



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA –
POLO 58

Alexandre Carlos Nogueira Silva

PRODUTO EDUCACIONAL

PROPOSTA METODOLÓGICA ATIVA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES:
EXPLORANDO A FORMAÇÃO DE IMAGENS EM CÂMARA ESCURA DE
ORIFÍCIO E USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS.

Recife

2024

Alexandre Carlos Nogueira Silva

PROPOSTA METODOLÓGICA ATIVA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES:
EXPLORANDO A FORMAÇÃO DE IMAGENS EM CÂMARA ESCURA DE ORÍFICIO E
USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA ATIVA EXPLORANDO A FORMAÇÃO DE IMAGENS EM CÂMARA ESCURA DE ORÍFICIO E O USO DE TECNOLOGIAS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 58 – UFRPE / Recife-PE, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Teixeira

Bruno Silva

Recife

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e à Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela oferta, em conjunto, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, possibilitando a capacitação em nível de mestrado, em pleno exercício da profissão, de professores atuantes no ensino da Física na educação básica e aos queridos alunos que participaram da pesquisa, aos membros da banca e aos colegas do Mestrado.

Em especial, a minha orientadora, Profa. Dra. Ana Paula Teixeira Bruno Silva, por toda disponibilidade, parceria, compromisso didático e ajuda do início ao fim deste projeto.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estação 1: construção da Câmara Escura de Orifício	10
Figura 2 - Estação 2, Estação 3, Estação 4 e Estação 5	11
Figura 3 – Aplicação do questionário da Avaliação diagnóstica	12
Figura 4 - Exibição de vídeo "Como fazer uma Câmara Escura de Orifício"	13
Figura 5 - Grupos da <i>Estação 1</i>	14
Figura 6 - Material de baixo custo fornecido pelo professor/mediador	14
Figura 7 - Lata de alumínio pintada de preto com papel vegetal e tampa transparente .	15
Figura 8 - Marcação do orifício na lata com auxílio de régua.....	16
Figura 9 - Processo de envolver o papel cartão preto na lata	16
Figura 10 - Aluno observando a imagem formada na Câmara Escura de Orifício.....	17
Figura 11 - Registro fotográfico da turma com câmera digital	17
Figura 12 - Registro fotográfico da turma pela Câmara Escura	18
Figura 13 - O professor/mediador repassando as instruções para resolução da situação-problema	19
Figura 14 - Grupo de alunos debatendo sobre a situação problema	20
Figura 15 -Vídeo Câmara Escura com Lente (experiência física).....	21
Figura 16 - Grupo assistindo ao vídeo “Câmara Escura com Lente (experiência física)” e anotando aspectos importantes	21
Figura 17 - Professor/mediador explicando conceitos de refração e lentes esféricas ao grupo	22
Figura 18 - Estação 4: texto para leitura e discussão: a Origem da Fotografia	23
Figura 19 - Representação geométrica da Câmara Escura de Orifício no GeoGebra	24
Figura 20 - O uso do software GeoGebra pelos alunos.....	25
Figura 21 - Sistematização de conceitos físicos e discussões	26
Figura 22 - Aplicação do questionário.....	27

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	6
2 RELEVÂNCIA DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	7
3 OS CONCEITOS FÍSICOS E A APRENDIZAGEM.....	8
4 EXPOSIÇÃO DE CADA AULA	12
4.1 1º ENCONTRO: VERIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS POR MEIO DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	12
4.1.1 A Rotação por Estações de Aprendizagem.....	13
4.1.2 A Sistematização de Conceitos Físicos e Discussões.....	25
4.1.3 A Aplicação dos Conceitos.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	30
APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	31
APÊNDICE B - TEXTO PARA LEITURA E INTERPRETAÇÃO: ORIGEM DA FOTOGRAFIA.....	32
APÊNDICE C - SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	36
APÊNDICE D - APLICAÇÃO DOS CONCEITOS.....	37

1 APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor(a),

É com satisfação e comprometimento com a excelência educacional que apresento este manual, elaborado com a proposta de fornecer instrumentos teóricos aplicáveis em ambiente escolar, visando a introdução eficiente de conceitos científicos e a facilitação da aprendizagem dos alunos.

A metodologia adotada baseia-se na Teoria Histórico-Cultural De Vygotsky para abordar um conteúdo de relevância importante no ensino de Física: Uma proposta metodológica ativa explorando a formação de imagens em Câmara Escura e uso de tecnologias.

Diante dos desafios presentes nas salas de aula, propostas inovadoras que despertem o interesse dos alunos e estimulem sua veia científica são fundamentais. Este manual oferece recursos que visam aprimorar sua prática docente e maximizar os resultados alcançados em sua jornada educacional.

Os tópicos subsequentes apresentam de forma clara e objetiva o passo a passo a ser seguido em cada aula. A sequência didática foi estruturada em cinco encontros com a turma, cada encontro composto com duas aulas consecutivas com duração de 45 minutos cada, onde materiais foram cuidadosamente selecionados como organizadores prévios, permitindo a assimilação gradual e aprofundada das informações pelos alunos, fugindo da abordagem tradicional que muitas vezes resulta em aprendizados superficiais.

Os alunos das turmas têm suas particularidades e demandas específicas, sendo essencial compreender o perfil dos alunos para garantir o sucesso do desenvolvimento didático proposto. Fique à vontade para adaptar qualquer aspecto do material, desde que sua condução proporcione aos estudantes a aprendizagem adequada e efetiva sobre a formação de imagens em diferentes contextos ópticos.

Caso surjam dúvidas durante a aplicação e avaliação dos resultados obtidos com a utilização deste produto educacional, recomenda-se a leitura da dissertação do autor, que fornecerá esclarecimentos adicionais.

Desejo-lhe uma gratificante experiência docente, enriquecedora tanto para você quanto para seus alunos.

