhos, etc.). Para nos orientar em relação a esta investigação, definimos a seguinte questão de pesquisa: de que forma uma sequência didática baseada no conhecimento prévio dos estudantes pode facilitar a aprendizagem em Óptica Geométrica? Para o desenvolvimento da questão-problema, definiu-se como objetivo geral a construção de uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) que aborde o ensino de óptica geométrica. Devido à pandemia de COVID-19, não foi possível aplicar a sequência didática, já que as aulas foram suspensas de forma presencial, mas fomos capazes de apontar vantagens e desvantagens da mesma, falhas, potenciais, com argumentos baseados na TAS (Teoria da Aprendizagem Significativa). Verificando a maneira como as atividades foram elaboradas, acredita-se que foi satisfatória a construção da Sequência didática para o estudo da Física, promovendo situações onde a aprendizagem pode ser mais próxima da significativa.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Ensino de Física. Unidade de ensino potencialmente significativa.

ABSTRACT

This work presents a proposal for a didactic sequence based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. In it, the contents of Geometrical Optics, which are present in the Physics discipline of the 2nd grade of high school, were addressed. We propose the use of technological resources to facilitate the learning of the theoretical, geometric and algebraic part inherent to the study of light propagation and its interaction with optical devices. Considering Geometrical Optics as a little explored content in Physics, in this work we focus on preparing a way for the student, starting from his previous knowledge and with the intermediary of the teacher, to be able to assimilate concepts of optics in a significant way and to be able to associate all of this with everyday situations (moon phases, eclipses, mirrors, etc.). To guide us in this investigation, we defined the following research question: how can a didactic sequence based on students' prior knowledge facilitate learning in Geometrical Optics? For the development of the problem-question, it was defined as general objective the construction of a UEPS (Potentially Significant Teaching Unit) that addresses the teaching of geometric optics. Due to the COVID-19 pandemic, it was not possible to apply the didactic sequence, as the classes were suspended in person, but we were able to point out its advantages and disadvantages, potential flaws, with arguments based on the TAS (Learning Theory Significant). Checking the way the activities were developed, it is believed that the construction of the didactic sequence for the study of Physics was satisfactory, promoting situations where learning can be closer to meaningful.

Keywords: Meaningful learning. Teaching Physics. Potentially significant teaching unit.

1. INTRODUÇÃO

A docência é uma profissão que requer dedicação e aperfeiçoamento contínuos. O professor é peça fundamental no desempenho dos seus alunos durante a vida escolar. Ter um ensino de qualidade é um dos grandes desafios enfrentados pelos professores devido à desvalorização, falta de recursos, violência e ambiente escolar pouco atrativo. Todas essas questões podem ser enfrentadas por meio de políticas públicas apropriadas. Para que tenhamos uma educação de qualidade é necessário muito mais do que a dedicação de um professor, exige planejamento, investimento e estratégia dos gestores.

Frente aos problemas apresentados, o ensino de Física tem o desafio peculiar de ser uma ciência exata. A matemática é tida como um assunto complexo para os alunos e muitos professores utilizam tal fato para explicar o seu fracasso em Física. Para eles, ter uma boa base matemática é garantia de sucesso na aprendizagem da Física, mas, ela é apenas uma linguagem estruturante do seu pensamento. A linguagem matemática traz vantagens para o ensino da Física, onde as duas estão ligadas fortemente, necessitando uma da outra para explicar muitos fenômenos que ocorrem na natureza. O trabalho aqui exposto tem por objetivo propor formas de facilitar o ensino de Física utilizando a Óptica Geométrica como tema direcionador.

Para o ensino de Óptica, um agravante é a simbologia inerente à linguagem da matemática. No caso da Óptica para o Ensino Médio, a geometria costuma ser o principal empecilho para a aprendizagem. No trabalho aqui exposto, recomenda-se o uso de recursos tecnológicos para facilitar a aprendizagem da parte teórica, geométrica e algébrica inerente ao estudo da propagação da luz e a sua interação com dispositivos ópticos. Sendo assim, um dos objetivos específicos está em propor o uso de uma sequência de passos que envolvem a interação com recursos tecnológicos e outras atividades que visam facilitar a aprendizagem em Óptica Geométrica.

A sequência didática proposta é embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Moreira em sua obra “Unidade de Ensino Potencialmente significativas-UEPS” (MOREIRA, 2011b), sugere a construção de uma sequência didática que objetiva facilitar a aprendizagem significativa. Para Ausubel, a aprendizagem deve ser baseada no que os alunos já conhecem, isto é, o conhecimento prévio (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011a). Dessa forma, o conhecimento que o aluno vai adquirir deve ter relação com aquilo que ele já sabe.

A escolha do tema direcionado à aprendizagem significativa foi feita a partir da identificação de dificuldades observadas em sala de aula. Dificuldades essas relacionadas a assimilação dos conteúdos e seu vínculo com a realidade vivenciada pelos indivíduos. É possível constatar que a aprendizagem é mais eficaz quando o educando tem a possibilidade de estudar os conteúdos através de outras ferramentas além da aula tradicional, limitada ao livro didático, quadro e pincel. Moreira (2018) cita que, o ensino de física está em crise. A carga horária semanal diminuiu, as aulas de laboratório praticamente não existem, faltam professores nas escolas e os que existem são orientados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas e os conteúdos são abordados da maneira mais tradicional que existe, totalmente centrada no professor.

Um ponto a se destacar é que os avanços tecnológicos têm surtido efeitos em todos os setores da sociedade, inclusive na Educação. Atualmente, podemos contar com máquinas e/ou simuladores que, como ferramenta pedagógica, são facilitadores da aprendizagem. Contudo, geralmente são os estudantes os mais familiarizados com as novas tecnologias e os novos meios de comunicação, e não os professores. Em um universo de mudanças, responsabilidades e afazeres, os professores podem se perder “para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer.” (BRASIL, 2002, p.2)

Zabala (1998) defende que uma das metodologias fundamentais para serem utilizadas em sala de aula é a elaboração e a aplicação de sequências didáticas. Toda a prática pedagógica exige uma organização metodológica para ser executada. A estrutura dessa sequência de atividades permite que os professores atinjam diretamente as necessidades de aprendizagem individual dos estudantes, fazendo com que, cada indivíduo, trabalhe a sua aprendizagem. Ainda de acordo com Zabala (1998), sequência didática é: “Uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas”.

[...] as sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento: Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (LIMA, 2018 *apud* BRASIL, 2012, p-21).

Dessa forma, o professor surge como mediador, buscando novas formas de ensino, respeitando os conceitos, as relações com o processo de ensino e aprendizagem e as novas formas de ensino, onde os alunos possam ser construtores do seu próprio conhecimento.

Por este motivo, a sequência foi pensada para permitir ao educador o enriquecimento de sua metodologia através de uma sequência que foca no conhecimento prévio dos alunos, tornando suas aulas mais motivadoras e dinâmicas, incentivando o aluno a participar.

Para que possamos nos orientar em relação a esta investigação, definiu-se a seguinte questão-foco para a pesquisa: de que forma uma sequência didática baseada no conhecimento prévio dos estudantes pode facilitar a aprendizagem em Óptica Geométrica?

Nesse sentido, apresentamos um trabalho de abordagem qualitativa, concebido na elaboração de uma sequência didática guiada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Espera-se que o trabalho possa contribuir ao ressaltar o uso desta metodologia na sala de aula, e que sirva de material de apoio para o ensino de Óptica na Física.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Muitas são as teorias sobre aprendizagem, algumas partem de princípios sociais, outros biológicos e outros cognitivos. A teoria da aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel é considerada cognitiva – se preocupa com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição (MOREIRA; MASINI, 2006). Defende que o conhecimento é armazenado na mente do indivíduo de forma organizada e dinâmica, a partir do que chama de estrutura cognitiva. Essa estrutura seria o local em que os conhecimentos são produzidos, processados, organizados e armazenados.

