

“A CÂMARA ESCURA NA ESCOLA BÁSICA: DIÁLOGOS ENTRE HISTÓRIA, MATEMÁTICA E EXPERIMENTAÇÃO”

Anderson de Oliveira Melo Silva

Mestre em Ciência da Engenharia Nuclear pela COPPE/UFRJ

Mestre em Matemática pela PUC-RIO

Professor do Centro Universitário Signorelli

Christine Sertã Costa

Doutora em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ

Professora da PUC-Rio

RESUMO

O presente artigo trata o artefato *câmara escura*, com um olhar na escola básica, tanto com enfoque histórico como com enfoque da matemática envolvida no seu funcionamento. O tratamento histórico procura, além de colaborar com o arcabouço cultural do alunado, trazer significado ao aprendizado através da contextualização da sua criação e utilização. Já o olhar do enfoque matemático possibilita aprendizado a partir do concreto e justifica a importância de se apropriar de conceitos teóricos para construções reais. Para finalizar, o trabalho explicita os procedimentos para a construção de uma *câmara escura* em sala de aula utilizando materiais recicláveis e de baixo custo, promovendo uma experimentação que propicia a visão das interseções entre teoria e prática. Acreditamos que as interlocuções entre história, matemática e materiais concretos na escola básica contribuam para um processo de aprendizagem mais significativo para os alunos e para um processo de ensino mais reflexivo para professores.

PALAVRAS-CHAVE: Câmara Escura. Matemática da Câmara Escura. Construção da Câmara Escura.

ABSTRACT

This article deals with the camera obscura artifact, with a look at the elementary school, both with a historical focus and with a focus on the mathematics involved in its operation. The historical treatment seeks, in addition to collaborating with the cultural framework of the students, to bring meaning to learning through the contextualization of its creation and use. The mathematical approach, on the other hand, enables learning from the concrete and justifies the importance of appropriating theoretical concepts for real constructions. Finally, the work explains the procedures for the construction of a camera obscura in the classroom using recyclable and low-cost materials, promoting an experimentation that provides a vision of the intersections between theory and practice. We believe that the interlocutions between history, mathematics and concrete materials in elementary school contribute to a more meaningful learning process for students and to a more reflective teaching process for teachers.

KEYWORDS: Darkroom. Darkroom Mathematics. Construction of the Dark Chamber.

INTRODUÇÃO

A Câmara Escura é tida como a primeira grande descoberta da fotografia. Ela pode ser descrita como uma caixa de paredes opacas em que uma das faces possui um pequeno orifício que permite a entrada de luz e todo objeto, luminoso ou iluminado, quando colocado à frente deste orifício tem sua imagem projetada de forma invertida e reduzida na parede oposta ao orifício, conforme mostra a figura 1.

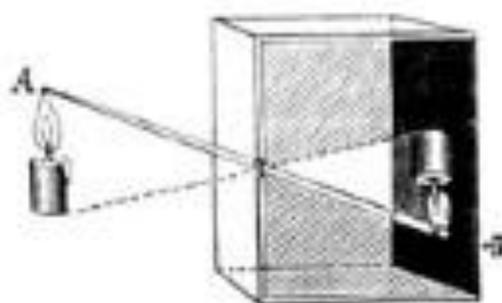


Figura 1: Câmara escura

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A2mera_escura_Acesso em 24/11/2020

Esse objeto é tradicionalmente apresentado como um recurso pedagógico nas aulas de Física para apresentar fenômenos ópticos associados à propagação retilínea da luz e à formação de imagem. Apesar de seu funcionamento envolver conceitos matemáticos relativamente simples, este recurso é pouco explorado nas aulas de Matemática e certamente valeria como um elemento motivador importante para o desenvolvimento de temas diversos da educação básica. É um instrumento de fácil construção e de baixo custo e pode ser produzido com materiais recicláveis. Sua confecção e respectiva utilização nas aulas de Matemática pode facilitar e trazer significado à aprendizagem.