2 RELEVÂNCIA DO PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta subjacente à elaboração deste produto educacional visa estabelecer uma abordagem de ensino alternativa em relação aos métodos tradicionais, com o objetivo de promover uma compreensão mais profunda dos conteúdos apresentados e envolver ativamente os alunos na construção do seu próprio conhecimento através de uma aprendizagem genuinamente participativa, estimulante e significativa. O interesse por este estudo justifica-se pela necessidade de superar as adversidades existentes no cenário da educação brasileira, cativando os discentes de maneira interativa, dinâmica e criativa, incentivando-os a se engajarem nos estudos por meio vivências em sala de aula que utilize recursos tecnológicos acessíveis e promova a participação ativa do processo de construção do conhecimento e abra espaço para discussões científicas. A escolha de abordar um tema relacionado à Física Óptica Geométrica neste trabalho se justifica pelo interesse despertado nos alunos, uma vez que estão constantemente expostos a informações presentes em filmes, notícias científicas e tecnologias do dia a dia. Ao aliar o interesse e a curiosidade dos alunos com métodos de ensino adequados, pretendemos estabelecer uma conexão sólida que os conduza a uma aprendizagem significativa e duradoura.

A seleção do conteúdo “PROPOSTA METODOLÓGICA ATIVA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: EXPLORANDO A FORMAÇÃO DE IMAGENS EM CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO E USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS” é de extrema relevância, visto que se trata de um fenômeno da Física Óptica Geométrica explorado em sala de aula e relacionado ao cotidiano do aluno, como por exemplo, imagens nos *smarphones*, câmera digital, máquina fotográfica entre outros e ampliando a compreensão sobre esses fenômenos. Por meio deste produto educacional, pretendemos guiar os alunos na compreensão dos principais conceitos da Óptica Geométrica, conceitos básicos, princípios, fenômenos luminosos e formação de imagens em Câmara Escura De Orifício, máquina fotográfica e *smarphones*, impulsionados pelo avanço tecnológico que ocorre em nossa sociedade atual.

3 OS CONCEITOS FÍSICOS E A APRENDIZAGEM

A proposta deste manual é proporcionar aos professores conteúdos que atenda a sua intenção de guiar os alunos em direção a um aprendizado fundamentado nos princípios da Física Óptica Geométrica, formação de imagens no olho humano e nos celulares dos alunos de maneira significativa e envolvente. Dentro dessa perspectiva, a aplicação da metodologia baseada na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky propõe que o aprendizado se dá pela interação social, que o desenvolvimento do indivíduo é resultado da relação com o outro e com o mundo que o cerca.

Segundo Moreira (2013, p. 100):

A interação social que provoca a aprendizagem deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal, mas, ao mesmo tempo, tem um papel importante na determinação dos limites dessa zona. O limite inferior é, por definição, fixado pelo nível real de desenvolvimento do aprendiz. O superior é determinado por processos instrucionais que podem ocorrer no brincar, no ensino formal ou informal, no trabalho. Independentemente do contexto, o importante é a interação social.

Segundo Vygotsky (1996), é o aprendizado coletivo que irá promover o desenvolvimento humano, uma vez que o homem é um ser social, fruto de um agregado de interações sociais e históricas. A relação do homem com o mundo não é direta, mas sim mediada por instrumentos e signos.

O tema escolhido para a implementação desta proposta metodológica é o estudo da “Formação de imagens em Câmaras Escuras de Orifício, olho humano e *smartphones*, utilizando para a abordagem dos conceitos métodos ativos de aprendizagem”. Por meio dessa abordagem, será possível explorar conceitos e fenômenos relacionados à Óptica Geométrica

O Modelo Rotação por Estações, modalidade da zona híbrida sustentada de ensino, utilizada nesse produto educacional, é aquele no qual os alunos revezam, em grupos com atividades diferentes dentro do ambiente de uma sala de aula. É ativa porque coloca o estudante no papel de protagonista no processo de aprendizagem. E esse protagonismo pressupõe autonomia na tomada de decisões, cooperação, dinamismo e solidariedade (Steinert, Hardoim, 2019).

Optamos por este modelo por ser o que mais se adequava aos sujeitos da pesquisa, ao conteúdo a ser ensinado e a realidade escolar.

Como explicam Bacich, Neto Tanzi e Trevisani (2015, p. 54), no modelo de Rotação:

Os estudantes são organizados em grupos, cada um dos quais realiza uma tarefa, de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão. Podem ser realizadas atividades escritas, leituras entre outras. Um dos grupos estará envolvido com propostas *on-line* que, de certa forma, independem do acompanhamento direto do professor.

Para desenvolver e aplicar a metodologia de Rotação por Estações na sala de aula, primeiramente foi modificada a disposição das bancas escolares para formarem Estações, pois todas as bancas estavam enfileiradas em um espaço físico preparado para uma aula tradicional. No novo formato, o ensino é horizontalizado, rompendo com o modelo tradicional vertical. Nessa conjuntura, o professor desempenha papel de mediador do conhecimento, sendo o “estrategista pedagógico”, conceito apresentado na seção 2.1 da dissertação do autor. O aluno, por sua vez, é o protagonista do conhecimento, tornando-se foco principal do processo de ensino e aprendizagem.

A fim de tornar o ensino eficiente, segundo Carvalho e Sasseron, (2018, p.107):

nos dias atuais, devemos considerar o ensino mais do que apenas o trabalho com conceitos e ideias científicas: a escola precisa também ensinar os alunos a perceber os fenômenos da natureza e a examiná-los na busca por explicações, tornando-os capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as de modo a construir conhecimento.