Segundo Ausubel (*apud*. MOREIRA, 2011a), a aprendizagem significativa é decorrente da interação entre as novas informações e as já existentes na estrutura cognitiva. Essa interação ocorre através de um processo (não-litera e não-arbitrário) em

que a informação já existente serve de base para a nova informação, o resultado dessa interação é o que Ausubel denomina de aprendizagem significativa.

Nos processos de ensino e aprendizagem é de suma importância que se considere o conhecimento prévio do educando. Para Ausubel, “O fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe. Averigue isto e ensine o aluno em conformidade” (AUSUBEL, 1968, *apud* NOVAK; GOWIN, 1996, p.56).

Moreira (2006, p.38) afirma que “a aprendizagem significativa é o processo por meio do qual novas informações adquirem significado por interação (não associação) com aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva”. A partir dessa consideração percebe-se que um dos aspectos que mais influencia no processo de aprendizagem do aluno é o que ele já sabe, o seu conhecimento adquirido de maneira informal antes do contato com a educação formal constitui a base para que aconteça seu desenvolvimento. A prática pedagógica deve ser trabalhada levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos.

Tal conhecimento ou informação, já consolidada, que ancora à nova, é chamada de subsunçor. Segundo Moreira (2006), o subsunçor é uma ideia, um conceito que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

Além da aprendizagem significativa tem-se outra maneira de aprender, que Ausubel chama de aprendizagem mecânica. A aprendizagem mecânica é tida como uma atividade onde há obtenção de informação, mas não ocorre o vínculo dessa nova informação com outra já adquirida. Esse tipo de aprendizagem não é necessariamente o oposto da aprendizagem significativa, mas um ponto de partida, estabelecendo uma relação de continuidade (MOREIRA, 2011a). A aprendizagem Mecânica não é o oposto da significativa, ela pode ter a sua importância. Contudo, não é preferível que os alunos aprendam de forma mecânica, porque ela, por si só, e como fim, é vazia e não colabora para a aprendizagem que é proposta pela teoria de Ausubel.

A estrutura cognitiva é dinâmica, e os dois processos principais por trás desse dinamismo são a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Para Ausubel, esses processos não são apenas naturais, mas essenciais para facilitar a aprendizagem significativa, já que a ideia é tornar o subsunçor cada vez mais elaborado, modificado. Segundo Moreira (2006), os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas.

A diferenciação progressiva sugere que, no âmbito da educação formal, durante a apresentação do conteúdo, os conceitos gerais sejam apresentados no início do trabalho, fazendo com que os alunos criem, gradativamente, uma rede de subsunções que vai se fortalecendo de acordo com o desenvolvimento do cronograma, partindo dos aspectos gerais para os específicos. A TAS propõe que o indivíduo cria em sua estrutura cognitiva uma rede mais significativa de conhecimento quando internaliza conceitos gerais que vão se fortalecendo à medida que novas informações, mais específicas, vão sendo acrescentadas.

Já a reconciliação integrativa explora a relação entre as ideias, promove a observação das diferenças e similaridades de aspectos mais específicos. Moreira (2006) afirma que, em busca de organização cognitiva, o ser que aprende vai, ao mesmo tempo, diferenciando progressivamente e reconciliando integrativamente os conhecimentos adquiridos. Assim, o ensino será mais facilitador da aprendizagem significativa se considerar processos como princípios organizadores.

Ausubel propõe que esses dois princípios podem ser implementados a partir dos chamados organizadores prévios. Para Moreira (2011a), organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si, o objetivo é manipular a estrutura cognitiva visando facilitar a aprendizagem significativa. São conceitos apresentados em um nível alto de abstração e generalidade com o objetivo de servirem como âncora e/ou ponte para os conceitos subsequentes.

A TAS será útil ao nosso trabalho pois é uma forma de organização de ideias e planejamento. Para ter um significado, a aprendizagem de um novo conteúdo precisa partir daquilo que o aluno já sabe, organizando as ideias e integrando-as na estrutura cognitiva já existente, desenvolvendo algo mais concreto ao novo conteúdo adquirido. Importante ressaltar que, um dos pré-requisitos para que a aprendizagem significativa seja facilitada é que o material possibilite que o estudante possa assimilar os conceitos de forma significativa. Não existe um "material correto", ou "material significativo", mas sim, sequências de passos que focam nos aspectos principais os quais se baseiam a TAS. Por isso, dizemos que, para que a aprendizagem possa ser significativa, o material deve ser "potencialmente significativo". No próximo tópico veremos como a TAS pode ser aplicada de forma proveitosa na preparação de um material de ensino com essas características.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho de ensino possui um enfoque teórico descritivo, crítico, experimental e reflexivo conduzido principalmente pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A abordagem metodológica dessa pesquisa é, portanto, qualitativa, propondo uma sequência de atividades à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Considerando a Óptica Geométrica como um conteúdo pouco explorado, neste trabalho vamos propor uma sequência didática focada em preparar um caminho para que o estudante, partindo do seu conhecimento prévio e com o intermédio do professor, assimilando conceitos de óptica de forma significativa e que seja capaz que associar tudo isso a situações cotidianas (fases da lua, eclipses, espelhos, etc.).

Muitos professores têm dificuldade em abordar tal conteúdo em sala de aula, e como professora atuante afirmo que, por ser um tema que geralmente aparece no final do ano letivo, quando é trabalhado, muitas vezes o foco é dado apenas aos conceitos da Óptica Geométrica, a parte matemática fica vaga.

Devido à pandemia de COVID-19, não foi possível aplicar a sequência didática, já que as aulas foram suspensas de forma presencial. No entanto, esse trabalho pode ajudar os professores em suas aulas remotas, adequando a sequência didática para a aplicação, já que os simuladores, textos e outras atividades podem ser adaptados.

Para dar seguimento e base aos estudos, fizemos um levantamento de trabalhos que abordem temas sobre óptica geométrica, de forma relevantes para nossa pesquisa.

Silva e Martins (2010), apresentam uma experiência da análise de uma unidade didática que propõe a introdução de elementos da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio como subsídios à aprendizagem de conceitos da óptica, de forma geral, e de aspectos relativos à natureza da ciência, de forma específica. A análise dos dados apontou para aspectos favoráveis, apontando êxito na aprendizagem da maioria dos alunos.

Goulart, Ilíbio e Selhorst (2015), desenvolveram em seu trabalho uma sequência didática envolvendo experimentos de óptica, voltada à exploração de conceitos de refração e reflexão da luz. A experiência foi desenvolvida pelos bolsistas de Iniciação à Docência do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) da Unisul, subprojeto de Física. A sequência didática, envolvendo alunos das escolas

participantes do programa, permitiu associar teoria e prática, levando à visualização dos diferentes trajetos dos feixes de luz sobre um papel branco. As atividades realizadas alcançaram seu objetivo maior, propiciando os alunos a desenvolver habilidades contribuindo com a formação do futuro professor.

Silva, Sales e Castro (2018), investigaram as contribuições da gamificação para motivar a aprendizagem significativa nas aulas de Física. Para isso, realizou-se um estudo quase-experimental, envolvendo grupo controle (GC), que teve aulas tradicionais, e grupo experimental (GE), o qual teve aulas gamificadas com o auxílio do ambiente *Moodle Help Class Online*. O resultado mostrou que houve motivação aos alunos o uso da gamificação da sequência didática.

Cunha (2011), traz uma proposta de sequência didática utilizando estratégias para o ensino de Óptica. Possibilitando ao professor, através de um ensino de Física contextualizado, contribuir com a reforma curricular estabelecida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), inseridos dentro do contexto de ensino da EJA.

Cardoso, Batista e Souza (2019), desenvolveram um trabalho que aborda parte dos conteúdos de Óptica Geométrica que é as propriedades geométricas da propagação da luz, utilizando o celular e a fotografia como instrumentos para a aprendizagem significativa crítica, evidenciando os fenômenos ópticos e reproduzindo alguns problemas de visão sem a necessidade de tratamentos especiais, ou uso de aplicativos para produção desses problemas.