Este artigo se propõe a apresentar o artefato *câmara escura* explicitando o contexto histórico do seu surgimento e alguns princípios matemáticos envolvidos na sua construção e funcionamento. Além disso, defende sua utilização por professores de Matemática do ensino fundamental como um recurso pedagógico importante para o ensino de semelhança de triângulos e ainda apresenta uma proposta de construção de uma câmara escura com materiais de baixo custo.

A CÂMARA ESCURA – PASSEIO HISTÓRICO

De acordo com Barros e Biasuz (2017), a primeira observação referente ao princípio da câmara escura ocorreu durante o século V a.C. na China, quando o filósofo Mozi (470 – 391 a.C) descreveu a formação de uma imagem invertida quando raios de luz atravessaram um orifício em um quarto escuro. Ele descreveu que a luz proveniente do pé de uma pessoa iluminada atingiria a parte de baixo do orifício e formaria a parte superior da imagem enquanto que a luz proveniente da cabeça atingiria a parte de cima do orifício formando a parte inferior da imagem (figura 2).



Figura 2: Imagem registrada por Mozi

Fonte: <https://www.timetoast.com/timelines/la-luz-a-traves-del-tiempo-bd772a25-4237-41f3-951d-88e14ea21a71>. Acesso em 05/11/2020.

Ainda segundo Barros e Biasuz (2017), posteriormente, Aristóteles também compreendeu este princípio ao observar no chão a imagem de um eclipse solar projetado através de pequenos orifícios nas folhas de uma árvore (figuras 3a e 3b).

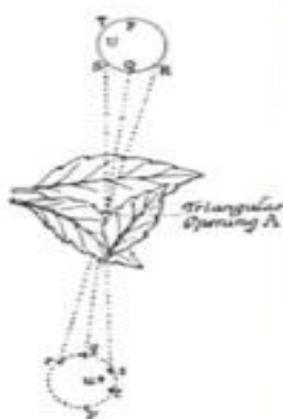


Figura 3a

Figura 3a: imagem do sol projetada pelas brechas formadas pelas folhas das árvores.

Fonte: Fraga (2016)



Figura 3b

Figura 3b: Buracos na copa das folhas projetam imagens de um eclipse solar no solo

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/File:IMG_1650_zonsverduistering_Malta.JPG.

Acesso em 05/11/2020.

Após as conclusões de Aristóteles, o próximo registro acerca do princípio de funcionamento da câmara escura ocorreu apenas no século X através do matemático persa Abu Ali Al-Hasan Ibn Al-Haitham (965-1039), também conhecido pelo nome de Alhazen. Segundo Silva (2011), ele descreveu um eclipse solar do interior de um quarto às escuras com um pequeno orifício aberto para o exterior. Assim, notou nesse instrumento de observação de eclipses um análogo ao olho Humano⁷ (Almeida, 2013, p. 24).

Segundo Barata (2011), com base nos escritos de Alhazen sobre óptica, Leonardo da Vinci (1452–1519), séculos depois, pôde desenvolver estudos sobre a anatomia e funcionamento do olho humano. Ele escreveu uma coleção de documentos denominada Codex Atlanticus⁸, escrita entre 1478 e 1519, onde teria descrito o funcionamento da câmara escura e feito um paralelo entre a câmera escura e o olho humano com diversas ilustrações que envolvem esse artefato como por exemplo as apresentadas nas figuras 4 e 5.

