

PRAXINOSCÓPIO E ZOOTRÓPIO:

BRINQUEDOS ÓPTICOS NA RELAÇÃO
ARTE-CIÊNCIA

MARISOL LUCIANE MIARA



Atena
Editora

Ano 2020

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PPGECT
Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciência e Tecnologia

PRAXINOSCÓPIO E ZOOTRÓPIO:

BRINQUEDOS ÓPTICOS NA RELAÇÃO
ARTE-CIÊNCIA

MARISOL LUCIANE MIARA



Atena
Editora

Ano 2020

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PPGECT
Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciência e Tecnologia

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M618p	<p>Miara, Marisol Luciane. Praxinoscópio e zootrópio [recurso eletrônico] : brinquedos ópticos na relação arte-ciência / Marisol Luciane Miara, Marcos Cesar Danhoni Neves, Josie Agatha Parrilha da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-86002-98-0 DOI 10.22533/at.ed.980200904</p> <p>1. Arte e ciência. 2. Fotografia. 3. Praxinoscópio. 4. Zootrópio. I. Neves, Marcos Danhoni. II. Silva, Josie Agatha Parrilha da. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 701.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Dedico a minha família e aos eternos amigos.

“Viver, e não ter a vergonha de ser feliz

Cantar a beleza de ser um eterno aprendiz ...”

Gonzaguinha

AGRADECIMENTOS

Agradeço a força divina que esteve do meu lado em todos os momentos. Agradeço ao tempo e dedicação de todos aqueles que auxiliaram nesta caminhada, dando estímulo, mesmo quando o cansaço parecia me abater e, principalmente, pela confiança e o carinho de sempre. Em especial agradeço aos meus pais Joaquim e Lecy, meu marido Ricardo, meus filhos Guilherme e Pamela; Raul e Anny; minha querida Mônica e meus queridos amigos e companheiros Luzita, Pablo, Mariana e Carol e as amigas que conheci nesta trajetória, como nós mesmas denominamos carinhosamente de “comadres do mestrado”.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa, aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Naturais e ao apoio da Prof^a. Dr^a Lia Maris O. R. Antikeira, que aceitou a realização do Projeto de Extensão intitulado Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia, possibilitando a aplicação das oficinas idealizadas a partir da pesquisa da dissertação Praxinoscópio e Zootrópio: Brinquedos Óticos na relação Arte - Ciência.

Agradeço em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves e à querida amiga Professora Josie Agatha Parrilha da Silva, que depositaram confiança e coragem aceitando e acreditando no meu potencial, mesmo sabendo da minha formação educacional realizada no EJA (Educação de Jovens e Adultos), pois, sem a aceitação deles, eu não teria tido o estímulo suficiente para transformar a minha realidade e mostrar que a educação só tem sentido a partir do momento quando conseguimos provar que ela vai além de um amontoado de fórmulas e palavras. Assim, podemos ter a chance de mostrar que todos somos seres capazes, competentes e que podemos realizar nossos projetos e colocá-los em prática, mostrar à sociedade que o aprendizado faz parte da insistência, da determinação e, acima de tudo, “acreditar” que é possível ver a transformação cultural.

Agradeço as professoras Prof^a. Dr^a Adriana da Silva Fontes e Prof^a. Dr^a Josie Agatha Parrilha da Silva por terem aceitado compor a banca de qualificação e defesa pelas sugestões e análises significativas às quais tentarei atender na versão final do texto. Agradeço também todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente à pesquisa.

Agradeço a responsabilidade e gentileza da diagramação realizada por Beatriz Goes.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO	3
INTERDISCIPLINARIDADE A PARTIR DA APROXIMAÇÃO ENTRE ARTE E CIÊNCIA.....	5
A FOTOGRAFIA COMO POSSIBILIDADE DE APROXIMAÇÃO ENTRE ARTE E CIÊNCIA.....	13
PROPOSTA DE APROXIMAÇÃO ENTRE ARTE E CIÊNCIA A PARTIR DE OFICINA DE FOTOGRAFIA.....	47
RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS DAS OFICINAS	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	77
SOBRE OS AUTORES	83

MIARA, Marisol Luciane. **Praxinoscópio e zootrópio**: brinquedos óticos na relação arte-ciência. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

O desenvolvimento científico foi responsável por consolidar o início da ciência moderna. A presente pesquisa procurou problematizar a necessidade de aproximar Arte e Ciência reelaborando os aparelhos óticos Zootrópio e Praxinoscópio, desenvolvendo, assim, o conhecimento artístico e o científico por meio de uma atividade lúdica e interdisciplinar entre Arte e Física. Para tanto foi fundamental o princípio da percepção visual e o da ilusão ótica, utilizando-se da movimentação de quadros estáticos (*frame by frame*). A reconstrução destes instrumentos ancorou-se nas oficinas de um Projeto de Extensão intitulado “Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia”, dividida em duas oficinas específicas “Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas” e “Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação”. Os dados obtidos na pesquisa foram analisados em suas modalidades qualitativa e descritiva, tendo como fonte direta as informações mais próximas do ambiente escolar natural. Na fundamentação da pesquisa destacaram-se alguns teóricos, que abordaram fenômenos físicos presentes na vida cotidiana, como Perelman, Arnheim, Crary, Santaella, Fogliano e Lucena envolvendo as diferentes análises sobre a percepção visual e sua influência para cada observador na identificação de diferentes objetos. A narração histórica e cronológica dos primeiros inventos óticos foram baseados em Briggs e Burgue, abordando as questões que envolvem a imagem enquanto forma de comunicação, especialmente com o advento da fotografia. A pesquisa finaliza-se com os resultados das oficinas e as observações dos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus Ponta Grossa.

PALAVRAS-CHAVE: Arte e ciência. Praxinoscópio. Zootrópio. Ilusão de óptica. Fotografia.

MIARA, Marisol Luciane. Praxinoscope and zootrope: optical toys in the art-science relationship. 2017. 100 p. Dissertation (Master Degree in Teaching in Science and Technology) - Federal University Technology of Paraná, Ponta Grossa, 2017.

Scientific development was responsible for consolidating the beginning of modern science. The present research sought to problematize the need to approach Art and Science by reworking the optical devices Zootrope and Praxinoscope, thus developing artistic and scientific knowledge through a playful and interdisciplinary activity between Art and Physics. For this, the principle of visual perception and optical illusion was fundamental, using frame-by-frame motion. The reconstruction of these instruments was anchored in the workshops of an Extension Project entitled “Techniques of Image Representation: From the Renaissance to Photography”, divided into two specific workshops “Zootrope: an art seen between luminous cracks” and “Praxinoscope: the fragmented reflection of animation “. The data obtained in the research were analyzed in their qualitative and descriptive modalities, having as direct source the information closest to the natural school environment. Some of the theorists focused on physical phenomena present in everyday life, such as Perelman, Arnheim, Crary, Santaella, Fogliano and Lucena, involving the different analyzes on visual perception and their influence for each observer in the identification of different objects. The historical and chronological narration of early optical inventions were based on Briggs and Burgue, addressing issues involving the image as a form of communication, especially with the advent of photography. The research is finished with the results of the workshops and the observations of the students of the undergraduate degree in Natural Sciences, of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR) - Ponta Grossa campus.

KEYWORDS: Art and science. Praxinoscope. Zootrope; Optical illusion. Photography.

A preocupação de professores em despertar a atenção e a concentração dos alunos, para obter um aprendizado que incentive o conhecimento e ofereça um ensino de qualidade e que possa avaliar e assegurar a aplicação dos conteúdos com equidade em cada disciplina, formam a narrativa rotineira e habitual do contexto escolar. Porém, a pergunta que segue é: como atrair o olhar e a atenção de alunos que vivem num mundo contemporâneo onde as informações são velozes e as imagens formam-se quase instantaneamente?

A pesquisa **“Praxinoscópio e Zootrópio: brinquedos óticos na relação Arte-Ciência”**, narrou a historicidade dos aparelhos óticos que antecederam a máquina fotográfica, esta que foi a construção do primeiro invento que impactou a sociedade, acompanhou a revolução industrial e transformou as pinturas do século XIX. Como forma de despertar o interesse dos alunos, a pesquisa trabalhou com a construção de aparelhos óticos o zootrópio e praxinoscópio, destacou sua história, sua técnica e desenvolvimento que envolveram pesquisadores, cientistas e artistas para apresentar ao mundo a revelação da imagem impressa, construída a partir de um “clique”, baseada numa tecnologia completamente nova, desde a impressão até a *kinesis* das imagens.

A presente dissertação é dividida em quatro capítulos que trabalham progressivamente a partir de entendimentos sobre a questão histórica e de aproximação da arte e da ciência. No primeiro momento intitulado “ O Ensino Interdisciplinar e a Educação Científica” é apresentado o conceito de interdisciplinaridade segundo Fazenda (2003) destacando a sua abordagem nos Parâmetros Curriculares Nacionais e nas Diretrizes Curriculares Estaduais. Momentos históricos da aproximação entre Arte e Ciência enfatizam o Renascimento e o período do Impressionismo, assim como a sua aproximação na contemporaneidade, são expostos ainda nesse capítulo. Como complementação nesse capítulo, há o levantamento da questão da inclusão da pluralidade cultural como um tema transversal na discussão, com a intenção de expor a importância e a abrangência da interdisciplinaridade no ensino, permitindo assim que a pluralidade cultural pudesse ser discutida em diferentes disciplinas, pois nosso contexto social é plural e complexo (DEMO, 2001).

No segundo momento, destaca-se a “Fotografia como Possibilidade de Aproximação entre Arte e Ciência”, faz um recorte sobre a história da fotografia. Discorre sobre a movimentação da imagem, explorando os brinquedos/aparelhos ópticos, precursores da máquina fotográfica, como conhecimento científico. Engloba os aspectos lúdicos que envolvem imagens em atividades ligadas à fotografia.

No terceiro momento, apresenta a proposta de aproximação ente Arte e Ciência, a partir de oficinas de construção de instrumentos ópticos (zootrópio, praxinoscópio), desenvolvidas por meio de um Projeto de Extensão intitulado Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia. O Projeto foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus Ponta Grossa, com a participação de 21 (vinte e um) alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, onde foram realizados quatro encontros, divididos entre as duas oficinas: “O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas” e “Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação”. O objetivo de reconstruir os aparelhos ópticos Zootrópio e Praxinoscópio foi o de desenvolver, por meio de atividades lúdicas e interdisciplinares entre Arte e Física, o registro e a observação da imagem em movimento/percepção visual.

Na primeira oficina ocorreu a produção prática do aparelho óptico Zootrópio, com o objetivo de fazer com que osicineiros desenvolvessem o trabalho interdisciplinar entre Arte e Física. Na segunda oficina foi desenvolvido o conhecimento a partir da construção do aparelho óptico Praxinoscópio, a partir da observação dos espaços (claro-escuro) e da luminosidade do aparelho óptico, complementando com a percepção visual.

Nas considerações finais foram apresentados os resultados obtidos na pesquisa e aponta os delineamentos que ocorreram durante o seu desenvolvimento com a análise dos dados e a participação dosicineiros, que contribuíram com relatos por meio de uma entrevista gravada e transcrita. O resultado final foi a produção ópticos Zootrópio e Praxinoscópio que possibilitaram novas experiências com metodologias que instigaram osicineiros a desenvolver um trabalho interdisciplinar, Arte e Ciência, utilizando-se a *kinesis* da imagem.

INTERDISCIPLINARIDADE A PARTIR DA APROXIMAÇÃO ENTRE ARTE E CIÊNCIA

Neste capítulo é apresentado o conceito de interdisciplinaridade segundo Fazenda (2003) e será destacado como ele aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais e nas Diretrizes Curriculares Estaduais. Expõe, ainda, momentos históricos de aproximação entre Arte e Ciência enfatizando o Renascimento e o período do Impressionismo, assim como a sua aproximação na contemporaneidade. Esta trajetória foi necessária para delinear esta aproximação, para que os alunos e professores pudessem identificar características comuns entre Arte e Ciência e motivá-los para a investigação científica e artística, por meio de oficinas de construção de instrumentos ópticos.

O ensino interdisciplinar e a educação científica

A interdisciplinaridade contribui para a construção do conhecimento do aluno, ou seja, habilitar o mesmo a se tornar autor do seu saber fazer. Podemos afirmar que a interdisciplinaridade possibilita uma melhor formação geral, segundo Fazenda (2011, p.75):

A possibilidade de “situar-se” no mundo de hoje, de compreender e criticar as inúmeras informações que nos agridem cotidianamente, só pode acontecer na superação das barreiras existentes entre as disciplinas. A preocupação com a verdade de cada disciplina seria substituída pela verdade do homem enquanto ser no mundo.

Cada disciplina possui sua própria especificidade e faz do professor o construtor e portador de informações com conhecimentos que se contextualizam nas necessidades dos alunos. Na contemporaneidade, Demo (2010) argumenta sobre a necessidade de um ensino voltado para uma educação científica básica onde o aluno possa responder às demandas do século XXI. Há, porém, ainda, o desafio de desenvolver habilidades que os outorguem construir conhecimentos, que os emancipem para tomar em suas mãos o seu destino. Desse modo, poderão compreender que ser/estar ou situar-se no mundo, implica em compreender e fazer relações com o ambiente, consigo mesmos e com as outras pessoas e, como tudo isto se apresenta para eles. Cabe aqui evidenciar que a educação científica é parte da formação do aluno; uma parte importante, que não só o prepara para compreender

os fenômenos da natureza, mas também, discernir e criticar as informações que invadem os seus cotidianos.