Foi observado que durante a leitura e buscas dessas referencias, os autores trabalham com a parte conceitual da Óptica Geométrica. Com caráter diferenciado, buscamos fazer abordagens trabalhando a propagação da luz e a sua interação com dispositivos ópticos, buscando assimilar conceitos de óptica e situações cotidianas dos alunos, onde usaremos o simulador para facilitar a compreensão, trabalhando conceitos como eclipses, fases da lua, etc.

3.1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

Na proposta didática dessa pesquisa os passos seguidos foram os indicados por Moreira (2011b) em seu trabalho voltado para a construção das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS); sequências de ensino que facilitam a

aprendizagem significativa, e podem, inclusive, estimular a pesquisa aplicada diretamente à sala de aula.

Segundo Moreira (2011b), a construção de uma UEPS segue um objetivo, uma filosofia e um marco teórico, sendo:

Objetivo: desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadora da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.

Filosofia: só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

Marco teórico: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (a exemplo de Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009), as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D. B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990 Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M. A. Moreira (2005). (MOREIRA, 2011b, p. 3).

Para Moreira (2011b, p.3) o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo para o aprendiz. Para isso ele propõe oito passos, que ele define como aspectos sequencias.

- O primeiro é definir o tópico que será abordado, a partir de aí quais subsunçores serão usados e traçar as estratégias necessárias no contexto da matéria de ensino.
- Segundo passo, criar estratégias para investigar quais dos subsunçores estão presentes na estrutura cognitiva dos estudantes que serão relevantes para a aprendizagem significativa do tópico em pauta.
- Na terceira etapa, realiza-se a proposição de situações-problema em nível introdutório, podendo envolver o tópico de ensino, mas sem tratá-lo na íntegra.
- Na quarta etapa apresentar o conteúdo a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva. Nessa parte da UEPS o professor deve estar atento, pois o conteúdo deve ser apresentado de maneira clara e objetiva, podendo favorecer ao aluno uma aprendizagem significativa
- Na quinta etapa sugere a retomada do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, com nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação, com o intuito de promover a reconciliação integrativa.
- A sexta característica, sugere a conclusão da UEPS dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do

conteúdo em questão, buscando a reconciliação integrativa, em nível de maior complexidade, apresentando as partes relevantes do conteúdo e trazendo novas situações-problemas.

➤ A sétima e oitava etapa é a parte da verificação da aprendizagem se houve ou não uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. A avaliação deve ser feita ao longo da implementação da UEPS, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Moreira (2011b) apresenta ainda, três aspectos transversais:

- em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;
- como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;
- embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais. (MOREIRA, 2011b, p.5)

Para que se tenha um material potencialmente significativo, Moreira (2011b) destaca que, o significado está nas pessoas, não nas coisas. Não há aulas ou livros significativos, mas podem ser potencialmente significativos e para isso devem ser relevantes e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar sentido aos conhecimentos veiculados por esses materiais.

Na UEPS construída, foram utilizados mapas mentais em forma de atividade para os alunos, uma ferramenta de grande valia no processo de ensino. Segundo a teoria de Johson-Laird, *apud* Moreira (2011a, p. 164) modelos mentais são fundamentais para a compreensão da cognição humana, no qual o sujeito constrói novos modelos mentais a partir da recursividade de modelos anteriores. Para Moreira (2011a) modelo mental tem um único compromisso que é o da funcionalidade para o sujeito. Dessa forma os alunos reproduzem o modelo mental a partir do que os professores ensinam. Então essa é uma ferramenta muito útil para a aprendizagem dos alunos e para ajudar no trabalho do professor.

No tópico a seguir, apresentaremos a UEPS que foi construída seguindo a linha de pensamento de Moreira (2011b) citado acima. Lembrando que as etapas podem ser adaptadas de acordo com cada contexto escolar.

4. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Partimos da seguinte tarefa: construir uma sequência didática sob o formato de uma UEPS. Essa proposta conta com os conteúdos de Óptica Geométrica, que está presente na parte inicial do quarto bimestre da disciplina Física na 2ª Série do Ensino Médio. Importante enfatizar que o uso da UEPS não garante uma aprendizagem significativa, mas, pode contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo, levando em consideração que o professor é livre para fazer modificações de acordo com o contexto e realidade dos seus alunos.

Óptica geométrica: propagação e reflexão da luz

Disciplina: Física

Série: 2º Ano Ensino Médio

Objetivo: Facilitar a construção de significados sobre a propagação da luz, seus raios e feixes, assim como as leis da reflexão e suas implicações.

Sequência:

Situação inicial:

Objetivo: Analisar o conhecimento prévio dos alunos

Em um primeiro momento será aplicado um pré-teste para os alunos, propondo questões conceituais que ajudarão em um levantamento dos seus conhecimentos prévios. As perguntas envolvem a construção de conceitos básicos da óptica geométrica: **a)** Na sua concepção o que é luz? **b)** Porque percebemos as cores? **c)** Como e quando se formam os arco-íris ? **d)** Como se formam as fases da lua? **e)** Como acontecem os eclipses? Porque? **f)** Como sua imagem é refletida no espelho? **g)** Para você, o que é um espelho plano?

Entregar à turma cópias do texto “Um Pouco da História da Luz Segundo o Olhar do Homem” (ANEXO A). Ao final da leitura propor aos estudantes que respondam aos questionamentos: por que conseguimos enxergar os objetos? O que é necessário para que os objetos sejam vistos? Finalizando com um debate.

Atividade prevista para 1 aula/ 50 minutos

Situações-problema iniciais:

Objetivo: Compreender o desvio da luz na interface entre dois meios e o que determina um ângulo.

1º momento: com auxílio do simulador “Desvio da Luz” disponível no site de simulações interativas PHET Colorado (phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light), apresentar conceitos básicos de Óptica Geométrica: fontes de luz, raio e feixe de luz, propagação da luz, reflexão e refração da luz. O simulador pode ser aproveitado para demonstrar as leis da reflexão. Por fim, o professor deve propor uma discussão de forma geral e introdutória – com a intenção de trabalhar o conhecimento prévio dos alunos – em torno das seguintes questões: a) Qual o princípio de funcionamento da câmeras fotográficas? b) Como se formam as imagens? c) Como satélites conseguem fotografar a superfície da Terra?

2º momento:

Objetivo: mostrar como se dá a formação de imagens nas câmeras fotográficas e no olho humano.

Exibir o vídeo “Como fazer cinema na caixa” disponível no canal do YouTube *Manual do Mundo* (youtube.com/watch?v=9JBs4T-sd6E). À partir da discussão sobre o vídeo, mostrar como se dá a formação de imagens nas câmeras fotográficas e no olho humano. Para isso, serão utilizadas as figuras presentes no ANEXO B. Como forma de explorar matematicamente a discussão sobre o vídeo, os estudantes deverão responder às questões: a) O que aconteceria com a imagem se o tamanho do orifício aumentasse? b) O tamanho da imagem sofreria modificação se o objeto se aproximasse ou se afastasse da câmara?

As questões servirão de base para que uma relação matemática entre o tamanho da imagem e a sua dependência com o tamanho da caixa, o tamanho do objeto, e a distância do objeto à caixa. Para aplicar a semelhança de triângulos em outra situação,

os estudantes devem responder à seguinte questão: Um prédio projeta no solo uma sombra de 30 metros de extensão no mesmo instante em que uma pessoa de 1,80 metros projeta uma sombra de 2,0 metros de comprimento. Pode-se afirmar que a altura do prédio é de quantos metros?”

Atividade prevista para 1 aula/50 minutos

Revisão e aprofundamento:

Objetivo: Enfatizar o posicionamento da Lua em relação à Terra nas quatro principais fases.

1º momento: Iniciar um debate sobre o tema: fases da Lua. Utilizar como guia os seguintes questionamentos: a) Por que enxergamos a Lua? b) Como a Lua se move em torno da Terra? c) Por que enxergamos sempre a mesma face da Lua?