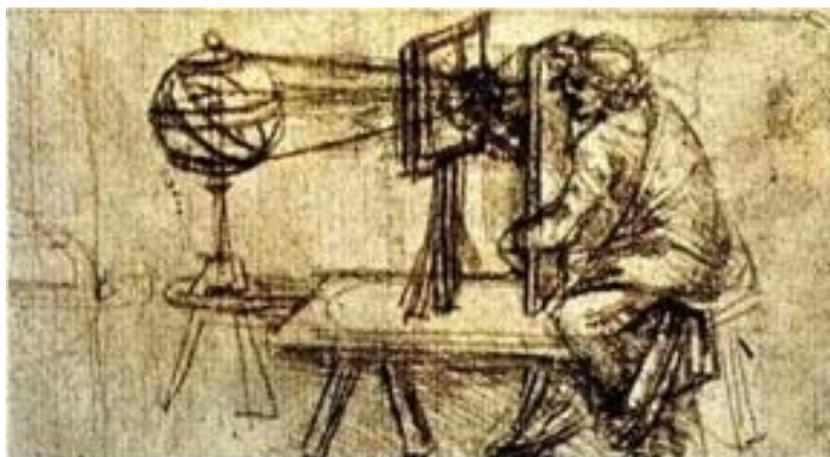


Figura 4: Esboço da câmara escura feito por Leonardo da Vinci

Fonte: <http://www.iea.usp.br/imagens/camara-escura-leonardo-da-vinci-codex-atlanticus/view>. Acesso em 26/11/2020

⁷ Antes do conhecimento da câmara escura, considerava-se que o cristalino tinha o papel principal na formação da imagem no olho humano. Após o desenvolvimento da câmara escura, percebeu-se que a imagem se formava de forma invertida na retina, como se processa na câmara escura.

⁸ Codex Atlanticus: coleção de documentos de Leonardo da Vinci constituído por doze volumes em uma combinação de 1119 páginas com conteúdo que abrange anatomia, astronomia, botânica, química, geografia, matemática, mecânica, projetos tecnológicos e arquitetônicos. Atualmente este documento encontra-se na Biblioteca Ambrosiana em Milão.

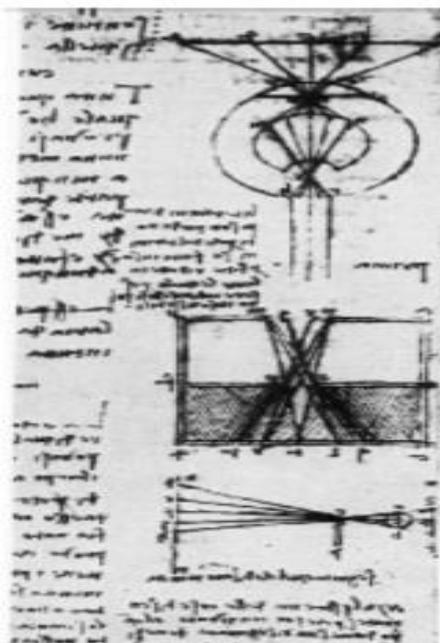


Figura 5: Desenhos de Leonardo da Vinci representando a recepção dos raios luminosos pelo olho e pela câmara obscura
Fonte: Barata, 2011.

Ainda neste período, conhecido como Renascimento⁹, a câmara escura foi utilizada para outros fins científicos e também artísticos. Ramos (2006) afirma que neste período pintores e artistas contemporâneos a Leonardo Da Vinci usaram largamente a câmara escura como método auxiliar de construção da imagem. As câmeras eram grandes o suficiente para que um homem ficasse de pé em seu interior; assim, permitiam ao pintor desenhar, copiar, reproduzir ou cobrir na tela a imagem invertida que se formava naturalmente do exterior da câmara, conforme mostra a figura 6.



Giovanni Battista della Porta (1535–1615) e sua *Magia Naturalis* (*Natural Magic*, 1558)

Figura 6: Pintura realizada através da câmara escura.

Fonte:

<https://www.google.com/search?q=Leonardo+Da+Vinci&oq=Leonardo+Da+Vinci&aqs=chrome..69i57j46i433j0i131i433j0l5.4494j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em 28/11/2020

⁹ Renascimento: termo usado para identificar o período da história da Europa aproximadamente entre meados do século XIV e o fim do século XVI, caracterizando a transição do feudalismo para o capitalismo e significativos efeitos nas artes, na filosofia e nas ciências.