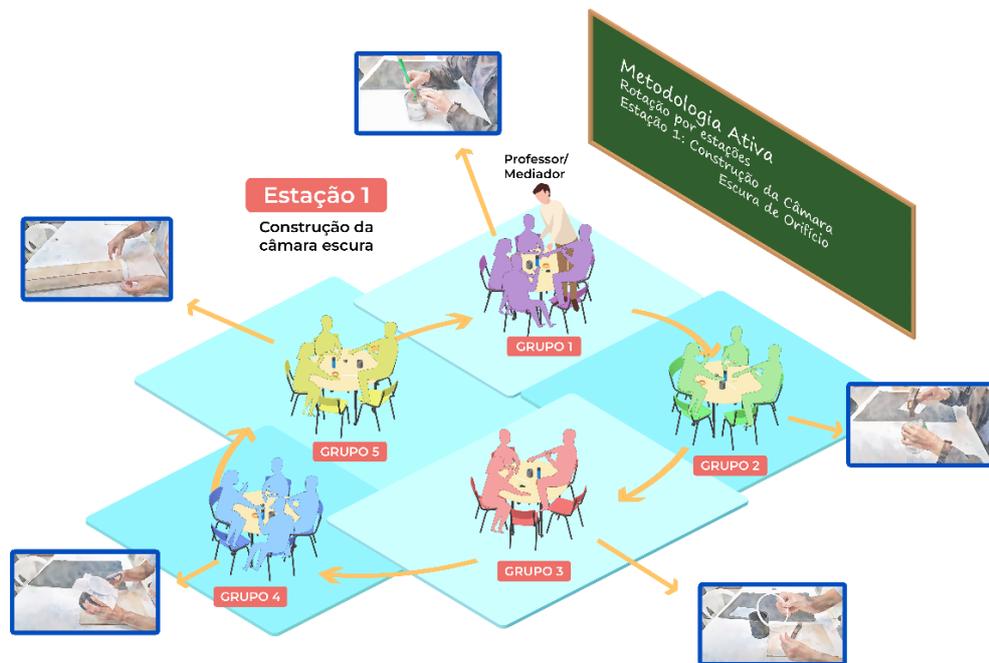
Para desenvolvimento da metodologia, foram formadas cinco Estações, onde cada uma teve atividade distinta, algumas com atividades presenciais outras *online*. Cada Estação tinha tempo pré-determinado de 20 minutos para realização da atividade. Nessa visão, estruturamos o nosso produto educacional em cinco momentos:

1. “**Avaliação Diagnóstica**”, voltada para o levantamento de concepções iniciais;
2. “**Rotação por Estações de Aprendizagem**”, correspondeu a primeira Estação, intitulada de *Estação 1*, para a construção da Câmara Escura de Orifício, com material didático de baixo custo;
3. “**Rotação por Estações de Aprendizagem**”, composta de quatro Estações, intituladas de *Estação 2*, *Estação 3*, *Estação 4* e *Estação 5*, designadas para as leituras e discussões, resolução de situação-problema, assistir a vídeos e uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC);
4. “**Sistematização de Conceitos Físicos e Discussões**”, para a abordagem de conceitos pelo professor/mediador e discussões, em especial, para os conceitos que ainda se encontram em construção;

5. “*Aplicação dos Conceitos*”, para levantamento de concepções dos alunos ao analisarem situações do cotidiano após as atividades vivenciadas.

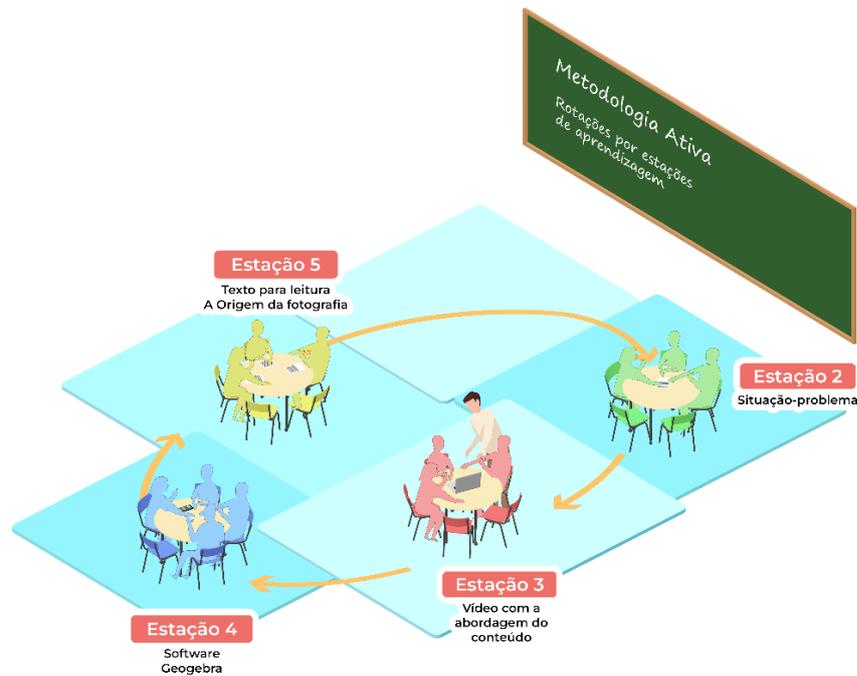
As Figura 1 e Figura 2 abaixo, ilustram a representação esquemática da proposta metodológica, baseada no modelo Rotação por Estações.

Figura 1 - Estação 1: construção da Câmara Escura de Orifício



Fonte: Idealizado pelo autor/Design: Temistocles Gonçalves (2024)

Figura 2 - Estação 2, Estação 3, Estação 4 e Estação 5



Fonte: Idealizado pelo autor/Design: Temistocles Gonçalves (2024)

Para compor as equipes de cada Estação, o professor/mediador realizou sorteio, de maneira aleatória, com o intuito de respeitar a heterogeneidade da turma. Com o objetivo de identificar cada Estação, o professor/mediador elaborou cartazes, contendo o número da Estação e o tema abordado. A numeração das Estações foi feita em sentido horário. O processo de Rotação por Estação finaliza quando todos os grupos percorrem todas as Estações. Para isso, foram necessárias três aulas com duração de 50 minutos cada, para que fossem percorridas todas as Estações. Devido à dificuldade de acessar a internet da escola, o professor/mediador compartilhou sua rede móvel para o desenvolvimento das atividades *online*.

Durante todo o processo, o professor/mediador acompanhou e avaliou a participação individual e coletiva dos alunos para verificar se os objetivos da aula estavam sendo alcançados, e se as atividades propostas estavam adequadas ao nível de aprendizado dos alunos, visando à personalização do ensino.

Nas subseções seguintes, serão descritas as atividades vivenciadas nos cinco momentos, e os procedimentos metodológicos.

4 EXPOSIÇÃO DE CADA AULA

Nesta seção, serão detalhadas a sequência de atividades, o tempo estimado para cada uma delas e os materiais utilizados ao longo de todo o processo.

4.1 1º ENCONTRO: VERIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS POR MEIO DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Neste primeiro momento foi aplicado um questionário, intitulado *Avaliação Diagnóstica*, com seis questões subjetivas, o qual encontra-se no Apêndice A. O objetivo desse momento foi identificar as concepções iniciais que os alunos possuíam sobre conceitos da Óptica Geométrica aplicados a situações do cotidiano. A Figura 3 mostra o registro do primeiro momento.