Utilizar uma simulação sobre as fases da Lua para facilitar a visualização do sistema. (http://higher.ed.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::800::600::/sites/dl/free/007299181x/78778/Lunar_Nav.swf::Lunar%20Phases%20Interactive). Enfatizar o posicionamento da Lua em relação à Terra nas quatro principais fases. Aprofundar no tema propondo à turma as questões: a) O que são eclipses? b) Qual a diferença entre sombra e penumbra? c) Só ocorrem eclipses com luas e planetas? d) Por que não temos um eclipse do Sol sempre que a fase da Lua é cheia?

Utilizar imagens para representar a posição relativa do sistema Sol-Terra-Lua e as regiões de sombra e penumbra (ANEXO C). Orientar aos estudantes para que respondam uma questão da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) sobre o tema discutido neste encontro (ANEXO D).

Atividade prevista para 1 aula/50 minutos

2º momento:

Objetivo: Apresentar curiosidades sobre os espelhos.

Para uma discussão conjunta sobre espelhos, apresentar os textos “Como fazíamos sem espelhos?” (ANEXO E) e “Espelho atrai raios? É perigoso ficar em frente dele quando está caindo uma tempestade?” (ANEXO F).

A discussão será orientada pelas seguintes perguntas: a) Por que o espelho era utilizado como moeda de troca no passado? b) Atualmente, como são fabricados os espelhos? c) Qual a utilidade de espelhos no cotidiano?

Finalizar com a exibição do vídeo “O segredo das coisas – Espelhos” (<https://www.youtube.com/watch?v=2ab9Ttnmt00>) que mostra como são feitos os espelhos em procedimentos industrializados. Para finalizar, os estudantes devem responder o seguinte questionamento: explique como alguns equipamentos obtêm a medida de distâncias utilizando a luz LASER. Comentar sobre os retrorrefletores deixados na Lua durante a missão Apolo 11, em 1969.

Atividade prevista para 1 aula/50 minutos

3º Momento:

Objetivo: Entender as características da imagem formada por espelhos planos.

Propor aos estudantes que reflitam sobre as características da imagem formada por espelhos planos: a) A imagem gerada no espelho tem o mesmo tamanho do objeto? b) A distância do objeto ao espelho é diferente da distância da imagem ao espelho? c) A imagem observada encontrava-se antes do espelho, na superfície ou atrás do espelho? d) Como a imagem teria sido formada já que o raio não atravessa o espelho? e) Por que as palavras impressas na parte da frente de ambulâncias são pintadas ao contrário?

Para investigar sobre tais características, organizar a sala em grupos, de forma que cada um dos grupos disponha de um espelho. O espelho deverá ser colocado na posição vertical sobre uma folha milimetrada. Solicitar para que os alunos coloquem uma bola pequena em frente ao espelho e tentem posicionar outro exatamente sobre a imagem da primeira, atrás do espelho, com um laser foque na primeira bola. Pedir aos alunos que façam um esquema no caderno, representando a primeira bola, sua imagem e os raios de luz incidentes e refletidos. Por fim, os estudantes devem apresentar um esquema que seja capaz de representar um espelho plano e as características das imagens por ele formadas.

Atividade prevista para 2 aula/50 minutos

Nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade:

Objetivo: Compreender a diferença de temperatura entre regiões urbanas e no campo e o albedo de alguns materiais.

Expor os seguintes questionamentos:

a) Você sabe o que é albedo? b) E ilhas de calor? c) Já percebeu que à noite uma parede que recebe maior incidência solar parece mais quente?

Serão apresentadas duas imagens (ANEXO G) para que os estudantes possam comentar e associá-las aos questionamentos. Em uma das imagens há um gráfico com a diferença de temperatura entre regiões urbanas e no campo, e a outra mostra o albedo de alguns materiais. Neste momento, o professor deve utilizar uma parte do encontro para discutir o que acontece com a radiação do Sol que atinge o nosso planeta, isto é: radiação incidente = radiação refletida + radiação absorvida.

Utilizar o texto “O que são ilhas de calor” (ANEXO H) para uma leitura em conjunto com os alunos.

Atividade prevista para 1 aulas/50 minutos

Avaliação somativa individual:

Objetivo: Reforçar conceitos como reflexão, absorção e emissão de radiação.

Solicitar para que os alunos construam um mapa mental em torno das ilhas de calor, para que reforcem conceitos como reflexão, absorção e emissão de radiação. Os primeiros minutos da aula serão destinados a orientação do professor aos alunos sobre o que é um mapa mental, mostrando alguns exemplos, como os apresentados no ANEXO I.

Atividade prevista para 2 aula/ 50 minutos

Encontro final e avaliação da UEPS:

Objetivo: Verificar se a sequência de atividades é válida.

Fazer uma análise qualitativa com os alunos através da aplicação de um questionário direcionado à avaliação em relação à UEPS, para verificar se a sequência de atividades é válida (ANEXO J).

Atividade prevista para 1 aulas/ 50 minutos

5. RESULTADOS ESPERADOS

A sequência didática aqui proposta foi dividida em seis etapas. Na primeira etapa temos a situação inicial, onde foi feito um questionário pré-teste para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre alguns conceitos do seu dia-a-dia. O questionário contém conceitos/tópicos relacionados ao estudo da Óptica Geométrica, tendo relação com o conhecimento que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva, sendo âncora com o novo a ser adquirido. Mesmo aqueles que acham que nada sabem sobre o assunto, irão a partir desta atividade, aprender outros novos, onde serão necessários para os seguintes processos de ensino-aprendizagem.

Na segunda etapa, apresentou-se os conceitos básicos da Óptica Geométrica, o que pode levar o indivíduo a expressar seu conhecimento prévio do conteúdo em questão, preparando para a introdução de um novo, tendo como objetivo verificar se existe conexão entre a estrutura cognitiva e os subsunções da primeira atividade. Através dos conhecimentos prévios verificaremos o que pode e de que maneira devem ser realizadas as questões de nível introdutório, servindo como organizador prévio e uma boa aceitação para o novo conhecimento.

A terceira etapa foi dividida em três momentos: no primeiro momento foram trabalhadas as fases da lua, no segundo momento o espelho plano e no terceiro momento as imagens formadas pelo espelho plano. Como deve-se esperar que os alunos já estão familiarizados com os temas propostos, o professor pode fazer conexão entre os três momentos e os conceitos dentro da Óptica como por exemplo, relacionar as fases da lua com a reflexão da luz pois, da mesma maneira que todos os planetas do Sistema Solar, a lua não possui luz própria, seu brilho é o reflexo da luz do Sol. Assim como a formação das imagens no espelho, que é formada através do cruzamento de raios de luz.

Na quarta etapa, foi trabalhado as ilhas de calor e mapa mental, onde pode ser retomado o conteúdo, porém, de forma mais complexa, promovendo a diferenciação progressiva. Ressalta-se que as ilhas de calor são fenômenos climáticos que ocorrem nas grandes cidades, devido a remoção da vegetação e assim, favorecendo o aumento do calor em consequência da reflexão da luz e a radiação do sol. Os alunos devem relacionar esse fenômeno aos conteúdos vistos na Óptica nas etapas anteriores, e com isso, produzindo ideias para a criação do mapa mental.

A quinta etapa, foi dividida em dois momentos. Em um primeiro momento, sugerimos que o professor apresente alguns exemplos de mapas mentais e em seguida deixe um tempo destinado para que os estudantes produzam seu próprio mapa mental, mostrando de que maneira os conceitos trabalhados foram assimilados. A ideia central é manter a atenção na forma como expressam o que aprenderam em conexão com o que já sabiam.

Na sexta e última etapa, será aplicado um questionário por meio do qual os alunos poderão avaliar a sequência didática que foi desenvolvida com eles. Essa avaliação é de grande importância pois através dela o professor poderá validar sua UEPS, fazendo as mudanças caso necessário.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolver uma sequência de aulas e atividades planejadas que foca no conhecimento prévio não é uma tarefa fácil requer planejamento e tempo, mas é algo que precisa se tornar frequente em sala de aula. Dessa forma, os professores devem repensar suas estratégias de ensino, buscando novos conhecimentos para tornar suas aulas mais interessantes e prazerosas, de acordo com os conteúdos abordados, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos.