Em 1604, Kepler publicou o primeiro livro ocidental moderno sobre óptica (*Ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars Optica Traditur*) e projetou a primeira câmara escura portátil (figura 7). A câmara escura projetada por Johann Kepler para realizar seus desenhos topográficos era uma tenda onde na parte superior, externamente, havia uma lente biconvexa e um espelho para obter uma imagem projetada no tabuleiro de desenho no interior da tenda.



Figura 7: Câmara escura portátil de Kepler em 1620

Fonte: <http://photart.com.br/WebPH061/HistFot/01CamEsc.htm>. Acesso em 10/11/2020

No século XIX, com a descoberta das propriedades fotoquímicas dos sais de prata, foi possível registrar de forma permanente as imagens formadas no interior da câmara escura sobre uma superfície termo sensível. Assim, a câmaras escura evoluiu para as antigas máquinas fotográficas que utilizavam filmes de revelação.

A CÂMARA ESCURA- A MATEMÁTICA DO SEU FUNCIONAMENTO

Como já foi descrito, quando um objeto luminoso ou iluminado AB é posicionado em frente a uma câmara escura, os raios de luz que partem de AB e atravessam o orifício O projetam na parede oposta ao orifício uma figura $A'B'$ semelhante ao objeto AB e invertida, usualmente chamada de imagem de AB . As figuras 8a e 8b mostram este esquema de funcionamento.

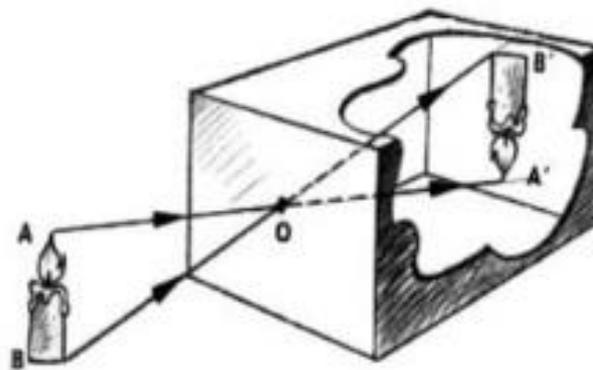


Figura 8a: Funcionamento da câmara escura

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=31339>. Acesso em 26/11/2020

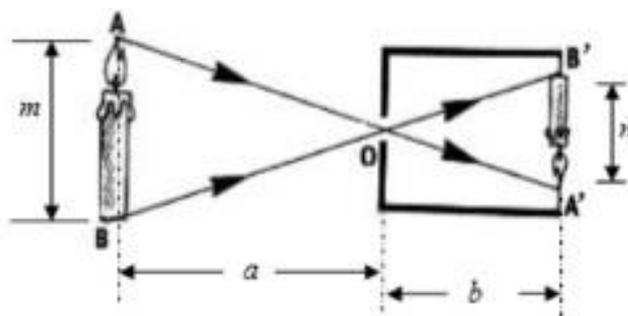


Figura 8b: Vista lateral referente ao funcionamento da câmara escura

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=31339>. Acesso em 26/11/2020

Observando a figura 8b e sendo m a altura do objeto AB , a a distância do objeto à câmara, n a altura da imagem $A'B'$ e b o comprimento da câmara, a seguinte relação pode ser estabelecida, usando a semelhança entre os triângulos OAB e $OA'B'$:

$$\frac{m}{n} = \frac{a}{b}$$

isto é

$$\frac{\text{altura do objeto}}{\text{altura da imagem}} = \frac{\text{distância do objeto à câmara}}{\text{comprimento da câmara}}$$

Observa-se que, se a parede oposta for construída com papel vegetal, qualquer observador que se coloque de frente a esta parede verá a imagem projetada sobre esta, de forma invertida e reduzida.