A motivação pelo ensino contextualizado e científico expressa a necessidade para que os alunos aprendam efetivamente na escola:

Neste sentido, educação científica implica reconstruir toda nossa proposta de educação básica, não só para realçar os desafios da preparação científica para a vida e para o mercado, mas principalmente para implantar processos de aprendizagem minimamente efetivos. Tais processos de aprendizagem repercutem em termos de aprimoramento da qualidade de vida dos alunos e da respectiva sociedade, muito além das expectativas e pressões do mercado. Em termos de qualidade de vida, uma das referências mais importantes é a cidadania que sabe pensar, ou seja, que não só aprecia ciência e tecnologia, mas que principalmente sabe construir e usar ciência e tecnologia para fins sociais éticos e cidadãos. Em termos práticos, educação científica significa saber lidar com a impregnação científica da sociedade para aprimorar as oportunidades de desenvolvimento, tais como: Aproveitar os conhecimentos científicos que possam elevar a qualidade de vida, por exemplo, em saúde, alimentação, habitação, saneamento etc., tornando tais conhecimentos oportunidades fundamentais para estilos de vida mais dignos, confiáveis e compartilhados (DEMO, 2010, p. 21).

A narrativa do autor reforça uma aprendizagem que repercute em aprimorar a qualidade de vida do aluno, uma vez que a educação faz girar em torno dela todas as esferas, sejam sociais, econômicas e/ou culturais, pois, para o autor, a interdisciplinaridade é “a arte do aprofundamento com sentido de abrangência, para dar conta, ao mesmo tempo, da particularidade e da complexidade do real” (DEMO, 2001, p. 88).

A disciplina de Ciências é, naturalmente, interdisciplinar, pois propicia ao aluno entender os vários olhares do mundo, interpretar os fenômenos que observam e vivenciam, como atestam, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

A disciplina de Ciências por si só contempla um olhar interdisciplinar, quando afirma que neste contexto em que a sociedade vivencia a globalização, cabe ao papel das Ciências Naturais: o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo (BRASIL, 1997, p.15).

Um aprendizado efetivo de forma global do aluno faz com ele seja capaz de interagir coletivamente como agente de transformações da realidade na qual se insere. As Diretrizes Curriculares Estaduais destacam que:

[...] as disciplinas escolares não são herméticas, fechadas em si, mas, a partir de suas especialidades, chamam umas às outras e, em conjunto, ampliam a abordagem dos conteúdos de modo que se busque, cada vez mais, a totalidade, numa prática pedagógica que leve em conta as dimensões científica, filosófica e artística do conhecimento (PARANÁ, 2008a, p. 29).

Vivemos em um país plural e é evidente que esta pluralidade, uma vez que estamos discutindo a busca da totalidade que leve em conta as dimensões científica, filosófica e artística do conhecimento, deveria ser discutida de uma forma mais aprofundada e abrangente, mas erroneamente ela é ignorada ou descaracterizada,

como aponta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Convivemos em nosso país com uma enorme gama de ascendentes de várias culturas e etnias de muitos países e cada um deles com a sua própria cultura e diferentes produções artísticas, que, por si só, geram um tema com amplo espectro interdisciplinar (BRASIL, 1999).

Por ser a escola o lugar onde se dá a aprendizagem, a construção e reconstrução do conhecimento e o lugar onde a diversidade está presente, há de se levar em consideração a questão da pluralidade cultural, porque ela traz em si, usos e costumes de diferentes grupos sociais em sua trajetória histórica. Como salienta Demo (2001, p. 55) “a importância da interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem, baseado na pesquisa como um princípio educativo e científico, revela que disseminar informação, conhecimento e patrimônios culturais é tarefa fundamental. ”

A inclusão da pluralidade cultural como um tema transversal na discussão, teve a intenção de expor a importância e a abrangência da interdisciplinaridade no ensino, permitindo, assim, que a pluralidade cultural pudesse ser discutida em diferentes disciplinas, pois nosso contexto social é plural e complexo (DEMO, 2001).

Momentos históricos de aproximação entre arte e ciência

A arte, segundo Lucena Junior (2005)¹, teve seu início na Pré-História e entende-se que o artista era visto pelo seu povo como um ser dotado de magia, devido sua facilidade de desenhar nas paredes das cavernas e os povos daquela época acreditavam que aqueles desenhos, com a representação da imagem de animais e objetos do cotidiano, eram símbolos que podiam trazer à tona seus desejos. As paredes desenhadas transformaram-se em suportes, que contavam as histórias do povo, assim como os livros fazem.

Esta arte segundo Santaella (2012)², deixou relatos que assemelham-se a uma herança da arte na antiguidade até a arte moderna. Tais fatos contam que a arte foi conduzida por muito tempo como rituais religiosos e teve uma grande transformação no período do Renascimento. Este pragmatismo religioso foi substituído no Renascimento pela valorização do homem e da natureza, vindo a expandir-se nas diferentes áreas como na música, arquitetura, literatura, pintura e escultura. O conhecimento expandiu-se, sobretudo na astronomia, matemática,

1 Alberto Lucena Junior, natural de Patos (PB) brasileiro, nasceu em 17 de setembro de 1962. Artista plástico; Professor de Artes Visuais na UFPB (entre os anos de 1996 e 1999). Formação: Graduação em Medicina Veterinária (1985) pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Mestrado (1999) e Doutorado (2012) em Mídias pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Paraíba Criativa. Disponível em: <<http://www.paraibacriativa.com.br/artista/alberto-lucena-junior>>. Acesso em 29 dez. 2017.

2 Maria Lucia Santaella Braga, Maria Lucia Santaella Braga (Catanduva, São Paulo, 1944). Pesquisadora e professora. Gradua-se em letras, nas línguas português e inglês, pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), prêmio Jabuti em 2005. Enciclopédia Itaú Cultural. Disponível: <<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa3192/lucia-santaella>>. Acesso em 29 dez. 2017.

geometria, perspectiva, com uma nova percepção visual e a utilização da perspectiva monocular, que se desenvolveu nos desenhos produzidos com linhas em movimento e profundidade. Este impulso artístico fez com que as consagradas pinturas saíssem das paredes religiosas e se tornassem uma arte itinerante e portátil por meio das telas e da exploração do estudo de luz e sombra.

Segundo Gombrich (2008)³, Leonardo da Vinci (1452-1519) foi artista, escultor e cientista da Arte Renascentista, desde o início do século XVI, no Período do Renascimento e procurava desenvolver técnicas para realizar suas obras com perfeita harmonia, que investigavam os fenômenos científicos, com o uso das cores, das divisões simétricas do desenho e da escultura. A técnica Renascentista salienta o estudo do corpo humano com o homem Vitruviano (Figura 1), de Leonardo da Vinci: intensifica o desenho com o uso das proporções e medidas geométricas.

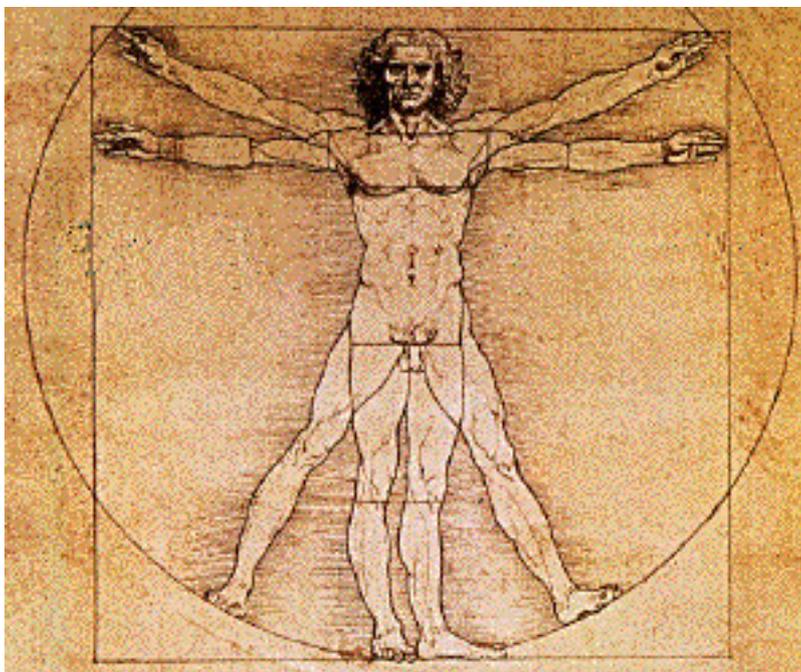


Figura 1 - O homem vitruviano, de Leonardo da Vinci (1490)

Fonte: Viatour (2010)

A imagem do corpo é uma gênese de comunicação, capaz de se transformar em linhas expressivas, criadas com as características sociais e culturais, próprias do local e do ano em que estas obras foram produzidas (GOMBRICH, 2008).

Foi introduzindo segredos técnicos do trabalho de fundição de outras metalúrgicas, aprendeu a preparar quadros e estátuas cuidadosamente, fazendo estudos de nus e de modelos vestidos. Aprendeu estudar plantas e animais curiosos para incluir em seus quadros e recebeu fundamentos básicos sobre a óptica da perspectiva e o uso de cores (GOMBRICH, 2008, p. 293).

³ Ernst Hans Josef Gombrich (Viena, 30 de março de 1909 - Londres, 3 de novembro de 2001) foi um dos mais célebres historiadores da arte do século XX. Texto extraído da Universidade Federal do Amapá. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAff6oAE/ernest-gombrich>>. Acesso em 30 dez. 2017.

O artista cria desenhos com as características sociais e culturais, próprias do local e do ano que eram produzidas. O desenho e a pintura unem-se à Ciência para explicar o desenvolvimento através do conhecimento, com novas informações e podem ser previstas de acordo com Lucena Junior (2005, p. 29):

Para o desenho e a pintura, a natureza já oferecia os materiais básicos necessários à produção visual. A animação, entretanto, como ilusão do movimento através da rápida sucessão de imagens, requeria um elevado grau de desenvolvimento científico e técnico para ser viabilizada enquanto arte - o que só vai acontecer no início do século XX.

Da Vinci ampliou os estudos com informações que contribuem até hoje tanto para a arte quanto para a ciência. O artista deu ênfase à exploração da imagem visível, como Gombrich (2008, p. 294) refere-se: “A exploração da natureza era para ele, em primeiro lugar e acima de tudo, um meio de adquirir conhecimentos sobre um mundo visível - conhecimento de que necessitaria para a sua arte”. A arte e o desenvolvimento científico foram a consolidação do início da ciência moderna que procurava trazer resultados para os problemas apresentados e desenvolvidos na e pela sociedade.

Aproximando arte e ciência na contemporaneidade

A aproximação entre arte e ciência no mundo contemporâneo ocorre a partir da diversificação industrial e tecnológica e da relação dos fatos que envolviam passado, presente e futuro. Estas informações multiplicavam-se nas diferentes linguagens que se desenvolveram na contemporaneidade. Santaella (2012, p. 105) destaca que:

Desde o Renascimento, a arte veio crescentemente se aproximando da ciência. Com a intensificação do papel que, a partir da Revolução industrial, a tecnologia passou a desempenhar nas forças produtivas da sociedade, as relações entre arte e ciência tornaram-se mais estreitas, especialmente através da mediação das tecnologias. Na contemporaneidade, multiplicam-se as tendências artísticas ligadas à ciência nas quais tipos variados de parcerias entre artistas e cientistas são estabelecidos.

A grande oferta de novos meios tecnológicos fez com que emergisse a máquina fotográfica. Esta invenção impactou o comportamento da sociedade, tornando-a resultado de estudos derivados da ciência óptica desenvolvida desde o Renascimento. Este resultado desconstruiu, ou melhor, reelaborou a visão da arte antiga e colaborou para que surgissem novos artistas com produções contemporâneas, que trouxeram em suas formas, cores e linhas, novos ideais artísticos, que persistem hodiernamente (SANTAELLA, 2012).

De acordo com Gombrich (2008), não se pode pensar em arte contemporânea sem se rever o princípio da arte moderna, no século XIX, que decorreu do movimento artístico denominado Impressionismo. Esta denominação se deu a partir de um grupo de jovens artistas que tinham por objetivo captar a luz e sombra, e inseri-las em suas

obras. Realizaram uma exposição de arte moderna em 1863 que ficou conhecida como “Salão dos Recusados”. A exposição teve a participação de um novo grupo de artistas, que desafiou a sociedade parisiense, apresentando o abandono da pintura acadêmica.

O artista pioneiro nesta nova fase artística foi Édouard Manet (1832-1883). Suas telas eram realizadas em estúdios para aproveitar-se da iluminação natural, vinda da janela. A luz focava-se direto nos personagens que seriam retratados, fazendo com que o artista pintasse utilizando-se com intensidade o volume, luz e sombra. Manet também usava antigas esculturas de gesso para observar este fenômeno ocasionado pela incidência solar (GOMBRICH, 2008).