Figura 3 – Aplicação do questionário da Avaliação diagnóstica



Fonte: Registro do autor (2023).

O questionário apresentou perguntas de situações do cotidiano com aplicações de conteúdos de Física que seriam explorados a partir das Estações.

4.1.1 A “Rotação por Estações de Aprendizagem”

Os dois momentos posteriores foram destinados à aplicação da metodologia da Rotação por Estações. No segundo momento, foi realizada da *Estação 1*, e o terceiro designado para as *Estações 2, 3, 4 e 5* restantes. As atividades estão indicadas a seguir:

- *Estação 1: Construção da Câmara Escura de Orifício*

Foram formados 5 grupos distintos, cada grupo contendo no mínimo 4 e máximo 6 alunos. Todas as Estações tinham a mesma atividade de construir a Câmara Escura de Orifício. Para realização dessa atividade foram necessárias duas aulas geminadas de 50 minutos.

Antes dos grupos começarem a atividade, o professor/mediador utilizou da TV da escola para exibir o vídeo, de aproximadamente 7 minutos de duração, com título “Como fazer uma câmera escura de orifício”, disponível no YouTube, no link <https://youtu.be/FvCZ5TkCXxw?si=GE9huJJsqXdwOjRX>, ensinando as instruções para construção da Câmara Escura. A Figura 4 mostra o registro do momento da exibição do vídeo.

Figura 4 - Exibição de vídeo "Como fazer uma Câmara Escura de Orifício"



Fonte: Registro do autor (2023)

Após os alunos assistirem ao vídeo, o professor/mediador realizou o sorteio para composição das equipes.–e a distribuição nas bancas que formavam os grupos e forneceu material para execução da atividade, indicado na Figura 5.

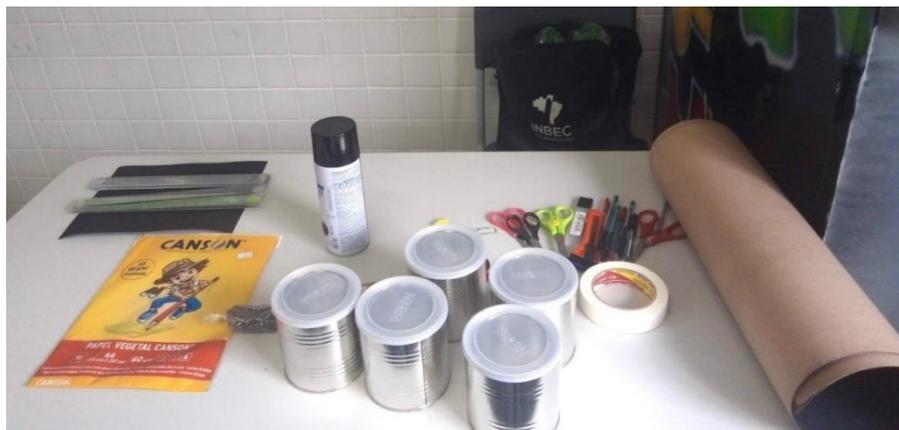
Figura 5 - Grupos da *Estação 1*



Fonte: Registro do autor (2023)

Os materiais utilizados na construção da Câmara Escura de Orifício, Figura 6, são de baixo custo e fácil de se encontrar em papelarias.

Figura 6 - Material de baixo custo fornecido pelo professor/mediador



Fonte: Registro do autor (2023).

Cada material fornecido tem papel fundamental na Construção da Câmara Escura de Orifício. A lata de alumínio cilíndrica, de massa 800 g, com tampa transparente, foi o material com faces opacas que serviu de base para a construção da Câmara. Para dificultar a passagem da luz no interior da lata, com uma luva, os alunos utilizaram a lixa de papel de óxido de alumínio para preparar as faces laterais internas e externas da lata para aplicação do *spray* preto fosco. Após esse procedimento, foi fixado com fita crepe o papel vegetal na face da tampa transparente, apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Lata de alumínio pintada de preto com papel vegetal e tampa transparente



Fonte: Registro do autor (2023).

Para a localização o Orifício na tampa transparente, foi utilizada régua de 30 cm para medição do diâmetro e marcação do centro com lápis piloto. Uma vez localizado o centro da tampa, com o auxílio de martelo e prego, foi feito a abertura necessária que seria então o Orifício da Câmara, exibido na Figura 8.

Figura 8 - Marcação do orifício na lata com auxílio de régua



Fonte: Registro do autor (2023).

Por fim, a lata é então envolvida com o papel cartão preto, mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Processo de envolver o papel cartão preto na lata



Fonte: Registro do autor (2023).

Finalizada a construção da Câmara Escura de Orifício, os alunos tiveram a oportunidade de realizar observações sobre a formação de imagens de objetos presentes na sala de aula. A Figura 10 apresenta a observação da imagem através da Câmara.

Figura 10 - Aluno observando a imagem formada na Câmara Escura de Orifício



Fonte: Registro do autor (2023).

Ao final da aula, os alunos foram convidados a tirar uma fotografia, Figura 11, capturada por uma câmera digital. Em seguida, foi feito o mesmo registro da turma pela Câmara Escura de Orifício construída pelos grupos, Figura 12. Comparando esses dois registros, os alunos puderam notar que a imagem formada pela Câmara Escura é invertida e que diminuía à medida que se diminuía a distância à câmera em relação aos alunos. O professor/mediador orientou os alunos a pesquisarem e debaterem o motivo de a imagem ser de cabeça para baixo, ou seja, invertida.

Figura 11 - Registro fotográfico da turma com câmera digital



Fonte: Registro do autor (2023).

Figura 12 - Registro fotográfico da turma pela Câmara Escura



Fonte : Registro do autor (2023).

Essa experiência proporcionou aos alunos compreensão mais aprofundada sobre formação da imagem na Câmara Escura de Orifício, enriquecendo seu aprendizado prático e teórico. Despertou o interesse dos mesmos em entender o motivo da imagem formada ser invertida na Câmara Escura, e não ser invertida em uma câmera fotográfica. Ao vivenciar a experiência proporcionada pela *Estação 1*, a continuação da abordagem dos conceitos de Óptica Geométrica foi realizada nas Estações posteriores, em outro dia.