Na figura 9 é fácil perceber que os ângulos $A\hat{O}B$ e $A'\hat{O}B'$ são opostos pelo vértice e, portanto, têm a mesma medida. Sendo objeto e imagem considerados verticais, tem-se que AB é paralelo a $A'B'$ e que os raios de luz representados pelas semirretas BB' e AA' são transversais.

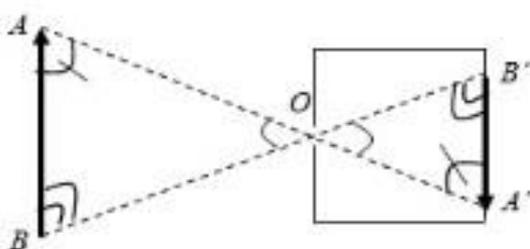


Figura 9: Semelhança de triângulos presente na Câmara escura
Fonte: Autor

Pode-se perceber, na figura 10, que os ângulos ABB' e $A'B'B$ são alternos internos e, portanto, têm a mesma medida. Assim, verifica-se que os triângulos $A\hat{O}B$ e $A'\hat{O}B'$ têm dois pares de ângulos iguais, sendo, portanto, semelhantes pelo caso AA (Ângulo – Ângulo).



Figura 10: Semelhança de triângulos presente na Câmara escura
Fonte: Autor

Como vimos, a justificativa para a formação da imagem invertida tem base no conceito matemático de semelhança de triângulos. A demonstração desse conteúdo a partir de um aparato concreto, permite ao aluno refletir sobre os conceitos envolvidos e identificar as condições para a existência da semelhança entre os triângulos formados. A apresentação de uma aplicação prática que envolve o conteúdo, proporciona motivação e dá significado ao aprendizado.

A CÂMARA ESCURA – PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO COM MATERIAL DE BAIXO CUSTO

Segundo Reis (2013) o professor deve ter o aluno como seu foco principal e também procurar oferecer a ele uma educação significativa que contribua para o seu desenvolvimento como cidadãos emancipados e críticos. Neste sentido, o autor afirma que a Matemática também é uma disciplina de caráter experimental e que possui a capacidade de despertar nos alunos, por meio da experimentação, a curiosidade pelo conhecimento. Experimentar é uma abordagem metodológica que permite ao aluno participar da aula de forma mais ativa e efetiva além de verificar e questionar de forma concreta um determinado conteúdo. Assim, a busca pela construção de aparatos úteis

na sala de aula produzidos a partir de materiais recicláveis e de baixo custo torna viável efetivar ações possíveis e importantes nas salas de aula da escola básica, democratizando e qualificando os processos de ensino e aprendizagem.

Com o objetivo de consolidar a construção do conceito de semelhança de triângulos, segue uma sugestão para a construção de uma câmara escura a partir de materiais de baixo custo.

Para isto, são necessários os seguintes materiais:

- uma lata de leite em pó;
- tinta guache preta;
- papel vegetal;
- cartolina preta e
- uma lâmpada.

Os procedimentos para construção são:

- Pinte o interior da lata com a tinta guache preta, conforme a figura 11.



Figura 11: interior da lata de leite pintada com tinta guache preta.

Fonte: Autor

- Cubra a abertura da lata com papel vegetal e faça um pequeno furo no fundo, conforme figuras 12a e 12b.



Figura 12a

Figura 12b

Figuras 12a e 12b: abertura da lata coberta com papel vegetal e fundo da lata com um pequeno furo para entrada de luz.

Fonte: Autor

- Envolve a lata com a cartolina preta de modo que a abertura coberta pelo papel vegetal fique em um espaço escurecido, conforme figura 13.



Figuras 13: lata envolvida com cartolina preta.