Com a pintura vista pelo observador através das formas e sombras, retratadas fora dos padrões estéticos da época, pode-se confirmar uma espécie de perda de autenticidade da imagem. A busca pela projeção da luz nas telas fez com que as obras fossem adaptadas com os contrastes de claro e escuro. Tais pinturas não agradaram a sociedade da época, como Gombrich (2008, p. 513) descreve:

O público acostumara-se de tal modo a ver as coisas representadas dessa maneira que acabara esquecendo que, ao ar livre, em geral não percebemos tais graduações partindo do escuro da luz. Os objetos retirados das condições artificiais do estúdio do artista não parecem tão redondos nem tão modelados quanto os moldes em gesso de uma escultura antiga.

O novo estilo de pinturas produzidas pelos artistas modernistas apresentava diferentes tonalidades, com iluminação dentro do estúdio, em diferentes obras, cada uma com diferentes tonalidades e cintilação, que variavam de acordo com o olhar do espectador e da relação da iluminação natural do ambiente com o objeto (GOMBRICH, 2008).

Concomitantemente, Grary (2002)⁴ enfatiza que os diferentes reflexos que se formam em torno das telas, formam a percepção visual entre o olhar do espectador e os fenômenos físicos que ocorrem na retina (Figura 2), tornando o conjunto visível diante da luz e pontos fixos diante do objeto. No entanto, esta percepção não é estática, pois ela pode mudar de acordo com a luz e a movimentação do espectador.

4 Jonathan Crary é Meyer Schapiro Professor de Arte Moderna e Teoria da Universidade de Columbia. Um editor fundador da Zone Books, ele é o autor de *Techniques of the Observer* (MIT Press, 1990) e coeditor of *Incorporations* (Zone Books, 1992). Texto extraído do e-book *Suspensions of perception: Attention, spectacle, and modern culture*. Disponível em: <<https://mitpress.mit.edu/books/suspensions-perception>>. Acesso em 30 dez. 2017.

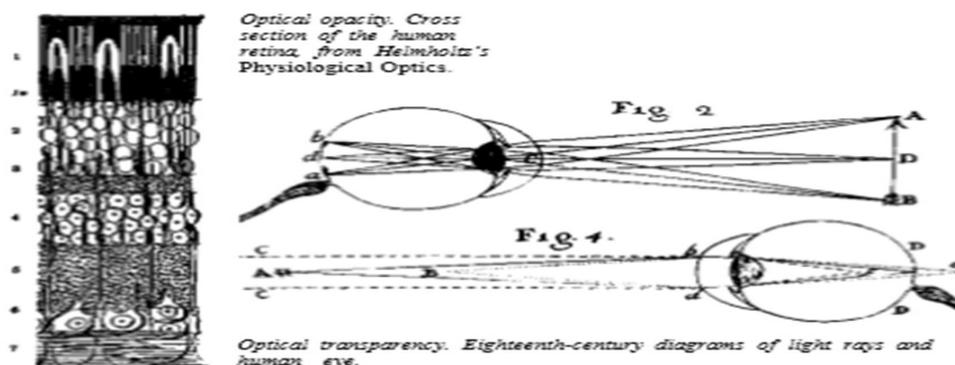


Figura 2 - Anatomia óptica da percepção

Fonte: Cray (2001, p. 154)

Grary (2002) faz uma análise sobre a percepção visual e a observação da luz sobre os pequenos pontos, produzidos na pintura do século XIX (neoimpressionista), como na obra “Parade de cirque” (Figura 3), em 1887-88, realizada pelo pintor francês George Seurat (1859 - 1891) que se refere à movimentação da visão como um processo que desconsidera a identidade da imagem, ou seja, com relação à obra, cada observador tem o seu próprio entendimento.

Esta pintura de Seurat tornou-se uma referência ambígua sobre a forma como a retina age diante da obra. Pode-se comparar a pintura a um conjunto de diferentes estímulos, que estão ligados aos efeitos luminosos e cromáticos que formam a ilusão e novas percepções, como uma mágica que ludibriou a sociedade do século XIX diante das transformações tecnológicas que se processavam. A obra representa efeitos que estão em constante movimento, fazendo da criatividade do artista um meio conceitual no pensamento da sociedade, abolindo a preocupação estética da época. A técnica da pintura renova o olhar do observador todos os dias (GRARY, 2002).



Figura 3 - Parade de Cirque (1887-88), Georges Seurat

Fonte: Aavindraa (2012)

Estas inovações artísticas ajudaram por suas técnicas e temáticas, a aproximar arte e ciência. Santaella (2012) expõe que esta aproximação foi crucial para a diversidade da arte contemporânea, revelando uma arte que está em constante transformação e que vem adaptando-se de acordo com a cultura de cada localidade e ramificando-se em técnicas que são reinventadas por novos artistas. Este posicionamento do artista faz com ele deixasse de ser somente artista, fazendo dele também um pesquisador.

O capítulo apresentado abordou questões que instigaram a pesquisa, desde as primeiras manifestações artísticas do homem, aproximando o ensino interdisciplinar, contextualizado com a relação entre arte e ciência na contemporaneidade.

A FOTOGRAFIA COMO POSSIBILIDADE DE APROXIMAÇÃO ENTRE ARTE E CIÊNCIA

O presente capítulo faz um recorte sobre a história da fotografia: discorre sobre os primórdios das variadas técnicas que permitiam a movimentação da imagem (a partir de fotogramas), explorando os brinquedos/aparelhos ópticos - precursores da máquina fotográfica como conhecimento técnico, científico e artístico.

Recontando a história da fotografia

Kossoy (2014)¹ narra a história da fotografia a partir de pesquisas envolvendo ciência e arte. A junção desses elementos não resultou somente no desenvolvimento da máquina fotográfica, mas também na ampliação de equipamentos fotossensíveis, que vieram estimular o consumismo fotográfico na sociedade Europeia e Norte-Americana em 1860, principalmente na indústria e comércio. Tal exploração refletiu-se no intenso número de registro de imagens sobre paisagismo, locais rurais e urbanos, entre vários outros temas solicitados aos fotógrafos. A função destes era registrar os fatos com diferentes linguagens, opondo-se à informação tradicional com os registros escritos, verbal e pictórico.

Kossoy (2014, p. 31) cita que “o mundo, a partir da alvorada do século XX, se viu, aos poucos, substituído por sua imagem fotográfica. O mundo tornou-se, assim, portátil e ilustrado”. De acordo com a citação, o desenvolvimento das imagens fotográficas e das ciências ocasionou para o mundo, uma revolução documental que trouxe meios mais rápidos de transmitir as informações, com registros históricos em forma de imagens.

Retrocedendo a historicidade da máquina fotográfica, Briggs e Burke (2006) menciona o início do processo na revelação do aparelho fotográfico conhecido como daguerreótipo, sendo considerada a revolução científica que inovou o século XIX. O daguerreótipo foi um aparelho que apareceu após a câmera obscura, tendo sua passagem primeiramente na França e em seguida na Grã-Bretanha, movimentando então a sociedade nos Estados Unidos em 1802.

1. Boris Kossoy (São Paulo, 1941). Historiador da fotografia, professor, fotógrafo, museólogo, arquiteto. Conclui o curso de arquitetura pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, em 1965. Dedicou-se desde jovem à fotografia. Em 1968, funda o Estúdio Ampliart, e atua nas áreas de jornalismo, publicidade e retratos, paralelamente a uma carreira autoral. Texto extraído da Enciclopédia Itaú Cultural. Disponível: <<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa316/boris-kossoy>>. Acesso em 3 jan. 2018.

A denominação do nome daguerreótipo surge com a pesquisa de Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851), o inventor da reprodução de imagens rápidas, para a época. Para fazer a revelação das imagens (Figura 4) era utilizada uma placa de cobre coberta de prata, uma vez que esta química interrompia a necessidade do uso do negativo para revelar uma imagem. Ou seja, esta ação passava a fixar a imagem direto para o positivo. Ainda que o daguerreótipo tenha materializado-se em um aparelho que provocou impactos para a mecanização e a reprodução da imagem, ele não foi um invento isolado (CLODE, 2010).

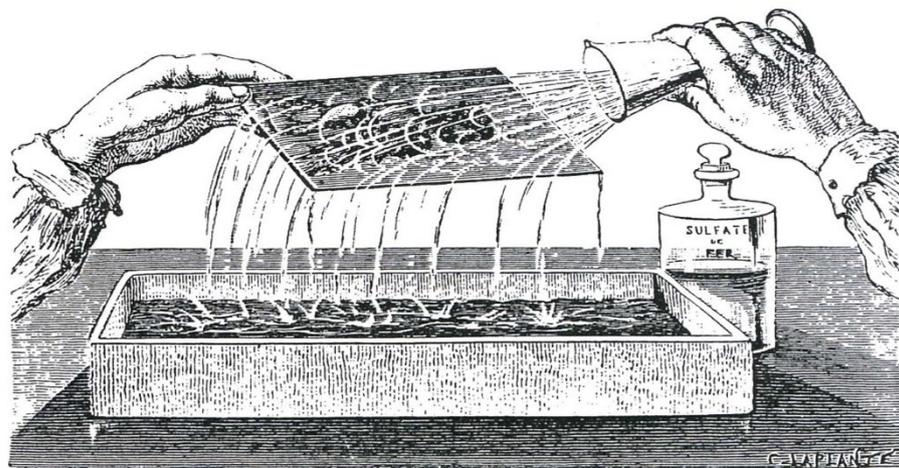


Figura 4 - O processo do Daguerreótipo

Fonte: Sussex PhotoHistory (2015)

O aparelho óptico teve anteriormente a participação de Joseph Nicéphore Niepce (1765-1824) com a pesquisa que se desenvolveu a partir da revelação de imagens através da câmera obscura. O inventor denominou este mecanismo de “desenho de sol” ou heliografia, pois as imagens eram produzidas com a luz que passava por entre uma fresta da janela, revestida de betume. Esta tecnologia levava aproximadamente 8 horas para finalizar a revelação de uma imagem, que podia sofrer variações, de acordo com a incidência solar do dia (CLODE, 2010).

À medida que as pesquisas foram se desenvolvendo, esta produção química foi substituída por placas de estanho com chapas cobertas de prata e iodeto de prata, que formavam uma composição sensível à luz. O aparelho óptico daguerreótipo desenvolveu-se somente após a morte de Niepce, em 1833. Sua produção passou por mudanças muito positivas que refletiram no processo de produção da imagem, vindo a ampliar e melhorar as condições e qualidade da reprodução da imagem. Uma das soluções encontradas por Daguerre foi o modo de arrumar as imagens fotográficas a partir de uma solução química já bem conhecida: o sal. Posteriormente surgem outras soluções químicas que aprimoram este desenvolvimento, como

hiposulfato de soda, atualmente conhecido como tiosulfato de soda, que age como aglutinante para fixar as imagens no papel. Este processo levou dois anos (1837 - 1839) para ser apresentado para o mundo. Mas foi na capital da França, Paris, que se consolidou a invenção, sendo patenteada e comprada por outros inventores, que acrescentaram novos produtos químicos com a finalidade de melhorar a revelação e a qualidade das imagens (CLODE, 2010).

O dispositivo óptico daguerreotipo formava suas imagens através da captação da luz e do uso de lentes que se direcionavam através de um pequeno orifício, feito na caixa de madeira e permitia a passagem da luz. Esta invenção resultou no aparelho precursor do cinema e animação. Segundo Briggs e Burke, (2006, p. 168), “a introdução da ‘imagem em movimento’ foi a maior alteração tecnológica daquele momento. ”

Para que as imagens garantissem qualidade foi preciso estruturar um espaço físico maior (Figura 5), com estúdios que se adaptassem para a produção das imagens. Estas adequações seguiam algumas regras como, por exemplo, o atelier, preferencialmente, deveria ser instalado no último andar dos prédios, com janelas de vidro no teto, para utilizar a luz natural. Também haviam cortinas móveis que permitiam direcionar a luz, conduzindo-a para a lateral, próxima à parede. As pessoas que seriam retratadas posicionavam-se sentadas em cadeiras elevadas, para facilitar o trabalho do fotógrafo na produção final (KOUTSOUKOS, 2008).

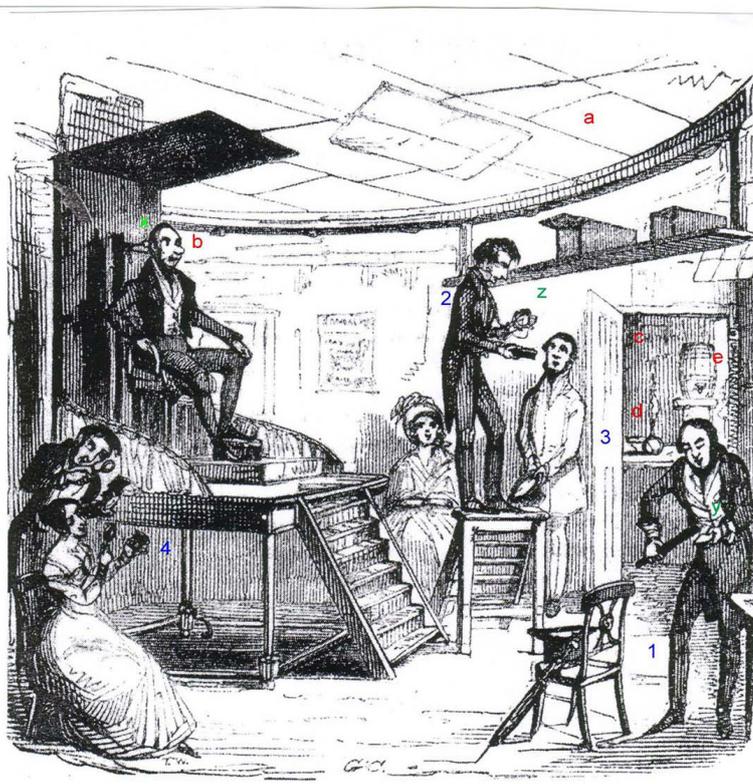


Figura 5 - Um retrato antigo por Daguerreótipo em estúdio (1842)

Fonte: Sussex PhotoHistory (2005)

O dispositivo óptico daguerreótipo, conforme Kossoy (2014), impulsionou a retratação de imagens em estúdio e logo se popularizou, tornando o aparelho mais utilizado pela sociedade da época, tendo repercussão na mídia e outros meios de comunicação. Porém, a demanda e a necessidade de produção em larga escala intensificaram a utilização do aparelho, no momento em que o mundo mergulhava na Primeira Grande Guerra Mundial (1914-1918) e estimularam pesquisadores a desenvolver outros aparelhos, mais leves, flexíveis e adaptáveis às condições financeiras da população para facilitar sua portabilidade.