- Estação 2: Resolução de situação-problema

Cada Estação teve diferentes atividades em grupo. A *Estação 2: Resolução de situação-problema*. Nesta Estação, foi fornecido material didático com situação-problema, Apêndice B, para que os alunos do grupo analisassem a situação-problema e encontrassem a resolução juntos. A Figura 13 mostra o professor/mediador nas orientações.

Figura 13 - O professor/mediador repassando as instruções para resolução da situação-problema



Fonte: Registro do autor (2023).

No material didático foi apresentado um texto, da História da Ciência do Século XVI, referente ao registro fotográfico de imagens. O cenário proposto da situação-problema colocava o aluno no papel de um fotógrafo desta época, desejando construir uma máquina para capturar imagens. O texto entregue aos alunos continha três questões subjetivas. Os alunos foram orientados a analisar a situação-problema e apontar a solução, levando em consideração a experiência vivenciada na *Estação 1*. A Figura 14 exibem os alunos nas discussões para resolução da situação-problema.

Figura 14 - Grupo de alunos debatendo sobre a situação problema



Fonte: Registro do autor (2023).

- Estação 3: Vídeo abordando o conteúdo explorado

Na Estação 3 foi atribuída atividade *online*, utilizando o notebook do professor/mediador para exibir, em vídeo, aplicação prática da Câmara Escura de Orifício.

O vídeo do YouTube exibido nessa Estação foi do canal “Manual do Mundo”, de título, “Câmara Escura com Lente (experiência física)”, por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=yZlt8VgjKdc>, o qual exibe uma Câmara Escura de Orifício feita de materiais de baixo custo, sendo dos mesmos utilizados na *Estação 1*, apenas com o acréscimo de uma lente. O vídeo ensina como fazer a Câmara Escura de Orifício com a lente, e reproduz a imagem formada pela Câmara Escura, indicado na Figura 15.

Figura 15 -Vídeo Câmara Escura com Lente (experiência física)



Câmara escura com lente (EXPERIÊNCIA de FÍSICA)

Fonte: Print do vídeo do YouTube (2023).

O Grupo dessa Estação assistiu ao vídeo, anotaram e debateram a diferença da imagem formada pela Câmara Escura de Orifício com lente e sem lente, conforme eles haviam construídos na *Estação 1*. A Figura 16 mostra o Grupo assistindo.

Figura 16 - Grupo assistindo ao vídeo “Câmara Escura com Lente (experiência física)” e anotando aspectos importantes



Fonte: Registro do autor (2023).

O professor/mediador explicou, de maneira prática, os conceitos de refração e lentes esféricas na formação da imagem ilustrada no vídeo. A Figura 17 retrata esse momento.

Figura 17 - Professor/mediador explicando conceitos de refração e lentes esféricas ao grupo



Fonte: Registro do autor (2023).

O benefício de agregar vídeo na metodologia é otimizar a barreira de espaço e tempo de uma aula presencial tradicional. Em videoaula, o professor utiliza de recursos como imagens, áudios, animações para compor sua aula e modelar e direcionar o ritmo do aprendizado do aluno.

- Estação 4: Texto - A Origem da fotografia

Na *Estação 4*, a atividade proposta foi a leitura do texto de título “A Origem da Fotografia”, constante no Apêndice B. O professor/mediador disponibilizou material impresso do texto, que abordava a origem da fotografia, da Câmara Escura de Orifício, das câmeras nos *smartphones* e a História da Ciência e Tecnologia. A atividade da *Estação 4* consistiu do grupo realizar a leitura reflexiva do material, Figura 18, para posteriormente responder a um questionário com três questões objetivas e duas questões subjetivas, apresentado no Apêndice C.

Figura 18 - Estação 4: texto para leitura e discussão: a Origem da Fotografia



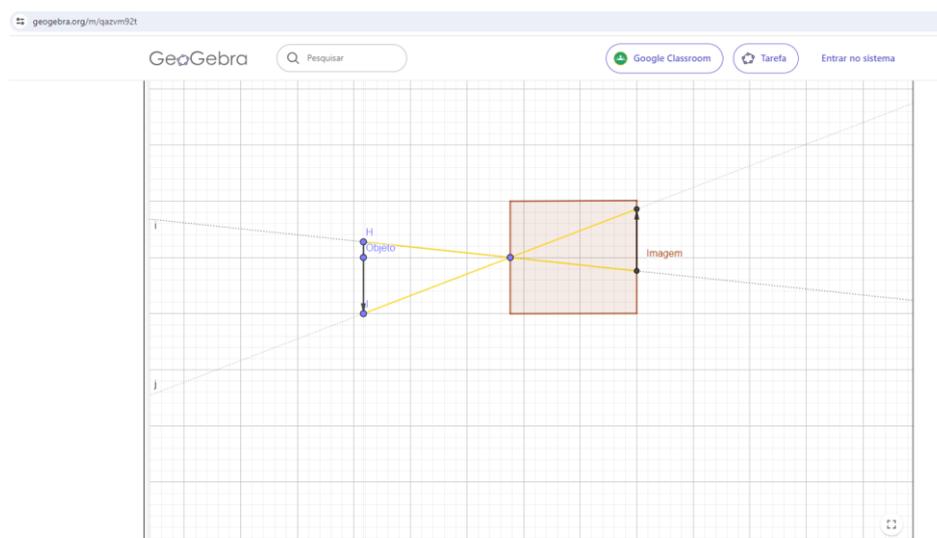
Fonte: Registro do autor (2023).

O texto proposto teve o intuito dos alunos além de desenvolver habilidades de leitura e interpretação de textos científicos, promover o engajamento e interesse dos mesmos pela história de como a máquina fotográfica foi inventada, e os avanços tecnológicos envolvidos nesse processo.

- Estação 5: Uso do Software – GeoGebra

Na *Estação 5*, a última Estação, foi designada uma atividade *online*, utilizando o software GeoGebra, Figura 19. Este software é gratuito e pode ser acessado diretamente por *browsers* como o Google Chrome, Firefox ou Safari. No software, existe uma página que foi elaborada pelo professor de Física, da plataforma de autoria de Sandro Luís, <https://www.geogebra.org/m/qazvm92t> de forma dinâmica uma Câmara Escura de Orifício pode ser acessada por qualquer pessoa.