Fonte: Autor

- Coloque o fundo da lata de frente para uma lâmpada acesa ou para uma vela acesa, conforme figura 14. Os raios de luz provenientes da fonte luminosa atravessarão o furo no fundo da lata e formarão a imagem invertida sobre o papel vegetal, conforme figura 15.



Figuras 14: câmara escura colocada em frente a uma fonte de luz.

Fonte: Autor



Figuras 15: imagem invertida e menor que o objeto formada no papel vegetal.

Fonte: Autor

A imagem invertida projetada no papel vegetal consolida a teoria que envolve a semelhança de triângulo, conceito matemático importante presente no currículo do ensino fundamental, e a câmara escura apresenta-se como uma exemplificação prática da utilização deste conceito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de aprendizagem, alguns fatores podem contribuir para despertar mais interesse dos alunos em relação aos conteúdos ministrados. A interdisciplinaridade favorece a integração entre diferentes conteúdos pertencentes a diferentes disciplinas, sendo uma metodologia que permite que diferentes áreas do conhecimento se complementem facilitando o aprendizado e tornando-o mais significativo. A contextualização histórica permite compreender o processo de construção do conhecimento como construção humana, fazendo com que a matemática e a ciência sejam vistas como conhecimentos em contínua construção e não como disciplinas prontas e acabadas. As atividades experimentais permitem compreender a teoria e observar a aplicação de conceitos, facilitando a apropriação do conhecimento e aproximando-o do alunado.

Observar a construção de um conteúdo matemático através da sua história, envolvendo-o com questões interdisciplinares e possibilitando a construção de atividades práticas, possibilita tanto perceber a importância da matemática quanto adquirir conhecimentos de forma dinâmica, contextualizada e expressiva. Neste artigo, procuramos ressaltar que o estudo do tema Semelhança de Triângulos pode ser apresentado associado a fenômenos físicos e a construção de um artefato simples e historicamente conhecido - câmara escura. Tais abordagens podem levar o aluno da educação básica a perceber que a matemática está inserida em vários contextos e reconhecê-la como linguagem relacionada à atividade humana contribuindo para uma educação cada vez mais completa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.V.; **Entre o olho e o olhar: história, evolução e cultura**. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.
- BARATA, L.S.V.; **Câmara Obscura: a memória como lugar da arte**. Dissertação (Dissertação Comunicação e Arte) - Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2011. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/7781>. Acesso em 12/11/2020.
- BARROS, L.A.; BIASUZ, M.C.V.; **Sobre o objeto Estético: Deslocamentos em Fluxo**. PÓS [online]. Belo Horizonte. V. 7. N. 14. P. 194–222, Nov, 2017. Disponível em https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistapos/article/view/15493/pdf_1. Acesso em 05/11/2020.
- FRAGA, F.; **Los Oscuros Orígenes de La Cámara Oscura: Alhacén y sus Predecesores**. **Polipapers** [online]. Valência. V.21, m.28, P. 82–91, 2016. Disponível em <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/view/6050/6636>. Acesso em 04/11/2020.
- RAMOS, M.; **Um breve ensaio sobre a fotografia e a leitura crítica do discurso fotográfico**. Studium [online]. Campinas. N. 23, P. 24–33, Dez, 2006. Disponível em <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/studium/article/view/12239/7504>. Acesso em 28/10/2020
- REIS, D. F. O.; **Reflexões sobre a importância da experimentação na educação matemática**. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 11., 2013. Curitiba. Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Disponível em http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/2968_828_ID.pdf. Acesso em 30/11/2020.
- SILVA, E. A.; **90 Anos da Missão Cartográfica Imperial Militar Austríaca no Exército Brasileiro – Relato Histórico da Fotogrametria (1920 – 2010)**. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Histórica, 1., 2011, Paraty. Anais do I Simpósio Brasileiro de Cartografia Histórica. Disponível em https://www.ufmg.br/rededemuseus/crch/simposio/SILVA_ELIANE_ALVES_1.pdf. Acesso em 09/11/2020.