Borges (2011)² resume esta técnica e aborda algumas fases da reprodução e revelação mecanizada da imagem, das quais, segundo o autor, surgiram as primeiras revelações em 1856 com o ferrótipo que consistia na utilização de uma chapa de metal com uma camada de verniz, sem o uso do negativo. Esta técnica possuía custos mais baixos e acessíveis à população. Assim, não demorou muito para que o daguerreótipo viesse a ser substituído por outro aparelho. Já os ambrótipos, consistiam de material mais prático, necessitando somente de uma placa de metal, dispensando a moldura da imagem. Entre os anos 1880 e 1910, vieram predominar outros aparelhos, desenvolvendo diferentes formas de reprodução das imagens fotográficas, entre elas, destaca-se também o colódio. Sua função revelava a imagem com o auxílio de agentes químicos de prata ou gelatina. A partir de processos químicos, as imagens transformaram-se em cópias, ou seja, rápidas revelações, tornando-as tiras de papel fotográfico em fabricação de imagens industrializadas.

Fotografia em movimento

A imagem é uma representação visual desde os primórdios da humanidade: o homem utilizava-se dos desenhos para comunicar-se ou registrar as atividades do seu cotidiano nas paredes das cavernas. Segundo Lucena Junior (2005, p.29), encontramos ao longo da história o desejo atávico do homem pela animação de suas criaturas. “Inicialmente com uma intenção mágica (Pré-História), mais tarde como código social (Egito Antigo), passando pelo reforço da narrativa (Oriente Próximo antigo em diante)”. Desse modo podemos afirmar que a animação surgiu há milhões de anos, onde o interesse de cientistas e artistas provocou o progresso tecnológico a partir da imagem em movimento. Este desenvolvimento resultou na invenção de vários aparelhos ópticos que se propagaram paralelamente, como o Taumatrópio, Fenaquistoscópio, destacando entre os mais populares os aparelhos Zootrópio e o Praxinoscópio.

2. Maria Eliza Linhares Borges, Professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em História da UFMG, é doutora em Sociologia pelo IUPERJ e pós-doutora em Fotografia pela ECA/USP. Texto extraído do Grupo Autêntica. Disponível em: <<https://grupoautentica.com.br/autentica/autor/maria-eliza-linhares-borges/280>>. Acesso em 3 jan. 2018.

Taumatrópio e Fenaquistoscópio

Para relatar o desenvolvimento dos aparelhos ópticos, faz-se necessário traçar uma prévia narrativa histórica, tendo como discussão o início da imagem produzida em rolos no período Renascentista, que segundo Briggs³ e Burke⁴ (2006, p. 47) são “as verdadeiras “imagens em movimento” do início do período moderno eram as próprias procissões”. Estas credences populares resultaram em eventos que chamavam a atenção do povo. Os rituais realizados pelo povo traziam espetáculos que se utilizavam de luz para promover a emoção e causar sensacionalismo na sociedade.

O uso da luz foi primordial para obter o resultado das experiências realizadas ainda na antiguidade, como descreve Lucena Junior (2005), pois os povos da antiguidade acreditavam nos efeitos ocasionados naturalmente pela natureza, como o raio, o sol, a lua. Com a passagem do tempo e o desenvolvimento tecnológico surge o aparelho óptico, Lanterna Mágica (Figura 6), em 1645, inventado por Athanasius Kircher (1602 - 1680). Uma das funções desse aparelho óptico era transmitir sentimentos de medo e incitar o mistério.

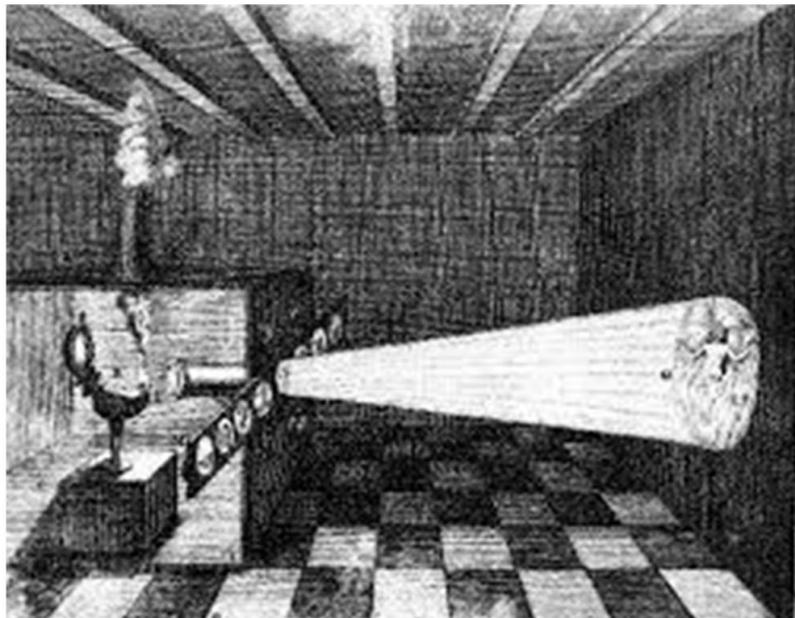


Figura 6 - Lanterna mágica

Fonte: Nogueira (2008)

3. Asa Briggs, nasceu em Keighley no Reino Unido em 07 de maio de 1921. Foi diretor do Worcester College, Universidade de Oxford, autor de vários livros e recebeu o prêmio Wolfson de História em 2000, faleceu em 15 de março de 2016.

4. Peter Ludwig Berger, nasceu em Viena em 1929 e emigrou para os Estados Unidos aos 17 anos. Foi professor emérito de história cultural na Universidade de Cambridge e membro do Emmanuel College, faleceu em 1985. Texto extraído da Infoamérica. Disponível em: <https://www.infoamerica.org/teoria/berger_p1.htm>. Acesso em 10 jan. 2018.

Este aparelho constituía de uma caixa escura com espelhos curvilíneos e uma pequena fonte de luz. Este aparelho óptico sofreu algumas alterações que transformaram e aprimoraram sua construção e funcionalidade. Na sequência de aprimoramento dos aparelhos ópticos, em busca de melhores resultados, surge no século XVIII, o cientista Pieter van Musschenbroeck (1692-1761) que aperfeiçoou este experimento, acrescentando um disco giratório para inserir desenhos sequenciais, para mostrar a animação das imagens.

Lucena Junior (2005) atribui que as apresentações ganharam um novo recurso tecnológico com a chegada do som, produzido por Etienne Gaspard Robert (1763-1837) no ano de 1794 em Paris, o que veio a acrescentar mais dramaticidade na combinação das cenas, com “O espetáculo Fantasmagorie” (Figura 7), de 1831. Assim, Arte e Ciência unem-se para contribuir no resultado do espetáculo: o artista torna-se um ilusionista, trabalha com a técnica para iludir o espectador e o cientista desenvolve o conhecimento em sua formulação teórica-experimental. A produção das cenas utiliza-se do uso do som, luz, movimento, fumaça, slides, vidros, gases embebidos com parafina transparente e tinta preta, para ressaltar o círculo em volta da imagem e projetar os efeitos que finalizavam a cena e amedrontavam o espectador.



Figura 7 - O espetáculo “Fantasmagorie” de Etienne Gaspard Robert

Fonte: Animação S.A. (2015)

Estas inovações resultaram no desenvolvimento da imagem, animação e repercutiu no cinema. Conforme Briggs e Burke (2006), a máquina fotográfica teve como precursor, e como já salientamos, o daguerreótipo (Figura 8), com a finalidade

de mostrar as primeiras imagens reveladas para o mundo, em 1829. Essa invenção auxiliou no processo de evolução da fotografia, através da Ciência e da Arte, como citado por Lucena Junior (2005) sobre a contribuição sensacionalista dos aparelhos ópticos para a formação dos espetáculos, que obtiveram o sucesso a partir dos dispositivos ópticos e de animação.



Figura 8 - Câmara daguerreótipo

Fonte: Arellano (2010)

Na sequência das invenções dos aparelhos ópticos, surge o Taumatrópio (Figura 9), que em grego significa “Movimento”, produzido por John Ayton Paris (1785-1856). O Taumatrópio surgiu no século XIX como um brinquedo óptico mais popular da época. Embora esta invenção tenha o mesmo significado que os aparelhos ópticos anteriores, seu desenvolvimento deu-se a partir dos questionamentos relacionados à repetição de imagens e o início da animação. Esta tecnologia surgiu com mais intensidade no século XIX, manifestou uma complexidade, devido à repetição de imagens (LUCENA JUNIOR, 2005).

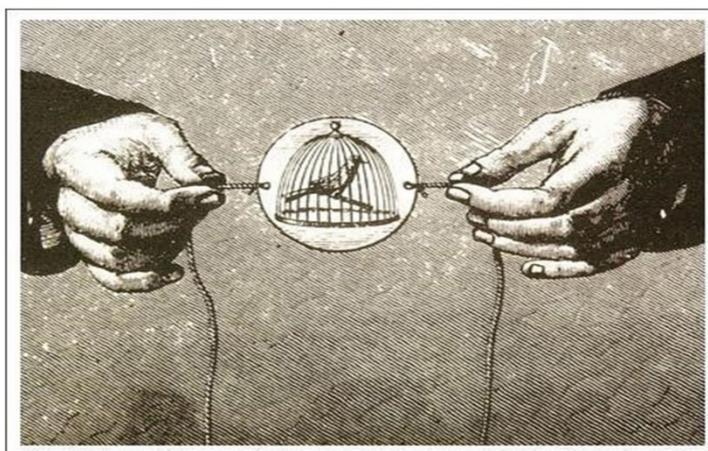


Figura 9 - Taumatrópio. Cinema. Brinquedos Ópticos

Fonte: História do Pré-Cinema (UFES/2009)

A repetição de imagens realizada no aparelho óptico Taumatrópio, segundo Burns (2010), atribui a funcionalidade na animação, ou seja, na movimentação simples feita em papel de forma circular, que consistia em duas imagens inseridas em lados opostos (um lado com o desenho de um pássaro e do outro lado o desenho de uma gaiola, tema popular da época), com dois furos nas bordas para amarrar os fios: estes eram enrolados nos dedos para formar movimento de giro e animação. Estas imagens completam-se com a percepção de movimento entre os olhos e o objeto.

Outro brinquedo óptico muito similar à linhagem dos dispositivos ópticos, denominado de Fenaquistoscópio (Figura 10) surgiu entre os anos 1828 e 1832 como invenção de Joseph Plateau (1801-1883) e Simon von Stampfer (1790-1864). O dispositivo óptico criado por Stampfer formava a percepção visual do movimento, produzidos com imagens, para que o observador conseguisse conferir a sua sequência, resultando na animação, através de pequenas frestas (LUCENA JUNIOR, 2005).

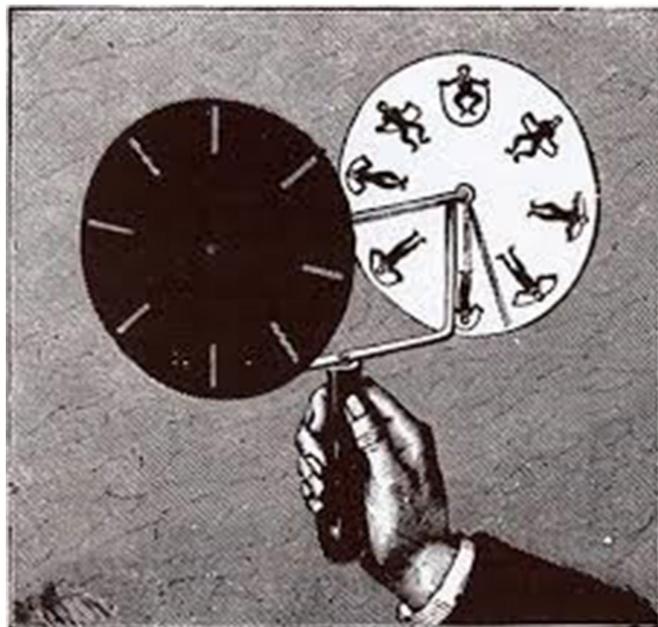


Figura 10 - Animação. Fenaquistoscópio

Fonte: Euzébio (2012)

O observador colocava espelhos para que as imagens fossem percebidas, entre os intervalos do disco giratório que deixava passar a luz, enquanto girava. Este efeito também ficou conhecido como estroboscópio, onde a imagem sofria modificações conforme a velocidade aplicada no dispositivo (LUCENA JUNIOR, 2005).