Neste sentido, o uso da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) se apresenta como um referencial teórico metodológico rico, ampliando as possibilidades de ensino do professor. Tal proposta é feita com o intuito de aumentar essas possibilidades. Possíveis mudanças podem ser realizadas, de acordo com a realidade de cada escola, desde que mantenha os objetivos metodológicos e teóricos elaborados da sequência.

Com experiência em sala de aula, percebi que a dificuldade dos alunos em entender os conteúdos das ciências exatas, principalmente em Física, pode ser amenizada através de aulas experimentais, que auxilia na compreensão dos conteúdos apresentados e seu uso no cotidiano, proporcionando uma relação entre teoria e prática. De acordo com as etapas seguidas para a construção e a aplicação de uma UEPS, apresentado por Moreira (2011), acredita-se que os objetivos propostos possam ser alcançados, com base nisso, a aprendizagem possa ser mais próxima da aprendizagem significativa.

Elaboramos as atividades dessa pesquisa porque acreditamos que, trabalhar com novas metodologias (no caso sequência didática) em sala de aula, ajuda os alunos a entenderem melhor o conteúdo, assim percebendo que a física vai muito além de teorias e fórmulas. Não conseguimos desenvolver a UEPS em sala de aula, devido à pandemia, pois as aulas passaram a ser remotas e o trabalho teria que ser adaptado, devido o curto tempo não foi possível.

Esperamos que este trabalho sirva de apoio para ajudar outros professores. É importante destacar que essa pesquisa não foi aplicada, portanto ela pode obter resultados positivos ou negativos. Mas, contribuiu na formação da autora, pois, como professora de Física, já tenho ideias de como trabalhar essa metodologia de ensino na sala de aula e vejo a importância para a aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Física, MEC-SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf> acessado em 07/07/2020.

CARDOSO, R. S; BATISTA , J. A; SOUZA, K. C. S. **Óptica Geométrica e a Visão do Olho Humano.** Universidade Federal do Maranhão, 2019.

CUNHA, E. L. da. **Sequencia didática: Ensino de Óptica na Educação de Jovens e Adultos.** PUC Minas. 2011.

GOULART, P. de. M.; ILÍBIO, M. B.; SELHORST, M. **Aplicação de Uma Sequência Didática de Óptica: Refração e Reflexão da Luz.** Universidade do Sul de Santa Catarina, 2015.

LIMA, D. F. **A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio,** 2018. Disponível em: <<http://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664>> acessado em 18/11/2020.

MOREIRA, A. M. **Uma análise crítica do ensino de Física.** Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.

_____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011a.

_____. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS,** Porto Alegre, 2011b.

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

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

NOVAK, JOSEPH D; GOWIN, D. BOB, **Aprender a aprender.** Plátano-Edições Técnicas, 1996.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. **A natureza da luz e o ensino da Óptica: Uma experiência didática envolvendo o uso da história e filosofia da ciência no Ensino Médio.** Natal/RN: Experiências em Ensino de Ciências – V5(2), 2010.

Silva, J. B. da, Sales, G. L., & Castro, J. B. de. **Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica.** Anais dos Workshops do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2018).

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar.** Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ANEXO A — HISTÓRIA DA LUZ

Um Pouco da História da Luz Segundo o Olhar do Homem

Estudando a história das especulações que dizem respeito ao estudo da luz, certamente poderemos nos surpreender. É mesmo de admirar as teorias que buscavam explicar os fenômenos envolvidos no processo da visão.

Os antigos filósofos gregos não faziam discernimento entre a luz e a visão. Eles não viam como duas coisas separadas a física da luz e a nossa sensação, ou a interpretação que nosso cérebro acaba tendo dessa física (visão). Observando os olhos de cães, pessoas etc..., à noite, que estivessem próximas ao fogo, os gregos observaram que dos olhos dos seres vivos saía luz. Como sabiam que a luz provém de uma fonte luminosa, e a única fonte conhecida era o fogo, concluíram que "os seres vivos têm uma tênue chama dentro dos olhos". Para eles a visão era explicada com uma teoria, segundo a qual a visão estava intimamente ligada ao tato. Acreditavam que de dentro dos olhos projetavam-se raios de luminosos que tateavam os objetos e retornavam aos olhos trazendo consigo informações que, ao serem interpretadas pelo cérebro, acabavam gerando a sensação visual. Acreditavam ainda que cachorros viam mais à noite do que os homens, pois a chama de seus olhos era mais intensa que a dos humanos. Argumentavam que os homens não têm boa visão noturna porque, sendo a chama de seus olhos muito tênue, a luz em seu caminho de ida e volta acaba por se perder, ao passo que, durante o dia, a luz projetada dos olhos somava-se à do ambiente podendo assim cumprir seu caminho de ida e volta.

Com o passar do tempo e estudando a fisiologia dos olhos foi possível concluir que a ideia do "fogo dentro dos olhos" era mesmo absurda. Foi então que Aristóteles experimentou opinar. Ele pregava que a luz, ao bater nos objetos, retirava deles uma microscópica camada superficial de átomos que, ao serem projetados, acabavam atingindo nossos olhos permitindo assim que víssemos o mesmo. Note-se que ainda não existe discernimento entre luz e visão. Nas teorias propostas a luz e os objetos ainda interagem. A teoria de Aristóteles sobre a luz explicava ainda a sensação de diferenciação de tamanho de um mesmo objeto à medida que nos aproximamos ou nos afastamos dele. Para ele, quando estamos perto de um objeto o 'enxergamos maior', pois mais átomos atingem nossos olhos do que quando estamos afastados. Sua teoria, no entanto, acaba caindo por terra por não explicar problemas como o suposto desgaste que

os objetos sofreriam ao serem iluminados, bem como as imagens embaralhadas que deveríamos formar devido às colisões de átomos de dois objetos, etc. Sobre o segundo problema, Aristóteles até tentou se defender alegando que, o que ocorria fora do corpo, era exatamente o que sua hipótese sugeria e que tais imagens irreais não eram percebidas pelas pessoas pois, quando a luz entrava por nossos olhos, a "alma humana" a recebia e só repassava ao cérebro as imagens corretas. Aristóteles transferiu assim um furo de sua teoria para um problema "parafísico". Hoje parece piada, mas é história da ciência!

E o mais incrível de toda essa história é observar como fenômenos hoje desvendados eram, mesmo que de forma deslocada, introduzidos no estudo da ótica. A ideia dos gregos de soma de luz e o que hoje aceitamos como interferência; a ideia de Aristóteles de luz arrancando átomos e o efeito fotoelétrico. Afinal, às vezes dentre algumas bobagens podem surgir indícios de futuras verdades e de algumas verdades, com o passar do tempo, podem surgir grandes bobagens.

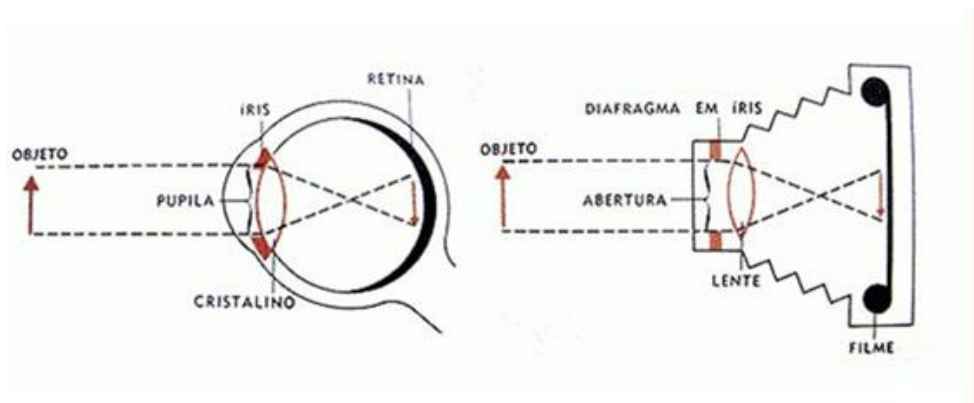
Diego Boschett

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/edu02220/sem012/po6/texto616.html>

Acesso em: fevereiro/2021.