Figura 19 - Representação geométrica da Câmara Escura de Orifício no GeoGebra



Fonte: *Print* do GeoGebra da Câmara Escura de Orifício (2023).

Nesta Estação, por meio da orientação do professor/mediador, os alunos acessaram essa página por meio de seus respectivos *smartphones*, Figura 20. A representação geométrica da Câmara Escura de Orifício é feita de maneira dinâmica e criativa. Em um plano de papel milimetrado, a Câmara Escura de Orifício é representada por um quadrado avermelhado, os raios de luz por retas amareladas, o objeto por semirreta horizontal azul e a imagem por uma semirreta preta no interior da Câmara, na face oposta ao orifício. A representação é dinâmica, porque o aluno pode manusear o tamanho do objeto pelo *touch screen* e visualizar imediatamente a consequência no tamanho da imagem.

Figura 20 - O uso do software GeoGebra pelos alunos



Fonte: Registro do autor (2023).

Essa ilustração geométrica permite aos alunos correlacionarem os conceitos de geometria de semelhança de triângulos e os conceitos básicos de raio de luz, e explorar o tema de Câmara Escura de Orifício de forma interativa e criativa. A interatividade proporcionada pelo aplicativo despertou grande interesse entre os alunos, que utilizaram seus celulares para propósitos pedagógicos. Inicialmente, isso os surpreendeu, apesar de ser um dispositivo tão presente na vida das gerações atuais. Após todos os grupos passarem pela *Estação 5*, o processo de Rotação por Estações finalizada.

4.1.2 A “Sistematização de Conceitos Físicos e Discussões”

No quarto momento, foi feita a apresentação teórica pelo professor/mediador aos alunos sobre os conceitos básicos e Princípios da Óptica Geométrica, a formação da imagem na Câmara Escura de Orifício, no olho humano e na máquina fotográfica, e os fenômenos luminosos de Reflexão e Refração da luz, juntamente com as suas leis, indicado na Figura 21, para a sistematização de todos os conceitos abordados nas Estações. Foram discutidos em duas aulas.

Figura 21 - Sistematização de conceitos físicos e discussões



Fonte: Registro do autor (2023).

A estratégia pedagógica utilizada nesses encontros, para a sistematização de conteúdos físicos foi aula expositiva dialogada, também chamada dialógica, visto que é um tipo de aula onde o professor rompe a postura passiva dos seus alunos, por meio da introdução de questionamentos a serem respondidos pelos mesmos, dinamizando a atividade em sala de aula.

Durante as aulas da abordagem teórica, utilizamos o livro didático adotado pela escola, denominado “Conexões – Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, da editora Moderna Plus.

Esses encontros foram utilizados para aprofundar os conteúdos em especial, aqueles conceitos que ainda se encontravam em construção. As aulas tiveram como finalidade agregar tudo que os alunos vivenciaram, até então, de forma lógica e sequencial.

4.1.3 A “Aplicação dos Conceitos”

No quinto momento com os alunos, uma vez que os mesmos participaram ativamente das atividades propostas, aplicamos o mesmo questionário da *Avaliação Diagnóstica*, sendo intitulado de questionário da *Aplicação dos conceitos*. A Figura 22 mostra a aplicação do questionário.

Figura 22 - Aplicação do questionário



Fonte: Registro do autor (2023).

O propósito deste questionário foi verificar as concepções dos alunos após terem vivenciados todas as atividades propostas.

Diante dos cinco momentos vivenciados da aplicação do produto educacional, a metodologia proposta, de Rotação por Estações, no capítulo seguinte será apresentada a análise dos resultados das atividades desenvolvidas com a turma de alunos do 1º ano do Ensino Médio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da aplicação do produto educacional, notamos a participação ativa dos alunos, nas atividades propostas. Alguns grupos demonstraram maior empolgação na confecção da Câmara Escura de Orifício, enquanto outros entusiasmaram mais com o uso do software GeoGebra, realizando essa atividade em seus smartphones.

A partir da análise das observações feitas pelo professor/mediador, dos depoimentos espontâneos dos alunos, durante a realização das atividades, verificamos que os alunos questionavam, discutiam e conseguiam responder as próprias dúvidas, sendo protagonistas da construção do conhecimento. Sendo possível para o professor/mediador perceber a aprendizagem.

Esse trabalho cooperativo e colaborativo com as interações sociais entre os participantes do grupo, por meio de instrumentos e signos, ancorados na Teoria da Histórico-Cultural de Vygotsky, foram essenciais para alcançar os objetivos do trabalho. Isto é, a aprendizagem dos alunos de forma autônoma, ativa, ressignificada e crítica dos conteúdos da Óptica Geométrica abordados durante as atividades desenvolvidas.

A proposta metodológica Rotações por Estações, juntamente com a variedade dos recursos utilizados, como vídeo, leituras e interpretação de texto, confecção de aparato experimental com materiais de baixo custo, software GeoGebra e resolução de situação-problema contribuíram de forma substancial para a personalização do ensino, pois os alunos aprenderam em ritmo e formas diferentes.

De forma geral, a proposta da metodologia ativa explorando a formação de imagens em Câmara Escura de Orifício e uso de tecnologias digitais, alcançou um resultado favorável, pois contou com o interesse e dedicação dos alunos em aprender. Os conteúdos da Óptica Geométrica, na Sistematização dos Conceitos Físicos e Discussões, que contemplaram encontros de aulas expositivas e dialogadas, foram fundamentais para reflexões e discussões de conteúdos que ainda não tinham sido construídos por alguns alunos, especialmente por terem sido abordados de forma contextualizada, associados ao cotidiano dos alunos, contribuindo para a aprendizagem.

Esses exemplos ligados ao cotidiano escolar ressignificam o conteúdo trabalhado e favorecem o aprendizado. Percebemos também, em consonância com a análise dos resultados da Avaliação Diagnóstica e da Aplicação Conceitual, que um quantitativo significativo de alunos alcançou aprendizagem significativa em suas participações durante todo o processo de

aplicação desse produto. O que podemos classificar como exitoso e adequado para proposta metodológica desejada.

Na metodologia ativa de ensino utilizada neste trabalho, destacamos o papel do professor participando de forma ativa planejando, conduzindo e orientando, sendo o facilitador e mediador de todo o processo.