Zootrópio

O Zootrópio ou “roda da vida”, de acordo com Nogueira (2014)⁵, foi um aparelho óptico criado em 1834 por William Georg Horner e era composto por um tambor circular com pequenas janelas recortadas, que mostravam a movimentação da imagem (desenhos) através de pequenas frestas. Esta movimentação formava-se com a observação sobre os fenômenos que ocorrem entre a imagem e o movimento, diante dos olhos do observador e que na ciência física entende-se por persistência visual.

O movimento observado neste aparelho óptico (Figura 11) dava-se no momento em que o tambor girava (princípio da cinemática) e permitia que as pessoas conseguissem enxergar um movimento contínuo. Esta novidade foi considerada um dos avanços tecnológicos da óptica até o surgimento do cinema, criada na primeira metade do século XIX. Esta inovação tecnológica estimulou o consumo e transformou-se em um aparelho popular. Este aparelho óptico bem como os fatos que ocorrem no cérebro, pode ser explicado pela projeção retilínea que forma-se sobre o círculo giratório (NOGUEIRA, 2014).

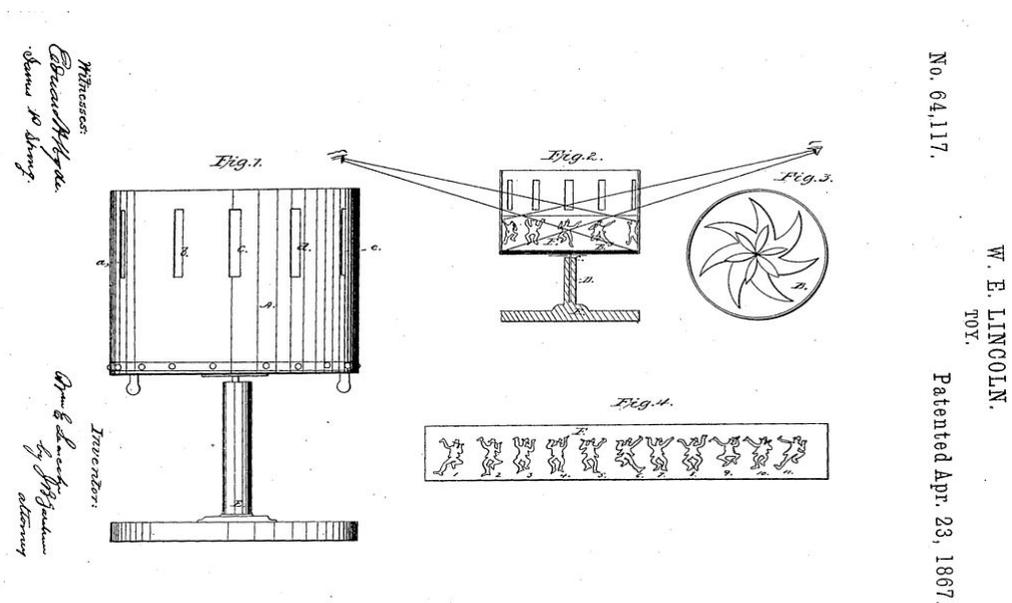


Figura 11 - Zoetrope

Fonte: W.E. Lincoln (1867)

5. Luiz Nogueira, nasceu em Portugal em 1972. Formou-se em licenciatura do Cinema da Universidade da Beira Interior, onde é Professor Auxiliar no Departamento de Comunicação e Artes. Lecionou unidades curriculares como Géneros Cinematográficos, Laboratório de Guionismo, Montagem, História do Cinema, Cinema de Animação ou Teoria dos Cineastas. Texto extraído de Encontros Cinematográfico. Disponível em: <<http://www.luzlinar.org/encontroscinematograficos/luis-nogueira>>. Acesso em 10 jan. 2018.

Arnheim (1956)⁶ explica que a percepção visual não ocorre somente pela reprodução da projeção da imagem, mas também nos olhos, especificamente pela retina, pois ela é responsável pela identificação das imagens que se formam com os raios de luz. A representação visual é interpretada pelo cérebro através do brilho, diferentes cores e contornos que são ajustados com pequenos pontos, que se unem para formar, direcionar e movimentar uma imagem.

Para entender este processo, precisamos entender a função de cada parte dos olhos, como demonstra a Figura 12. Destacamos algumas partes dos olhos, como a íris que determina a cor (exemplo: azuis, pretos, verdes), no meio do globo ocular vem a pupila e atrás dela fica localizado o cristalino, este que informa o foco que localiza o distanciamento de um objeto (perto ou longe), o nervo óptico é responsável em levar as informações das imagens para que o cérebro entenda e as defina.



Figura 12 - Olho humano

Fonte: Moulin (2017)

A projeção sequencial da imagem segundo Burns (2010)⁷, revela que o movimento giratório desloca-se e muda de acordo com o ângulo do olhar entre observador e objeto. Esta tecnologia instigou a curiosidade da sociedade e fez com que o ex-governador da Califórnia Leland Stanford abordasse a hipótese sobre a veracidade do dispositivo óptico. Esta atitude fez com que o fotógrafo Eadweard James Muybridge, (1830/1904) viesse a comprovar a funcionalidade do aparelho chamado zootrópio, com o auxílio do dispositivo sfimógrafo⁸ na produção da imagem.

6. Rudolf Arnheim (1904-2007). Nascido em Berlim, Arnheim estuda com Köhler e Wertheimer, que orientam sua tese, defendida na Universidade de Berlim, e com Hans Wallach. Entre sua extensa produção acadêmica, destaca-se a obra *Arte e Percepção Visual: uma Psicologia da Visão Criadora*, publicada em 1954 e desde então traduzida para inúmeros países. Texto extraído da Enciclopédia Itaú Cultural. Disponível em: <<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/termo9443/gestalt>>. Acesso em 10 jan. 2018.

7. Paul Burns é historiador, jornalista, pesquisador da história da fotografia e cinema.

8. O sfimógrafo, citado no texto segundo Lucena (2005, p. 38) consiste em: “uma pequena régua móvel revestida de gordura, na qual um estilete registra as pulsações. Para estudar o trote do cavalo, ele fazia o cavaleiro transportar um cilindro registrador, que assinalava as oscilações de quatro estiletos ligados às patas do cavalo”.

Esta imagem popularizou-se e tornou-se a mais visualizada na época, conhecida como “Gallopando Horse, em 1878” (Figura 13).



Figura 13 - Sequência de um cavalo galopando, por Muybridge

Fonte: Fotocinética (2012)

A invenção do aparelho óptico zootrópio veio a corroborar a pesquisa do fotógrafo Muybridge e a relação do movimento com a imagem, através do trote do cavalo, como cita Lucena Junior (2005, p. 38): “Sempre que o casco do cavalo tocasse o chão, haveria um deslocamento do estilete correspondente”. Com essa experiência, pôde-se verificar que “no terceiro tempo do galope, o cavalo se apoia sobre uma só pata”. A imagem demonstra o resultado da experiência do fotógrafo, que deu início em uma sequência de 12 imagens em uma única bateria. Mais tarde, o fotógrafo repetiu a experiência com 24 imagens sequenciais, em uma pista de corrida de cavalo.

A observação de Burns (2010) resultou de uma pesquisa que ocorreu anteriormente por Muybridge (Figura 14), que exibia as imagens de dançarinos e acrobatas em suporte com tamanho natural.

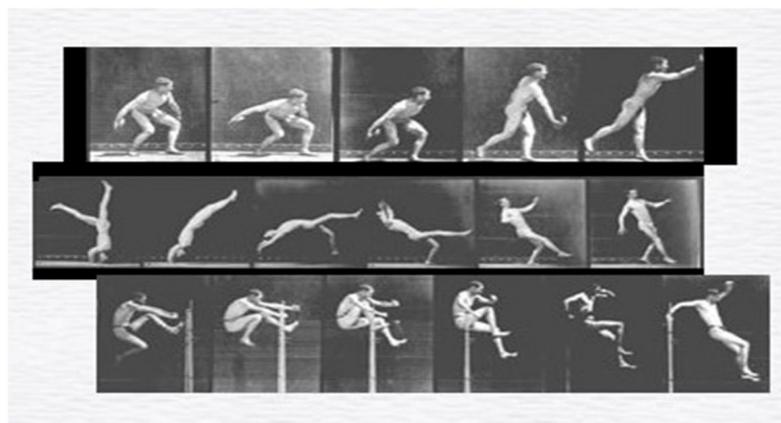


Figura 14 - A história da descoberta da cinematografia

Fonte: Burns (2010)

Estas imagens destacavam-se das imagens tradicionais, diferenciando-as do modo tradicional de exibição da imagem, para a época. A revelação das imagens era apresentada na altura de três quartos de polegadas. Esta ação inovadora fez com que o público limitasse seu olhar para as fotos produzidas em finas placas de vidro. Para representar um melhor efeito, estas placas eram molhadas na sequência. Isto fez com que as fotos fossem reveladas diretamente para o positivo. Estes corpos em movimentos eram tomados em seis posições para representar os seis passos que faltavam para completar uma volta. Em seguida, eram duplicadas quantas vezes fossem necessárias para preencher os dezoito espaços que auxiliavam a observação do resultado do movimento da imagem. Esta observação é representada com a imagem, sobre a produção da animação e aceleração dos corpos em movimentos (Burns, 2010).

As imagens sequenciais de movimentos dos corpos dos dançarinos fazendo acrobacias foram comparadas com o movimento do zootrópio e praxinoscópio, que se referem ao distanciamento do espelho e na utilização da luz que foi conectada diretamente da lanterna que finalizou a ação das imagens com um efeito luminoso (Burns, 2010).

A explicação científica, de acordo com Perelman (1936), está ligada à funcionalidade sobre o olhar de quem está fotografando e da forma como se direcionam os olhos para o objeto apontado, ou seja, cada olho tem a sua retina, que forma duas regras para entender como o cérebro entende a formação da animação e movimentação. A primeira regra refere-se à retina do olho direito, que enxerga de forma diferente da retina do olho esquerdo, dando a impressão de termos duas imagens diferentes. A explicação está na percepção do volume nos corpos sobre uma determinada distância dos olhos, que podem estar entre 12 a 15 centímetros dos olhos. A abertura dos olhos, um de cada vez, faz com que o cérebro entenda

duas impressões diferentes, diante de um único objeto.

A segunda regra questiona qual seria a distância adequada entre o olhar do fotógrafo e a máquina fotográfica. Perelman (1936)⁹ responde à esta indagação e afirma que a distância dos olhos deve ser a mesma distância da lente focal da máquina fotográfica. Conclui-se com a explicação de Perelman (1936), que tirar fotos não é somente olhar para as imagens, pois não abrange como um todo o conhecimento científico necessário para entender os fenômenos que ocorrem ao nosso redor, entre a percepção visual e o objeto a ser fotografado.

Perelman (1936) explica que, mesmos os profissionais e até os que utilizam a fotografia como hobby estão muito longe de entender a estrutura de uma câmera. A fotografia precisa ser explorada cientificamente e não utilizada somente como um meio comercial ou simplesmente comparada a mais um meio de comunicação, ou seja, mais um simples objeto inserido entre as inúmeras mídias comerciais. Este efeito mágico da fotografia, segundo o cientista tem uma explicação lógica que está amparada pelo conhecimento detalhado e aprofundado do pesquisador.

A observação traz o questionamento de Perelman (1936) sobre a diferença e nitidez com que cada olho (direito e esquerdo) entende, interpreta e enxerga um objeto, dada a uma determinada distância, pois os olhos direito e esquerdo formam uma visão estereóptica em um conjunto de dupla visão, ou seja, os olhos enxergam a mesma figura e cada um deles tem a sua própria percepção visual.

Perelman (1936) discorre sobre a formação da imagem, sugerindo a seguinte experiência: “um dedo posicionado a pouca distância do rosto, segundo o percebem o olho esquerdo e o direito, respectivamente” (Figura 15) apresenta uma percepção visual com relação à direção dos olhos diante de um certo distanciamento. Os olhos “entendem” que a imagem e o distanciamento são formados na retina¹⁰. Esta é responsável pela captação da luz e sua transformação em imagem. Esta observação pode ser exemplificada com o posicionamento dos dedos em uma única direção: entre objeto (dedos) e lente (máquina fotográfica), como mostra a Figura 15. Ambos devem ter a mesma distância para que ocorra a inversão da imagem [somente nos casos de pessoas com miopia¹¹ é que sofrem alterações (distorção da imagem) e para corrigir esta alteração é preciso fazer o uso de lentes para corrigir a visão].

9. Yakov Isidorovich Perelman (1882-1942) escritor científico de vários livros, seu objetivo da leitura não é para ensinar a fazer experiências e sim para levar o leitor a pensar sobre como ocorre na ciência e na física os fenômenos mais comuns do nosso cotidiano (PERELMAN. 1936, p. 3).

10. “A retina é uma camada muito delicada, formada por 10 fileiras de células empilhadas, cuja função é extremamente importante: ela transforma a luz que o olho capta em impulsos elétricos, que serão encaminhados para o nosso cérebro para que ele entenda aqueles sinais como uma visão” (TROTTA, 2014). Oftalmologia - Visão: como funciona e por que enxergamos, 2014. Disponível em: <<http://www oftalmologista.com.br/visao-como-funciona-e-por-que-enxergamos>>. Acesso em 15 jul. 2017.