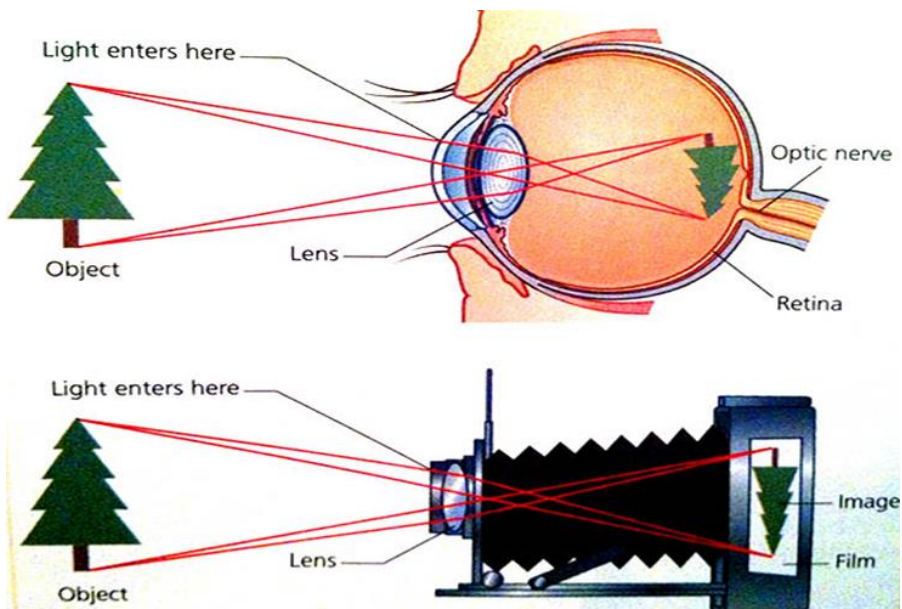
ANEXO B — FORMAÇÃO DE IMAGENS

Figura 1: Formação de imagens nas câmeras fotográficas e no olho humano



Fonte: <https://digartdigmedia.wordpress.com/2015/03/15/o-olho-humano-e-a-camara-fotografica/>

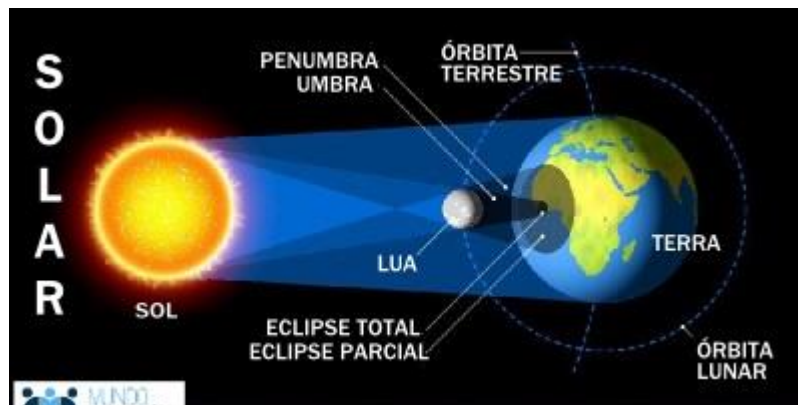
Figura 2: Formação de imagens nas câmeras fotográficas e no olho humano



Fonte: <https://focusfoto.com.br/olhos-versus-camera/>

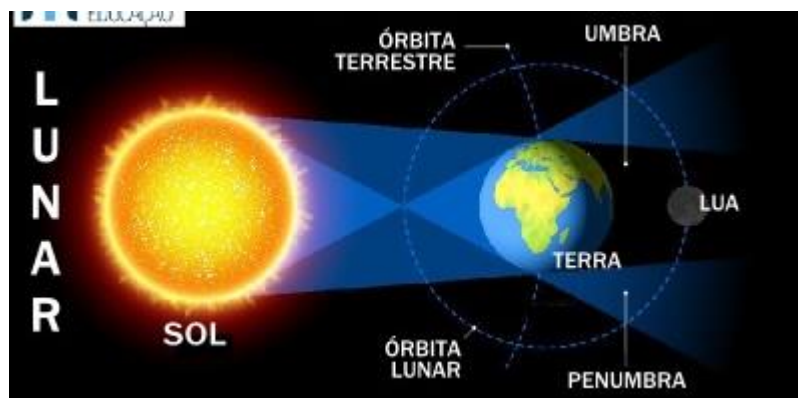
ANEXO C — SOL-TERRA-LUA

Figura 3: posição relativa do sistema Sol-Lua-Terra e as regiões de sombras e penumbra



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/eclipse.htm>

Figura 4: posição relativa do sistema Sol-Terra-Lua e as regiões de sombras e penumbra



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eclipse.htm>

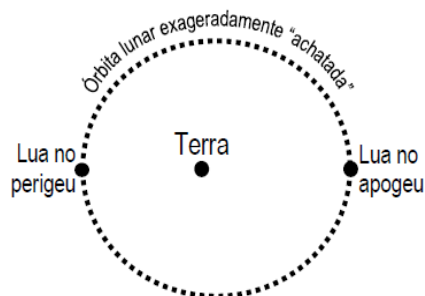
ANEXO D — QUESTÃO OBA

Questão da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA-20109):

Lua azul. À medida que a Lua viaja ao redor da Terra, ao longo do mês, ela passa por um ciclo de fases. O ciclo completo dura aproximadamente 29,5 dias e é chamado de Luação. Mas temos meses com 28, 29, 30 e 31 dias, logo, pode ocorrer que num mesmo mês tenhamos duas Luas cheias. Isso é um fenômeno raro. É ainda mais raro termos duas ocorrências destas num mesmo ano, como aconteceu em 2018. Evento raro, no folclore de alguns países é chamado de Lua azul. Obviamente a Lua não fica azul, exceto quando há grandes erupções vulcânicas na Terra, cujas partículas em suspensão na atmosfera espalham o vermelho e, então, a Lua fica ligeiramente azulada em qualquer fase.

Lua de sangue. Em 31/01/18 houve um eclipse total da Lua e a imprensa se utilizou muito do termo “Lua de sangue”. Um termo extremamente inadequado. Em todo eclipse lunar total a Lua passa pelo cone de sombra projetado pela Terra, mas apesar de estar na “sombra” ela não fica escura ou invisível. A luz solar incidente sobre a atmosfera terrestre é quase totalmente espalhada, principalmente o azul, tanto é que vemos o céu azul. A luz vermelha, por ter comprimento de onda maior, é menos espalhada pela nossa atmosfera e, de fato, a atravessa e sofre refração indo sobre o cone de sombra. Quando atinge a Lua, é refletida e vemos a Lua avermelhada. Daí associar a cor avermelhada a sangue na superfície lunar é de extremo mau gosto.

Super-Lua. A Lua descreve ao redor da Terra uma órbita elíptica, de baixa excentricidade, conforme ilustra de forma extremamente exagerada a figura ao lado. Quando ocorre a Lua cheia e ela está no perigeu (ou próximo dele) ela pode ficar com diâmetro de até 14% maior do que no apogeu e até 30% mais brilhante. Quando isso ocorre ela é chamada de super- Lua, porém, não há nada de especial além do aumento do diâmetro angular (quase imperceptível) e do maior brilho.



Pergunta a) Em que mês jamais teremos uma “Lua azul”?

Pergunta b) Em qual fase da Lua ocorre o eclipse lunar total?

Pergunta c) Quando ocorrer da Lua estar no perigeu, mas na fase nova, de quanto será o aumento do seu brilho?

ANEXO E — COMO FAZÍAMOS SEM ESPELHOS

Como fazíamos sem espelho?

No século 16, o objeto custava mais caro que obras de pintores renascentistas. Provavelmente você dá uma olhada no espelho antes de sair de casa. Dentro de um elevador de paredes espelhadas, é certo que aproveita para ajeitar a roupa ou o cabelo. As superfícies que refletem a luz são tão fáceis de serem encontradas no ambiente urbano que é difícil imaginar o quanto elas foram disputadas no passado.