O trabalho como um todo mostrou o quanto é importante buscarmos estratégias e metodologias inovadoras de ensino, levando em consideração o contexto atual da sociedade dos jovens.

Enfim, esperamos que o produto deste trabalho sirva de inspiração para os colegas professores, incentivando-os a explorar novas formas de ensinar e aprender com nossos queridos estudantes.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo T.; TREVISANI, Fernando M. **Ensino híbrido**. Porto Alegre: Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788584290499. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788584290499/>. Acesso em: 13 jul. 2024.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; RICARDO, Elio C.; SASSERON, Lúcia H.; et al. **Ensino de física** (Coleção Ideias em Ação). São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2018. E-book. ISBN 9788522126477. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522126477/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

Como fazer uma câmera escura de orifício. Vídeo (6 min 45 s). Publicado pelo Canal Open Maker. Disponível em: <https://youtu.be/FvCZ5TkCXxw?si=GE9huJJsqXdwOjRX>. Acesso em: 16 out. 2023.

Câmara escura com lente (EXPERIÊNCIA de FÍSICA). Vídeo (4 min). Publicado pelo Canal Manual do Mundo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yZlt8VgjKdc>. Acesso em: 16 out. 2023.

LUIS, Sandro. Câmara Escura de Orifício. 2018. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/qazvm92t>. Acesso em: 16 jun. 2024.

MICHAEL COLE, Vera John-Steiner, Sylvia Scribner, Ellen Souberman Tradução: José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. **A formação social da mente**: Vygotski, L. S.- Psicologia e Pedagogia O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4ª edição brasileira. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1991.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de Aprendizagem**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013. E-book. ISBN 9788521637707. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>. Acesso em: 25 jul. 2024.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

STEINERT, Monica Érika Pardin; HARDOIM, Edna Lopes. Rotação por estações na escola pública: limites e possibilidades em uma aula de biologia. **Ensino em Foco**, Salvador, n. 4, v. 2, p. 11-24, 2019. Disponível em: <https://publicacoes.ifba.edu.br/ensinoemfoco/article/view/548>. Acesso em: 25 jul. 2023.

APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Caro aluno(a),

Com base nos seus conhecimentos e nas experiências vivenciadas no cotidiano, responda os seguintes questionamentos:

1. Por que enxergamos os objetos que nos cercam?

2. Como ocorre a formação de imagem no olho humano?

3. Você sabe o que é uma câmara escura de orifício? () sim () não. Em caso afirmativo, qual a relação existente entre a câmara escura de orifício e o olho humano?

4. Os registros fotográficos se tornaram algo muito comum em nossas vidas, especialmente após a inovação tecnológica de recursos multifuncionais, como os aparelhos celulares. Você sabe quantas fotos tirou no último mês? Ou na última viagem de férias? Ou melhor ainda, quantas fotos você tem na galeria do seu celular? Considerando esses aspectos, responda:
 - a) Como funciona o princípio de formação de imagem pela máquina fotográfica?

 - b) Como funciona o princípio de formação de imagem pela câmara do celular?

APÊNDICE B - TEXTO PARA LEITURA E INTERPRETAÇÃO: ORIGEM DA FOTOGRAFIA

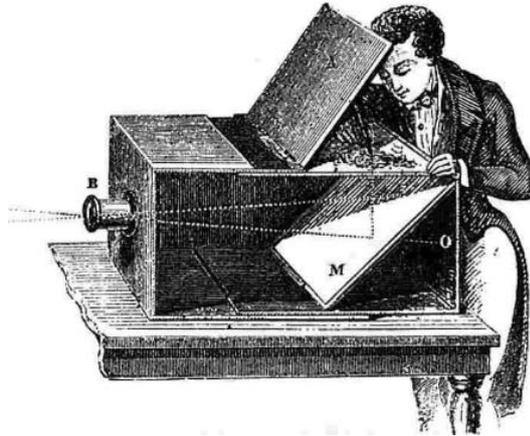
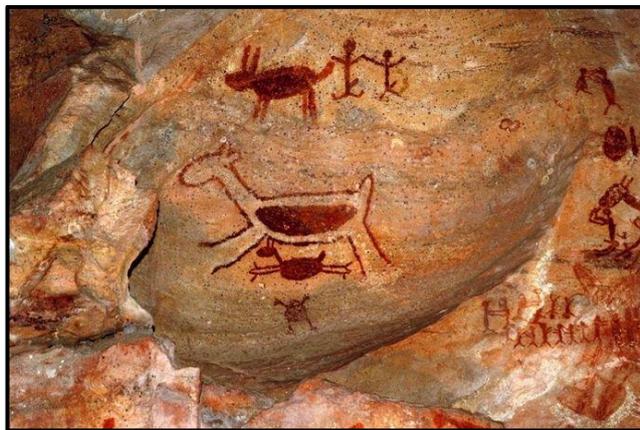


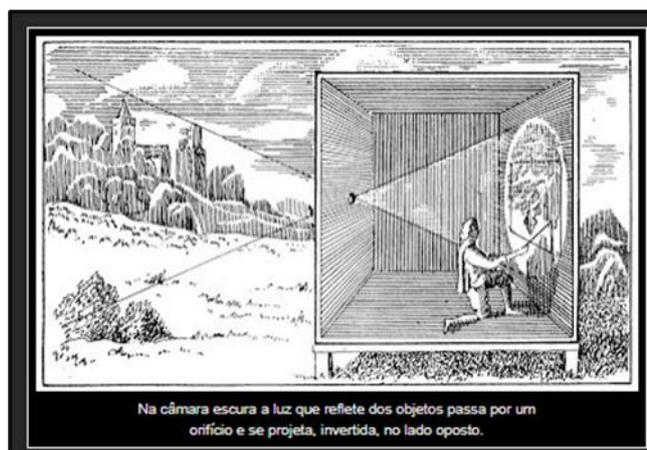
Ilustração do século XIX mostra pessoas usando uma câmera escura. Foto: domínio público

Origem da fotografia

A história da ciência e da tecnologia está repleta de inovações que transformaram a maneira como percebemos e interagimos com o mundo ao nosso redor. Um desses marcos significativos é a evolução da fotografia, que percorreu um longo caminho desde suas raízes na antiguidade até a era digital, onde as imagens se tornaram acessíveis a todos por meio dos dispositivos móveis.