11. “A miopia ocorre quando a imagem de um objeto distante é formada acima do plano da retina, mais comumente como um resultado de um aumento do comprimento axial. Isto resulta em visão distorcida e, ao contrário da hipermetropia, requer refração, correção em todas as idades e em todos os graus para obter uma visão clara” (VILAR, 2016, p. 357).

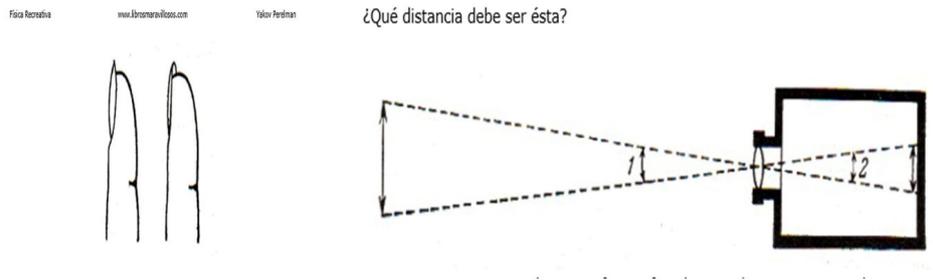


Figura 15 - Um dedo posicionado a pouca distância do rosto

Fonte: Perelman (1936, p. 202)

Uma das soluções encontradas por Perelman (1936) para corrigir a distorção visual ou erros de refração, conforme cita Trotta (2014), é entender o que significa este “desvio do raio de luz: “refração é a capacidade de algumas estruturas (no caso, o olho) em desviar o caminho dos raios de luz para focá-los em um determinado ponto”. Portanto, o uso de lentes com dois aumentos foi o que possibilitou a pessoas sem miopia conseguir enxergar as imagens com as alterações produzidas com determinada profundidade e distanciamento. Esta sensação proporciona a ampliação das imagens. Sendo assim, pode-se comparar o estereoscópio com um “plano e seção transversal do Kaiserpanorama” (Figura 16), construído como um instrumento óptico que se utilizava da ilusão tridimensional nas imagens, por meio do uso de lentes em uma superfície plana.

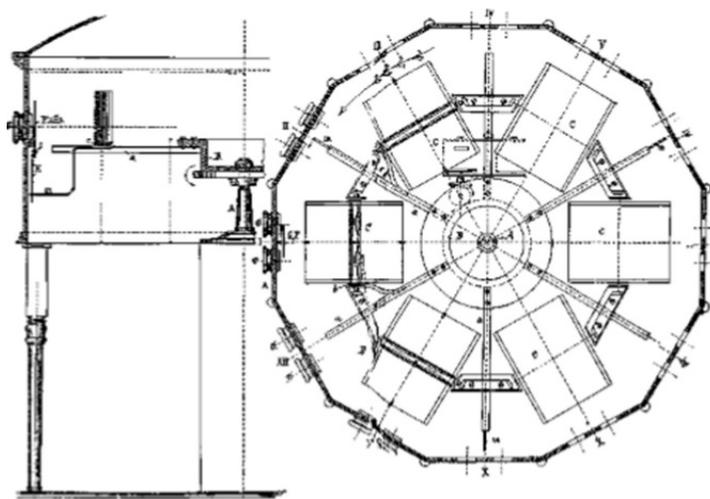


Figura 16 - Plano e seção transversal, Kaiserpanorama. Unbinding Vision, 1879

Fonte: Cray (2001, p.137)

Este olhar apresenta um leve efeito visual, com imagens tridimensionais que resultam em diferentes combinações e informações visuais, formadas na retina dos olhos e entendidas por meio da ilusão de óptica. Esta ilusão forma-se a partir da imagem (objeto) e do distanciamento da visão (olhos), visto sobre um mesmo plano. No entanto, esta percepção visual pode sofrer alterações ao projetar duas imagens: uma com a visão do olho direito e outra com o olho esquerdo. Pode-se observar que ambas passam por alterações e formam uma perspectiva que ajudam a “ludibriar” o olhar do observador. Esta perspectiva, ao contrário do que as pessoas imaginavam (que ela era formada pela qualidade da película), era produzida por uma a tela esticada várias vezes até formar uma perspectiva natural, para que o observador fosse capaz de assistir à animação através das imagens sequencias (PERELMAN,1936).

As imagens sequenciais impulsionaram o desenvolvimento que atualmente entende-se por imagens produzidas com animações tridimensionais. Esta produção pode ter sido inspirada no aparelho óptico “Kaiserpanorama” (Figura 17), considerado um dos aparelhos precursores do cinema 3D, uma vez que o mesmo apresenta imagens em uma tela bidimensional, recompostas pelo uso de simples óculos bicolores (azul e vermelho) que determinam a simulação da tridimensionalidade. Esta forma de representar as imagens reais com o uso da movimentação, de acordo com Grary (2002), revela o início destas experiências. Elas ocorreram com o aparelho realizado por Augusto Fuhrmann (1844-1925) e sua invenção foi considerada um meio de entretenimento para a sociedade.

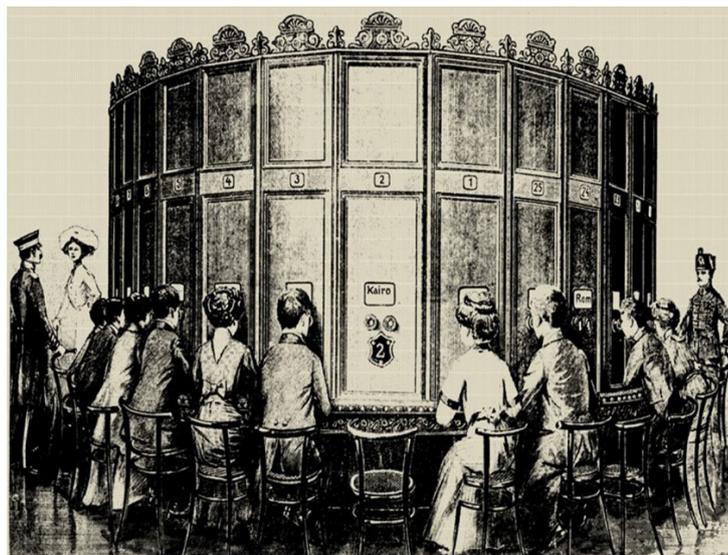


Figura 17 - August Fuhrmann-Kaiserpanorama (1880)

Fonte: Manske (2010)

As apresentações das imagens em movimento, produzidas com o estereoscópio

eram públicas e acomodavam em média 25 pessoas. Elas podiam ser observadas através de 25 lâmpadas, usando um disco giratório, formando, assim, diferentes imagens, assemelhando-se ao movimento de velhos projetores de slides, com pequenas interrupções temporais de dois segundos, podendo ter, cada filme, uma duração total de até de cinquenta minutos (GRARY, 2002).

Praxinoscópio

Após rever as animações produzidas por vários aparelhos ópticos e a forma como elas foram construídas, a partir da observação e da percepção visual, estas resultaram no estudo das imagens em movimento, junto com o interesse pelas imagens sequenciais que instigou fotógrafos e cientistas a elaborarem outros experimentos, que acabaram resultando na invenção de inúmeros instrumentos ópticos. A maioria destes aparelhos/instrumentos utilizava um disco giratório que tinha por finalidade fazer o espectador observar a animação realizada com os desenhos, transmitindo a sensação dada pela ilusão de óptica. Este estudo destacou o último experimento antecessor a máquina fotográfica, o praxinoscópio, inventado por Charles-Émile Reynaud (1844-1918) em 1877, e que consistia de um cilindro giratório permitindo a movimentação das imagens, as quais, eram refletidas sobre um conjunto de espelhos instalado no centro do cilindro (MAGALHÃES, 2015).

O agrupamento de espelhos centralizados no praxinoscópio prosseguiu baseado na teoria de Plateau¹², fundamentando o resultado da experiência retiniana, que constatou o número mínimo de imagens, ou seja, 10 imagens por segundo para estabelecer a ilusão do movimento nas imagens. A teoria concluiu que cada suporte de imagens em movimento usa taxas variadas de exibição e quanto maior a quantidade de imagens por segundo, melhor a qualidade da ilusão de movimento conseguida. Quando giramos o disco ou o tambor e olhamos pelo ângulo certo, as ranhuras vão desvendando as imagens para o nosso olho, através da revelação da imagem mostrada no feixe de luz. É como se a imagem fosse partida em fatias e reagrupadas em nosso cérebro, onde elas terminam por se fundir devido ao fenômeno da percepção visual. Como o movimento das ranhuras é contrário ao movimento das figuras do outro lado do disco ou do tambor, um movimento anula o outro, fazendo o cérebro humano crer que se trata de imagens fixas. A rapidez com que as imagens se movimentam, apresentam o número de taxa mínima para realizar a exibição das imagens para elas serem visualizadas de forma precisa e definidas. “Se quiser que

12. Joseph Plateau (1801-1883), um matemático e fisiologista belga, foi quem formulou a teoria da persistência retiniana, após várias experiências empíricas. Para chegar às suas conclusões, Plateau estudou e descreveu o sistema visual humano, que podemos hoje comparar a uma câmera fotográfica: Dentro de nosso globo ocular, temos a córnea e o cristalino, que funcionam como lentes. (e) Revestindo o fundo do olho, está um sistema de células nervosas que pode ser comparado a um filme fotográfico: é a retina. É ela quem transforma a energia luminosa em estímulos nervosos, que são enviados ao nosso cérebro (MAGALHÃES, 2015, p.7).

o seu movimento dure 1 segundo, precisará de 10 desenhos; meio segundo, de 5 desenhos; dez segundos, de 50 desenhos” (MAGALHÃES, 2015, p.17-19).

Lucena Junior (2005) apresenta a imagem do praxinoscópio (Figura 18) e a sequência de figuras que posteriormente fizeram parte da história e da trajetória entre a fotografia e a cinemática. A contínua invenção de novos aparelhos ópticos acabaram por corroborar a ideia de Plateau sobre o que ocorre nos olhos com a percepção visual. Para tanto, a diferença dos aparelhos destacava-se pela substituição das frestas do tambor do zootrópio e por espelhos colocados no praxinoscópio, as quais tinham a função de refletir as imagens feitas em tiras e colocadas na circunferência do aparelho para fazer o observador perceber a animação de imagens através da cintilação formada com o movimento de rotação. No praxinoscópio, os espelhos são fixados diretamente na circunferência do aparelho, resultando na perfeita sincronização entre imagens, espelhos e desenhos.



Figura 18 - Praxinoscópio

Fonte: Correia (2009)

Perelman (1936) exemplifica sua invenção comparando o movimento giratório de um pião (Figura 19) “*Asi corren las gotas de tinta por el cartón giratório*” a ilusão de óptica realizado com respingos de gotas de tintas que formam linhas e enganam a visão. O movimento do pião está no impulso aplicado no eixo central e apoiado no chão, esta ação vai determinar o movimento e rotação do pião. Para entender a construção a percepção visual com o movimento giratório do pião, deve observar o equilíbrio que forma-se a partir do corte central (cartolina) e forma circular, em

seguida respingar gotas de tintas e deixar que as mesmas escorreguem nas bordas e finalizar anexando um palito no centro do círculo giratório, para dar equilíbrio no momento de rodar o pião. A força aplicada resulta em imagens que confundem o cérebro através das gotas de tintas que correm do eixo central e formam linhas em espiral com movimentos de vai e vem, e fazem nossos olhos entender um movimento curvilíneo.



Figura 19 - Movimento giratório de um pião

Fonte: Perelman (1936, p. 70)

A mesma percepção visual que Perelman (1936) demonstrou com o exemplo do pião, pôde ser observada na construção do praxinoscópio, com a repetição de imagens inseridas no disco giratório. Tanto o pião como as imagens sequenciais podem ser utilizadas como ponto de partida para observar a “confusão visual” causada no cérebro. A comparação entre as duas experiências abriu precedentes para pesquisas sobre percepções visuais inseridas na cotidianidade das pessoas.

As experiências com os aparelhos ópticos desenvolveram o aprimoramento da tecnologia. Lucena Junior (2005) aponta que esta evolução tecnológica deu-se em decorrência da curiosidade de inventores e cientistas que desenvolveram este aparelho óptico: um projetor de imagens que inovou a história da fotografia. O praxinoscópio transformou-se no aparelho mais comercializado de sua época, permitindo uma participação ativa do público durante oito anos consecutivos. Esta tecnologia pode ser comparada atualmente a um software óptico (programas/dispositivos/androides). Esta análise entre o software óptico e praxinoscópio, mantém-se presente nos estudos da Física e Arte, com questionamentos formados para buscar alternativas que expliquem o princípio dos fenômenos da natureza.

Esta inovação tecnológica, como salienta Arnheim (1956), aponta para uma mecanização da imagem em movimento. A percepção visual passa, pois, por uma imagem do “mecanismo e esquematização de um praxinoscópio” (Figura 20), onde

Ferreux et Baudoin (2001) apresentam um disco giratório e suas divisões, formando desenhos em tiras. Todos os desenhos seguem um padrão, mesmo tamanho e exatidão, tanto na altura quanto na largura, para que no momento em que sejam inseridas as imagens, elas possam finalizar o movimento giratório e formar a animação. O resultado da produção do aparelho deve fazer o observador perceber a distância dos olhos e do objeto (percepção visual) e a origem deste esquema sequencial sobre a produção do praxinoscópio, com instruções e peças para fazê-lo.