Tudo indica que a primeira vez que o ser humano viu seu reflexo foi na água. Isso deve ter mudado em cerca de 3000 a.C., quando povos da atual região do Irã passaram a usar areia para polir metais e pedras. Esses espelhos refletiam apenas contornos e formas. Mas imagens não eram nítidas e o metal oxidava com facilidade, perdendo a função.

Dessa forma, por quase toda a história, todo mundo tinha apenas uma vaga noção de como se parecia. Assim foi até o fim do século 13, quando, em Veneza, alguém teve a ideia de unir vidro e chapas de metal. "Os espelhos dessa época têm uma pequena camada metálica na parte posterior do vidro. Assim, a imagem ficava nítida, e o metal não oxidava por ser protegido pelo vidro", diz Claudio Furukawa, pesquisador do Instituto de Física da USP. Esse já era o espelho como o conhecemos até hoje: o metal reflete e o vidro protege.

Mas o espelho veneziano era um produto raro e caro. Chegavam a ser mais valiosos que navios de guerra ou pinturas de gênios como o renascentista italiano Rafael (1483-1520). A democratização do artigo começou em 1660, quando o rei da França Luís XIV (1638-1715) ordenou que um de seus ministros subornasse artesãos venezianos para obter o segredo deles. O resultado pode ser conferido na sala dos espelhos do palácio de Versalhes.

Com o advento da Revolução Industrial, o processo de fabricação ficou bem mais barato e o preço caiu. "Mesmo assim", afirma o antropólogo da PUC-RJ José Carlos Rodrigues, "o espelho só se popularizou e entrou nas casas de todos a partir do século 20." Só então nos tornamos familiares com nossa própria cara.

Vinicius Rodrigues

Disponível em:

<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/como-faziamos-sem-espelho.phtml>

Acesso em: fevereiro/2021.

ANEXO F — ESPELHO ATRAI RAIOS?

Espelho atrai raios? É perigoso ficar em frente dele quando está caindo uma tempestade?

Não. Essa associação não tem fundamento científico. Trata-se de um mito antigo, que tem origem no fato de o raio produzir uma luz forte que, refletindo-se no espelho, parece ter vindo dele. Mas existem outras explicações para essa crença popular. Uma delas se deve à observação de que, no Brasil Colonial, os grandes espelhos, com estruturas metálicas, favoreciam a incidência de raios dentro das casas. Embora isso tenha ajudado a difundir o mito, o motivo seria a estrutura metálica e não a superfície do espelho.

Outros mitos semelhantes dizem respeito aos raios serem atraídos por acessórios como fivelas de cintos, pulseiras e colares. Na verdade, o que pode atrair um raio em sua direção são objetos metálicos grandes, como varas de pesca, tripés e tacos de golfe. Veículos sem capota, tais como tratores, motocicletas ou bicicletas, também oferecem risco, e a própria água atrai eletricidade. É recomendável ficar atento principalmente a objetos altos, como chaminés e árvores, em especial se estiverem isoladas.

Na Idade Média, era costume o clero tocar o sino das igrejas durante as tempestades por acreditar que isso afastaria os maus espíritos. Muitos monges morreram por conta disso. Além de serem metálicos, os sinos ficavam no alto de torres, o que os tornava alvos certos de relâmpagos.

Vale ressaltar que os raios são fenômenos imprevisíveis, tanto em relação às suas características elétricas como em relação aos efeitos de sua incidência sobre as edificações, as pessoas e os animais. Por isso, todo cuidado é pouco.

Eduardo Henrique Sales Godinho

Disponível em:

<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT516803-1716-5,00.html>

Acesso em: fevereiro/2021.

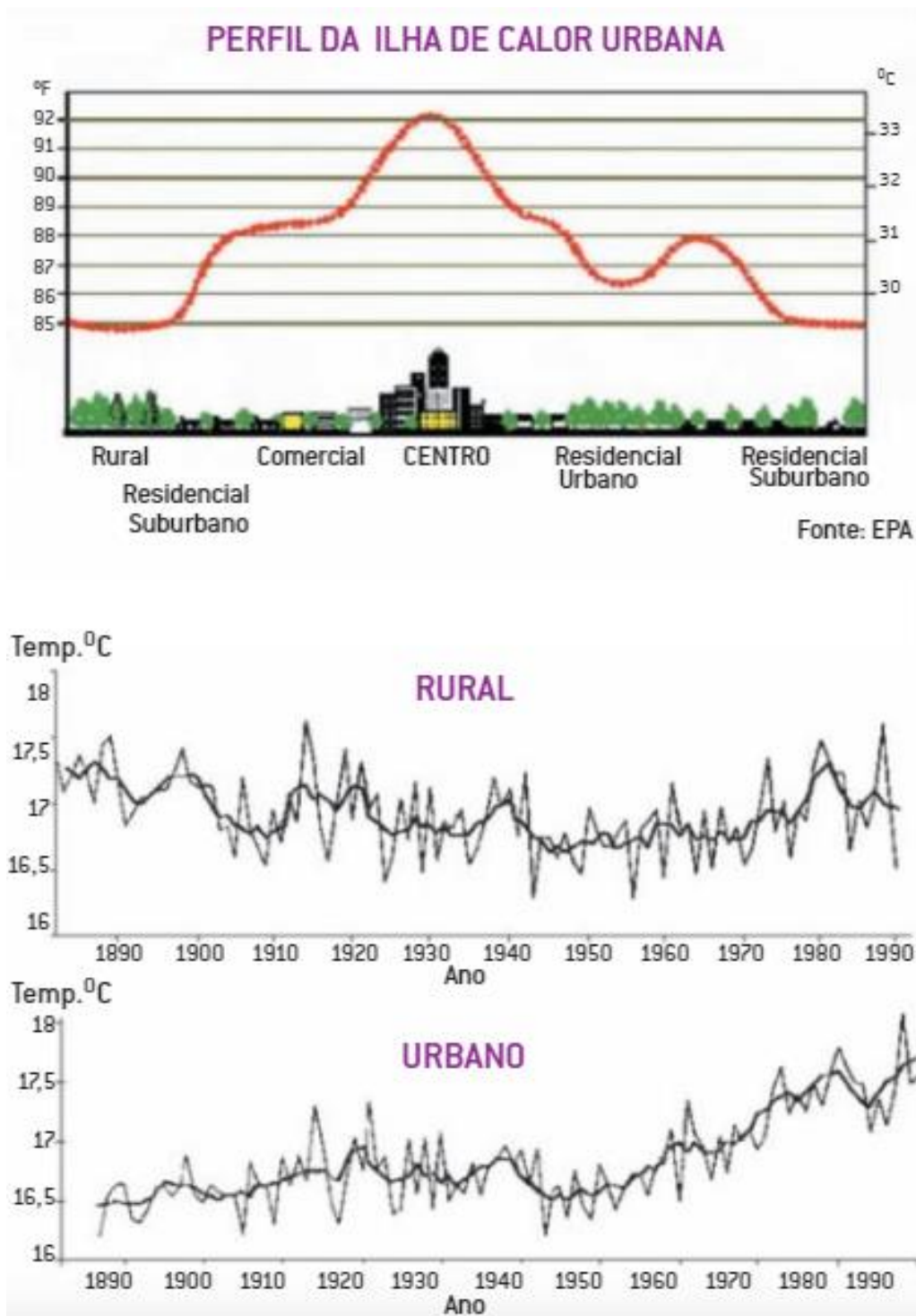
ANEXO G — ESPELHO URBANO

Figura 5: Espelho urbano



Fonte: https://issuu.com/ed_moderna/docs/aula2_final_bx?e=2064801/6634353

Figura 6: Ilha de calor urbana e rural



Fonte: https://issuu.com/ed_moderna/docs/aula2_final_bx?e=2064801/6634353

ANEXO H — ILHAS DE CALOR

O que são Ilhas de Calor?

Ilhas de calor é o nome que se dá a um fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização. Nestas cidades, a temperatura média costuma ser mais elevada do que nas regiões rurais próximas.