A história da fotografia remonta a Aristóteles, na Antiguidade, que observou a projeção da imagem do sol em forma de meia lua através de um pequeno orifício entre as folhas de uma árvore. Esse princípio, conhecido como câmara obscura, serviu como a base para o desenvolvimento futuro da fotografia. Leonardo da Vinci, no século XVI, aprimorou essa ideia, criando uma câmera móvel que permitia a produção de desenhos e pinturas precisas.



No entanto, foi apenas no século XIX que a fotografia tomou sua forma reconhecível atualmente. Joseph Nicéphore Niépce capturou a primeira imagem fotográfica, conhecida como heliografia, após uma exposição de oito horas à luz solar. Louis Daguerre também contribuiu para o desenvolvimento da fotografia com os daguerreótipos. Esses processos iniciais eram demorados e produziam imagens únicas.

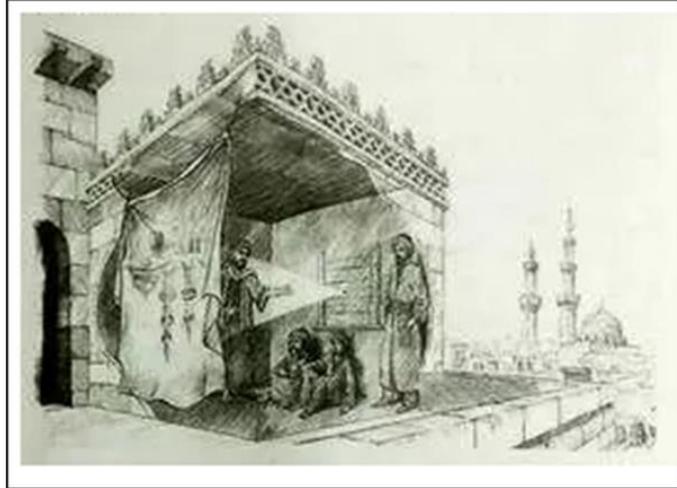
A verdadeira revolução na fotografia ocorreu com o trabalho de William Fox Talbot, que introduziu o conceito de negativos e cópias positivas. Isso possibilitou a reprodução de imagens e tornou a fotografia mais acessível. Na mesma época, Hércules Florence, radicado no Brasil, cunhou o termo "fotografia", combinando "foto" (luz) com "graphie" (escrita).

Com o tempo, a fotografia evoluiu de chapas de vidro para filmes flexíveis em preto e branco, que posteriormente se tornaram coloridos. Câmeras reflex e, em seguida, a fotografia digital, redefiniram o cenário da fotografia. As câmeras digitais permitiram que qualquer pessoa registrasse imagens com facilidade, armazenando-as em formato digital para fácil compartilhamento.

As câmeras nos celulares representam um marco significativo na história da fotografia. Com o advento dos smartphones, as pessoas passaram a carregar câmeras de alta qualidade em seus bolsos, prontas para capturar momentos importantes a qualquer momento. Isso transformou a maneira como compartilhamos nossas vidas e a comunicação visual se tornou onipresente.

A câmara escura de orifício, que teve suas origens com Aristóteles e foi aprimorada por artistas como Leonardo da Vinci, continua a ser uma parte essencial da fotografia. O princípio

da câmara escura de orifício é a base de muitas câmeras modernas, e a essência da fotografia, que é a captura da luz, permanece inalterada.



Em resumo, a história da ciência da fotografia é uma narrativa fascinante de inovação, que vai desde as observações antigas de fenômenos luminosos até a onipresença das imagens digitais em nossas vidas cotidianas. A evolução da tecnologia fotográfica é uma história de criatividade, engenhosidade e uma profunda compreensão da luz e da óptica, que moldou a maneira como compartilhamos e eternizamos nossas experiências.

Questões propostas:

1ª parte: Questões Objetivas:

1. Qual foi o papel de Aristóteles na história da fotografia?
 - a) Ele foi o inventor da primeira câmera fotográfica.
 - b) Ele aprimorou o conceito da câmara obscura.
 - c) Ele introduziu a fotografia digital.
 - d) Ele criou o termo "fotografia."

2. Qual tecnologia permitiu a verdadeira revolução na fotografia no século XIX?
 - a) Filmes flexíveis em preto e branco.
 - b) Câmeras reflex.
 - c) Daguerreótipos.
 - d) Negativos e cópias positivas.

3. O que a invenção da câmara obscura representou para a história da fotografia?

- a) A primeira câmera digital.
- b) A criação da fotografia a cores.
- c) A base para o desenvolvimento futuro da fotografia.
- d) A introdução das câmeras nos celulares.

2ª parte: Questões subjetivas:

4. Explique como a fotografia se transformou da era das chapas de vidro para a era digital, destacando as principais inovações tecnológicas ao longo do caminho.

5. Qual é a importância da câmara obscura na história da fotografia, e como o princípio desse dispositivo ainda é relevante nas câmeras modernas?

APÊNDICE C - SITUAÇÃO-PROBLEMA

- Apresentar a seguinte situação-problema aos alunos:

“Você é um fotógrafo do século XVI e está tentando criar uma máquina para capturar imagens. Como você faria isso?

- Solicitar que os alunos pensem em uma solução para o problema;
- Realizar uma roda de conversa para discutir as soluções apresentadas pelos alunos.

Anotações e registros de cada grupo:

APÊNDICE D - APLICAÇÃO DOS CONCEITOS

Caro aluno(a),

Com base nos seus conhecimentos e nas experiências vivenciadas no cotidiano, responda os seguintes questionamentos:

1. Por que enxergamos os objetos que nos cercam?

2. Como ocorre a formação de imagem no olho humano?

3. Você sabe o que é uma câmara escura de orifício? () sim () não. Em caso afirmativo, qual a relação existente entre a câmara escura de orifício e o olho humano?

4. Os registros fotográficos se tornaram algo muito comum em nossas vidas, especialmente após a inovação tecnológica de recursos multifuncionais, como os aparelhos celulares. Você sabe quantas fotos tirou no último mês? Ou na última viagem de férias? Ou melhor ainda, quantas fotos você tem na galeria do seu celular? Considerando esses aspectos, responda:
 - a) Como funciona o princípio de formação de imagem pela máquina fotográfica?

 - b) Como funciona o princípio de formação de imagem pela câmara do celular?