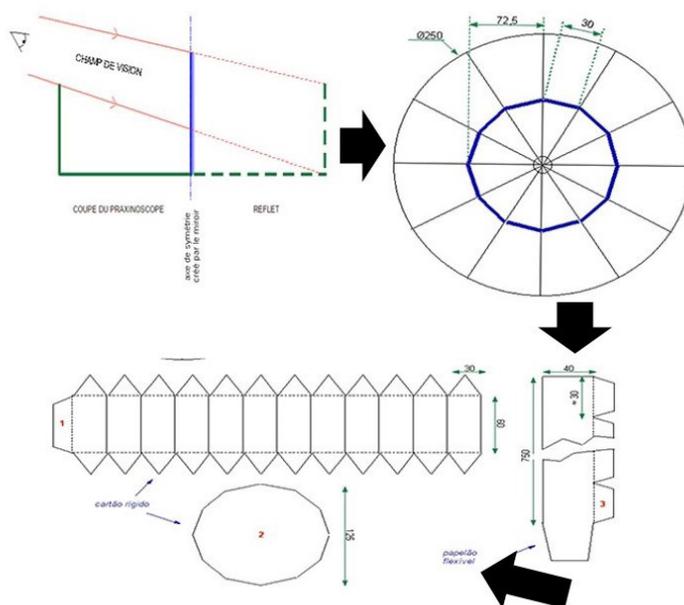


Figura 20 - Mecanismo. Esquemática de um praxinoscópio

Fonte: Pauline Ferreux e Sylvain Baudoin (2002)

Arnheim (1956) ao descrever o desenvolvimento da movimentação nos desenhos e formas, afirma que ambos devem ser proporcionais aos espaços dos quadros, para que os mesmos possam servir de referência espacial, a fim de que o observador possa entender a sequência das imagens e não ultrapasse a orientação cenestésica do corpo do observador. Esta sensação cenestésica deve estar em harmonia com a percepção visual do observador, pois ao deparar-se diante de um objeto de grande dimensão em uma curta distância, o corpo do observador tende a inclinar-se, para enxergar a imagem. Esta sensação pode ser exemplificada no momento que aparece a mesma imagem na tela do cinema, ocorrendo uma sensação oposta. O corpo do observador fica parado e o que parece mover-se é a imagem fotográfica. Forma-se uma junção entre o equilíbrio e movimento, que determina a sensação de locomoção provocada na percepção visual e o declínio do corpo.

A sensação de movimento, mesmo com o corpo parado, forma os resultados das inúmeras experiências que buscou na história a fórmula exata para comprovar

a originalidade de cada invenção. A evolução da construção do dispositivo óptico praxinoscópio (Figura 21), apresenta o ciclo da animação que o transformou em um teatro óptico e permitiu a reprodução das imagens em movimento, sendo que sua funcionalidade foi aprimorada devido ao seu desenvolvimento, ganhando ainda uma lanterna acima do projetor, muito parecido ao efeito do cinema (FERREUX; BAUDOIN, 2002).



Figura 21 - Histórico. A invenção do praxinoscópio
Fonte: Pauline Ferreux e Sylvain Baudoin (2002)

Reynaud utilizou tiras desenhadas e pintadas manualmente com gelatina em uma média de 500 a 600 poses, colocados um a um, em cada quadrado de tiras do aparelho óptico. Esta invenção não somente foi um sucesso por muitos anos na sociedade, como também o inventor atingiu seu objetivo de projeção, presenteando a sociedade com um show de representações de imagens em movimento (FERREUX; BAUDOIN, 2002).

Fotografia: um pouco de sua história e suas técnicas

A fotografia une história à arte e à técnica: quando associadas podem formar um conjunto visual, revelando momentos marcantes através da representação de imagens. Por esta razão, a pesquisa apresenta os fatos mais relevantes sobre o início da história fotográfica e da ciência e seu desenvolvimento, modernização e o estudo da luz. A luz nas pinturas foi a motivação de muitos artistas: eles destacavam o foco principal da obra, clareando e dando efeitos de luminosidade. Assim, a pintura deixa de ser banal e passa a integrar-se a história da sociedade, de forma

mecanizada, narrando os fatos através da fotografia. Para entender esta evolução, buscou-se o significado da palavra “história”: no dicionário Michaelis (2008), resume-se como a narrativa de fatos e acontecimentos que envolve o processo de evolução de uma sociedade, em determinada época. Enquanto que o significado da palavra “fotografia”, de acordo com o trecho extraído do texto de Michaelis (2008, p. 398): (*foto + grafo + ar*) sf 1. “Arte ou processo de produzir imagens pela ação da luz em filmes”.

A fotografia não se desenvolve por acaso: ela torna um dispositivo popular e expande a sua produção pelo mundo, como descreve a citação.

O desenvolvimento da fotografia tomou um caminho diferente quando, na década de 1870, placas de gelatina seca, que podiam ser fabricadas industrialmente, foram usadas na Grã-Bretanha, na França e nos Estados Unidos. Enquanto isso, o tamanho e os custos das câmeras caíram, quando o empreendedor norte-americano George Eastman¹³ (nascido em 1854, bancário que se transformou em fabricante fotográfico) criou um grande mercado. Vivamente interessado em tudo de novo que era mostrado na Exposição de 1876 na Filadélfia, 12 anos mais tarde. Eastman deu sua contribuição para a lista das coisas mais famosas do século: a câmera Kodak, usada por qualquer um em qualquer lugar. Ele acreditava, com razão, que o nome Kodak seria fácil de lembrar em qualquer língua. Também tinha um lema. “Aperte o botão, nós fazemos o resto” (BRIGGS; BURKE, 2006, p. 167).

O desenvolvimento da revelação da imagem mostrou para a sociedade uma nova forma de reproduzir imagens através da máquina fotográfica. Esta novidade mecanizada veio dos resultados anteriores de pesquisas, experiências químicas, que tinham o objetivo de captar a imagem a partir de um “aperto de botão”. Este contexto formou um novo cenário fotográfico na sociedade. A mudança social foi engendrada através da construção de uma caixa de madeira rudimentar que sucedeu as primeiras revelações fotográficas, em papel. Seus primeiros inventores foram os franceses Nicéphore Niepce e Louis Daguerre, em meados de 1820 e sua produção foi otimizada pelo médico francês Jules Marey (1830 - 1904), com a captação das imagens em movimento. A base para esta animação foi o estudo que observava o voo de pássaros com a utilização de um fuzil fotográfico: este revelava as imagens instantaneamente. Esta projeção era feita com tambor de revólver; no entanto, as imagens não tinham boa qualidade e eram produzidas com um único fotograma, viabilizando a análise da movimentação dos corpos no mesmo espaço (LUCENA JUNIOR, 2005).

A análise das imagens produzidas por Marey (Figura 22) de acordo com Lucena Junior (2005) no uso sequencial de imagens produzidas instantaneamente do “Voo do pelicano e “O fuzil, ” mostram o momento da captação que desenvolveu na projeção

13 George Eastman (1854-1932), inventor e filantropo norte-americano nascido em Waterville, estado de New York, fundador da Eastman-Kodak Company (1892). CLODE, João José P. Edward. História da fotografia e da sua aplicação à medicina. **Cadernos de Otorrinolaringologia**, p.1-23, 2010. Disponível em: <<http://www.cadernosorl.com/artigos/13/2.pdf>>. Acesso em 25 mar. 2017.

de várias cenas com um único fotograma, denominado de “cronofotografia”¹⁴.



Figura 22 - Uma foto de um pelicano voando, por Étienne-Jules Marey, 1882

Fonte: Turkey (2014)

Este processo originou-se dos estudos de Muybridge que, posteriormente, resultou no dispositivo óptico descrito, onde comprovou que as patas do cavalo saíam do chão. Simultaneamente, Nogueira (2014, p. 21) corrobora a pesquisa sobre os registros dos movimentos de animais apresentando um conjunto de 12 e depois de 24 máquinas fotográficas (chegando, posteriormente, a 100 aparelhos), alinhados junto ao percurso do cavalo com disparo acionado pelos próprios animais ao pisarem nos fios que se encontravam em seu trajeto.

Assim, os dois estudos complementam-se e comprovam a animação com as séries de imagens produzidas por Muybridge com a pesquisa minuciosa inspirada nas imagens de animais de Marey. Ambos desenvolveram dispositivos ópticos (Figura 23) com forma circular e fotogramas a partir de um único disparo, semelhante à uma espingarda fotográfica ou fuzil. (NOGUEIRA, 2014).

14 “Cronofotografia”, resultado da pesquisa de muitas experiências que antecederam a fotografia (NOGUEIRA, 2014).

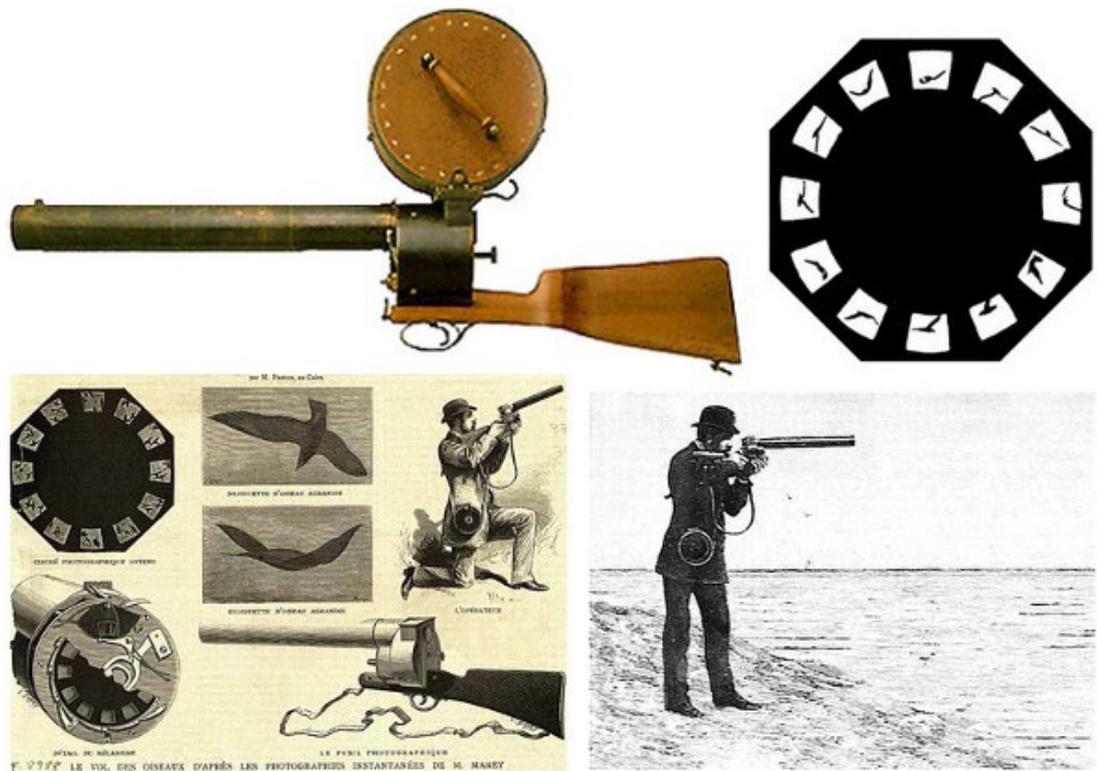


Figura 23 - Fuzil fotográfico de Étienne-Jules Marey

Fonte: Souza (2013)

Subsequentemente, George Eastman desenvolveu outro dispositivo fotográfico e articulado, que aumentou consideravelmente a compra de máquinas fotográficas. Eastman tomou a frente do invento com o slogan “Aperte o botão” (Figura 24). O modelo inovou o mercado da fotografia, com a mecanização do disparo fotográfico para até 20 posições por segundo. O novo modelo Kodak formou um sistema que segurava o obturador da máquina com o auxílio de uma película protetora com a função de reduzir o tempo e ajusta-lo o suficientemente para receber a exposição necessária de luz e controlar a velocidade do obturador (LUCENA JUNIOR, 2005).

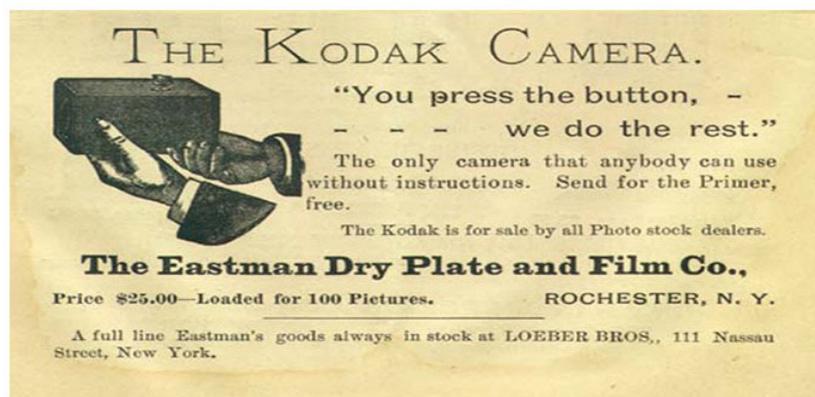


Figura 24 - “Olhos curiosos”. Eastman Kodak, Câmera 1888

Fonte: Curious-eye (2009)

A inovação fotográfica trouxe não somente o primeiro dispositivo fotográfico (máquina) como a câmera Kodak, mas também o resultado final de pesquisas realizadas na época, que buscavam respostas para a movimentação da imagem, percepção visual e captação da luz nos dispositivos fotográficos. A concepção da máquina Kodak, causou um avanço tecnológico e repercutiu no comportamento da sociedade do século XIX (LUCENA JUNIOR, 2005).