Para entendermos melhor este fenômeno climático, podemos usar como exemplo a cidade de São Paulo que é considerada uma ilha de calor. Como esta cidade tem grande concentração de asfalto (ruas, avenidas) e concreto (prédios, casas e outras construções), ela concentra mais calor, fazendo com que a temperatura fique acima da média dos municípios da região. A umidade relativa do ar também fica baixa nestas áreas. Outros fatores que favorecem o aquecimento da temperatura em São Paulo são: pouca quantidade de verde (árvores e plantas) e alto índice de poluição atmosférica, que favorece a elevação da temperatura. A formação e presença de ilhas de calor no mundo são negativas para o meio ambiente, pois favorecem a intensificação do fenômeno do aquecimento global. De maneira geral, as ilhas de calor ocorrem nos centros das grandes cidades devido aos seguintes fatores:

- Elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto;
- Falta de áreas revestidas de vegetação, prejudicando o albedo, o poder refletor de determinada superfície (quanto maior a vegetação, maior é o poder refletor) e logo levando a uma maior absorção de calor;
- Impermeabilização dos solos pelo calçamento e desvio da água por bueiros e galerias, o que reduz o processo de evaporação, assim não usando o calor, e sim absorvendo;
- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos;
- Poluição atmosférica que retém a radiação do calor, causando o aquecimento da atmosfera (Efeito Estufa);
- Utilização de energia pelos veículos de combustão interna, pelas residências e pelas indústrias, aumentando o aquecimento da atmosfera.

Devido a esses fatores, o ar atmosférico na cidade é mais quente que nas áreas que circundam esta cidade. Por exemplo, num campo de cultivo que se situa nas redondezas de uma grande cidade, há absorção de 75% de calor enquanto no centro dessa cidade a absorção de calor chega a significativos 98%! O nome ilha de calor dá-se pelo fato de uma cidade apresentar em seu centro uma taxa de calor muito alta, enquanto em suas redondezas a taxa de calor é normal. Ou seja, o poder refletor de calor de suas redondezas é muito maior do que no centro dessa cidade. Medidas para evitar a formação das ilhas de calor urbanas:

- Plantio de árvores em grande quantidade nas grandes cidades. Criação de parques e preservação de áreas verdes;
- Medidas para diminuir a poluição do ar: diminuição e controle da emissão de gases poluentes pelos veículos e controle de poluentes emitidos por indústrias.

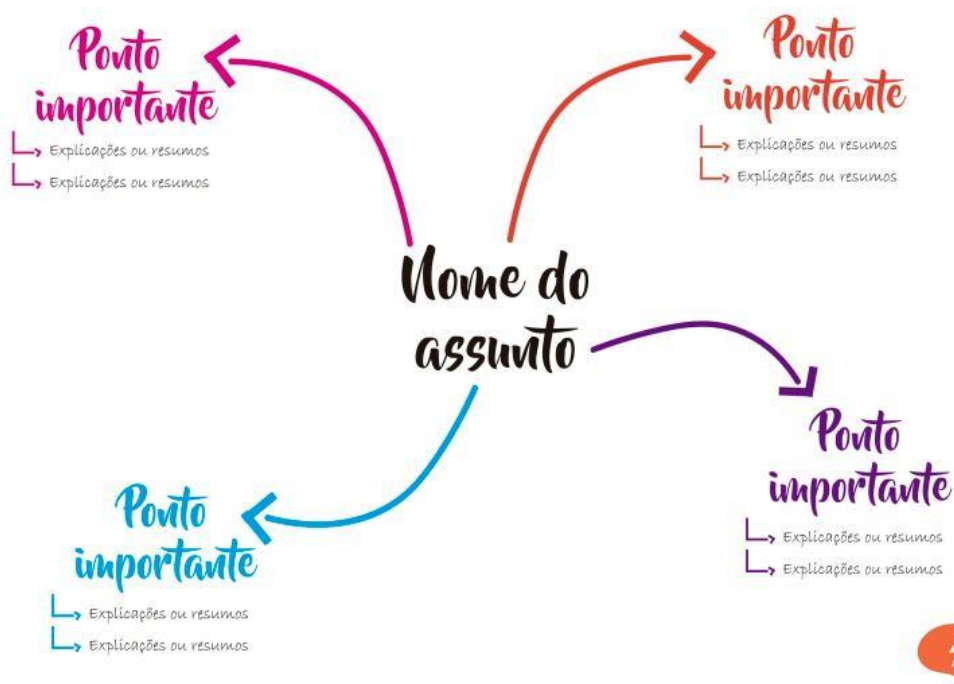
Disponível em:

<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=244>

Acesso em: fevereiro/2021.

ANEXO I — MAPAS MENTAIS

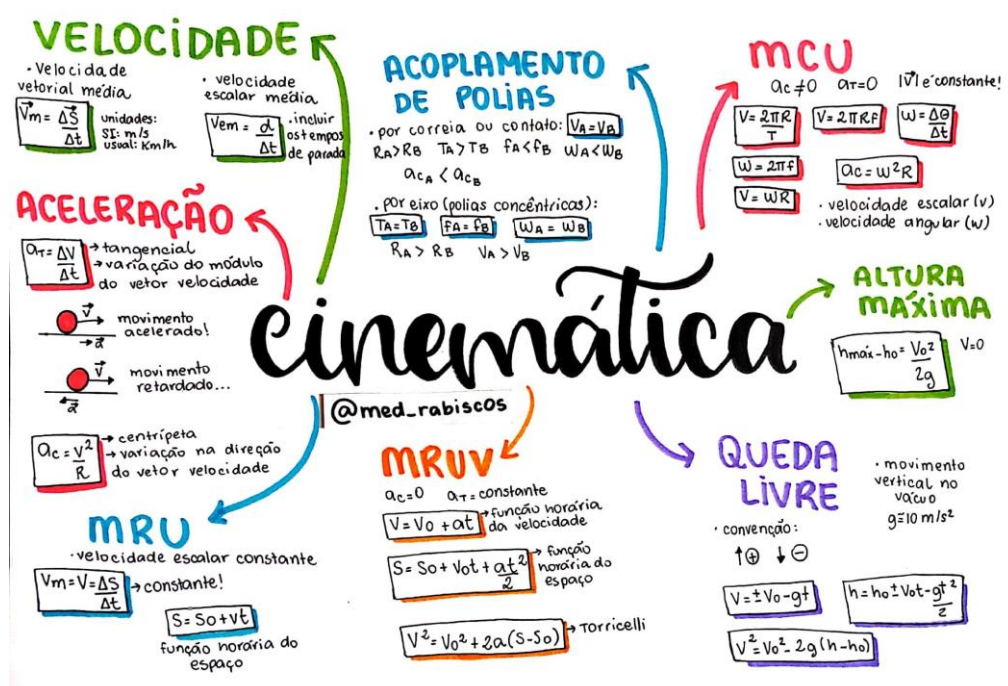
Figura 7: Como desenhar um mapa mental



Disponível em: <https://geekiegames.geekie.com.br/blog/como-fazer-um-mapa-mental/>

Acesso em: Março/2021

Figura 8: Exemplo de mapa mental



Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/126311964538229622/>

Acesso em: Abril/2021

ANEXO J — QUESTIONÁRIO PÓS-ALICAÇÃO DA UEPS

1º Você acha que o uso dos recursos tecnológicos ajudou na compreensão dos conceitos tratados durante as aulas?

- Sim
 Não
 Pouco contribuiu

2º Você acha que os conceitos trabalhados durante as aulas foram importantes para a sua formação enquanto aluno?

- Sim, foi muito importante
 Sim, foi um pouco importante
 Não foi importante

3º Você gostaria de aprofundar seus conhecimentos sobre as propriedades a luz?

- Sim
 Não

4º Você acha que a forma como as atividades foram apresentadas e trabalhadas facilitou a compreensão do conteúdo trabalhado?

- Sim
 Não

5º Algum comentário ou sugestão? Escreva abaixo.

Obrigada pela participação!