O progresso das pesquisas apresentadas posteriormente teve sua relevância em cada nova mecanização inventada. Entre as invenções, destaca-se a criação do Kinetoscópio, em 1891 (Figura 25), produzido pelos cientistas Thomas A. Edison (1847-1931) e William K. L. Dickson (1860-1935) O engenho tinha por objetivo mostrar a animação através da observação e projeções entre tiras de filmes e a forma como se movimentavam, como define Lucena Junior (2005, p. 39):

Era um aparelho que permitia a observação de apenas uma pessoa por vez, não sendo destinado a projeções. Tinha um visor com lentes. Dentro havia um filme com perfurações laterais, que serpenteava em ziguezague, numa exibição sem fim cujo ciclo tinha 25 segundos. A fita, vista através da lente, passava diante de uma lâmpada elétrica e a fita girava um obturador que permitia, através de sua pequena abertura, a passagem de luz que iluminava os fotogramas. Edison produzia seus filmes com uma máquina chamada ‘kinetógrafo’.

A mecanização das imagens incentivou o progresso e o consumo das imagens fotográficas que impulsionou a mídia tecnológica (da época), com intensas propagandas e exploração comercial das imagens, com o intuito de incentivar a venda da máquina fotográfica (LUCENA JUNIOR, 2005).

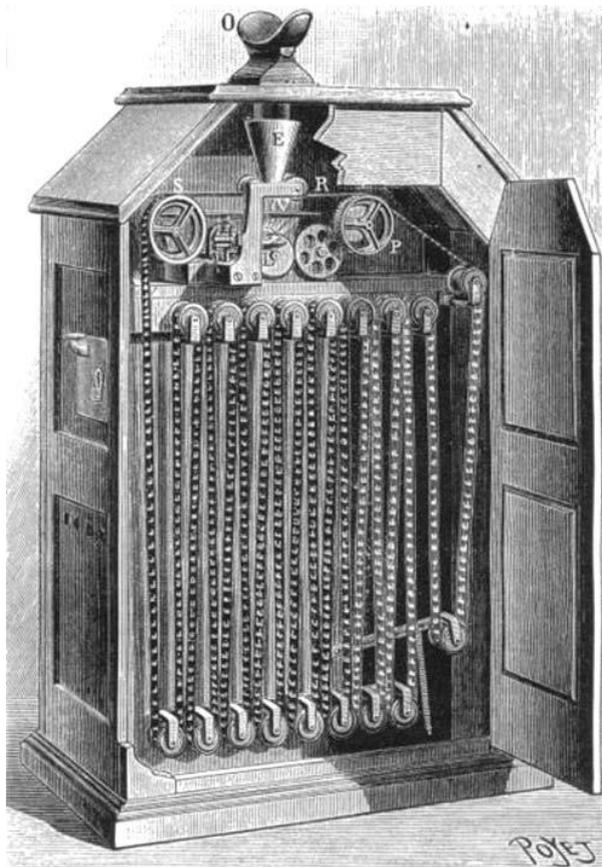


Figura 25 - Kinetoscope

Fonte: Mascarello (2016)

Assim, a imagem em movimento, passava por diferentes fases de desenvolvimentos mecânicos dos aparelhos que vieram de uma sucessão de pesquisas: desde a substituição da pintura em tela até a produção das imagens feitas em tiras de papel, com a máquina fotográfica, como cita Briggs e Burge (2006, p. 168).

Imagens em movimento reificariam o argumento, mas suas origens eram mecânicas e pertenciam ao mundo dos brinquedos. Elas tinham nomes menos memoráveis que Kodak-Praxinoscópio, Phenakisti[s] cope e, depois que as fotografias começaram a ser usadas no lugar de pinturas, Kaamatografia. O primeiro a empregar uma câmera com sucesso, formando uma sequência de modo a transmitir um sentido de movimento - muitas tentativas anteriores falharam-, foi “Eadweard Muybridge” (1830-1904).

Em busca de outros inventos que ultrapassassem as invenções mais antigas, muitos inventores venderam a patente de seus experimentos, comercializando os aparelhos ópticos. A ambição tomou conta dos pesquisadores e Thomas Edison não foi exceção: ele comercializou a patente do Kinetoscópio que anteriormente usava o aparelho óptico, como um meio de diversão para atrair a sociedade, mediante pagamento (BRIGGS; BURGE, 2006).

Para Thomas Edison, o aparelho não rendia o suficiente financeiramente, então, em 1895, o inventor lançou o “Cinematógrafo” (Figura 26), para uma platéia

selecionada, em Paris. No ano seguinte, lançou em Londres, para um público maior, o filme “A chegada do expresso de Paris” e “De barco no Mediterrâneo” (BRIGGS; BURGE, 2006).

O processo de aprimoramento tecnológico contínuo, com “ligeiros melhoramentos nos processos” e ligeiras variações nos resultados”, sendo discutidos com animados detalhes - nas palavras de Lady Eastlake, a mulher do presidente da Sociedade Fotográfica de Londres - “como se envolvessem o futuro da humanidade (BRIGGS; BURKE, 2006, p. 167).

A história passa a ser contada entre tiras de papéis, ganhando vida que transpassa entre as telas do cinema, com filmes e documentários, Briggs; Burke (2006, p. 168) “Georges Méliès (1861 - 1938) que tinha a mágica e acreditava que a ilusão era a força do que veio a ser chamado ‘o cinema’”.



Cinematógrafo



Projeção de uma Guerra Iminente



A chegada do expresso de Paris

Figura 26 - Cinematógrafo, a chegada do Expresso de Paris

Fonte: Henrique Köpke (2012)

Os irmãos Lumière trouxeram a ilusão e a mágica do cinema para a sociedade, que chegou contando histórias entre tiras e fitas que emocionavam a humanidade.

Fotografia e arte

Lucena Junior (2005) apresenta uma previa retrospectiva nos fatos históricos que relacionava o artista e seu envolvimento com as situações sociais e culturais de cada época apresentada. Desde a Pré-História, o artista foi considerado pelo seu povo, um ser dotado de magia, as linhas rabiscadas nas paredes das cavernas já traziam significados ligados à subjetividade da imagem. Os povos primitivos acreditavam nos seres dotados de habilidades para o desenho que conseguiam materializar seus desejos, pensamentos e registrar o cotidiano de seu povo, era considerada uma pessoa privilegiada em seu meio. A representação da imagem de animais, nas paredes das cavernas, foi uma herança deixada pela arte da antiguidade até a arte moderna.

Já no Renascimento, Leonardo da Vinci iniciou o estudo da linha em movimento, de forma mais intensa, com estudo do homem Vitruviano (Figura 1)¹⁵, sobre os momentos históricos que aproximaram Arte e Ciência e as proporções das medidas do corpo humano. Estas imagens foram representadas como a gênese da comunicação, em forma de linhas que se transformaram em desenhos com significados e expressões e criavam suas próprias características. Assim, o desenho deixou uma significativa herança cultural, vindo a desenvolver-se nos registros históricos e na representação cultural encontrada na sociedade de acordo com o local e época (LUCENA JUNIOR, 2005).

Para o desenho e a pintura, a natureza já oferecia os materiais básicos necessários à produção visual. A animação, entretanto, como ilusão do movimento através da rápida sucessão de imagens, requeria um elevado grau de desenvolvimento científico e técnico para ser viabilizada enquanto arte - o que só foi acontecer no início do século XX. (LUCENA JUNIOR, 2005, p. 29).

A arte da representação dos desenhos foi associada à cultura de cada povo. A reprodução da imagem em papel emergiu com a fotografia, desencadeando novas tendências sociais e não demoraram a estender-se por todo o mundo. A imagem passou a ser um produto comercial, muito explorado, principalmente no uso das cores e linhas: eram utilizados para chamar a atenção das pessoas, a fim de estimular o comércio, com fins lucrativos e também como fonte de conhecimento para obter maiores informações. Esta novidade fotográfica tornou-se um meio rápido de transmissão e teve o auxílio da mídia e imprensa. As cores foram como um chamariz para a sociedade e seu direcionamento na visualização rápida para a imagem ou objeto, em destaque. As cores e linhas nas imagens tanto nos desenhos ou fotografias, transformaram a informação e facilitaram a comunicação visual (BRIGGS; BURGE, 2006).

Briggs e Burge, (2006) trazem a discussão sobre a informação instantânea na mídia como uma forma de informação visual; no entanto, a rapidez da forma como é inserida a comunicação dos fatos históricos para a sociedade gerou dúvidas sobre a origem e autenticidade das imagens. Estas dúvidas foram esclarecidas com as mostras fotográficas de Julia Margaret Cameron (1815-1879), onde a fotógrafa ilustrava livros que representavam não só os personagens (Figura 27), mas também expressavam os sentimentos das pessoas, como pode ser observada na representação fotográfica de “Beatrice Cenci” (1866).

15 Figura 1, citada na subcapítulo 1.2 Momentos históricos de aproximação entre arte e ciência.



Figura 27 - Beatrice Cenci (1866) por Julia Margaret Cameron

Fonte: Dcoetzee/Scanned Works (2010)

As circunstâncias do novo cenário histórico, segundo Briggs e Burge, (2006) uniram-se à pintura e à fotografia, para registrar e marcar os principais fatos artísticos e históricos do século XIX, entre elas encontra-se a Grande Revolução Francesa (1789-1799) que trouxe junto ao contexto histórico a transformação social e cultural. Esta situação desencadeou o declínio no trabalho artesanal. Este perdeu espaço para o novo estilo de arte industrializada, que veio de forma padronizada, rápida com reproduções de objetos em maiores quantidades, enquanto o artesão trabalhava manualmente atento aos mínimos detalhes da sua produção. Este episódio também se revelou na história da fotografia com a falta de confiança da sociedade sobre a autenticidade das imagens através da revelação rápida: ela foi comparada ao tempo que os artistas levavam para concluir as imagens em tela. “A falta de um sólido artesanato, combinava com a estranha insistência em “estilo” e “beleza”, quase a matou” (GOMBRICH, 2008, p. 499).

Premidos pela necessidade de valorizar a pintura em tela, muitos pintores buscavam chegar mais próximo da representação da imagem real. Entre os artistas que destacaram suas pinturas encontra-se Rembrandt Harmenszoon van Rijn (1606 - 1669). O pintor teve suas obras comparadas às fotos de Cameron, considerado “Rembrandt da arte fotográfica inglesa” (Figura 28), juntamente com Oscar Gustav Rejlander (1813-1875) e Henry Peach Robinson (1830- 1901), que segundo os fotógrafos, expressavam a necessidade de valorizar as imagens, cuidando da integridade visual, para que não houvesse dúvidas sobre a sua veracidade da imagem feita pela máquina fotográfica (BRIGGS; BURGE, 2006).



Figura 28 - A ronda noturna, Rijksmuseum, Amsterdã (1640-42)

Fonte: Mendoza (2016)

Briggs e Burke, (2006) mencionam a similaridade entre arte e fotografia no momento de reproduzir as imagens, e na forma como são utilizadas o contraste de claro e escuro para enfatizar a mesma e chamar a atenção da sociedade, para que a imagem fosse vista e analisada, com o objetivo de proporcionar opiniões e levantar críticas, na sociedade. Este comportamento social dividiu as opiniões sobre como a forma e o registro da imagem passavam a ser vistos, transformando-se em um meio de comunicação visual para fazer o elo entre a concepção e o registro visual dos fatos históricos. No entanto, esta atividade não foi um fato inovador, pois a arte há muito tempo já vinha sendo utilizada para propagar informações, onde os artistas registravam cenas do cotidiano, marcando a sua época com pinturas, esculturas ou outros tipos de linguagens, que promoviam a comunicação, como a “linguagem das mãos”¹⁶ e pode ser entendida por uma linguagem universal, ligada à “disciplina de retórica”: a arte de saber expressar-se com o corpo.

Para Borges (2011), a arte estava intrinsecamente ligada à expressão e subjetividade de cada período ou movimento artístico, representada nas diversidades culturais e sociais. No entanto, cada período histórico tem o seu próprio costume e pensamento, e está particularmente presente na realidade cultural de cada sociedade. A realidade cultural vista nas revelações da máquina fotográfica, trazia desconfiança ao que se referia à legitimidade da imagem, como já salientado anteriormente. Isto porque, no passado, a reprodução da imagem era feita por artistas através das pinturas que representavam a história, o sentimento e a emoção dos protagonistas

¹⁶ A linguagem do gesto, levada a sério no início da Europa moderna, era ensinada nas escolas como parte da disciplina de retórica e constituía assunto de vários tratados, desde A arte do gesto (1616), do jurista italiano Giovanni Bonifácio, até a Chirologia (1644), do médico inglês John Bulwer, que tratava da “retórica manual”, em outras palavras, “da linguagem das mãos” (BRIGGS; BURKE, 2006, p. 43).

daquela época.

Borges (2011) transcreve a desconfiança apresentada pela sociedade com o advento da fotografia, no século XIX, quando surgiram dúvidas sobre como as imagens fotográficas poderiam representar os fatos históricos, devido elas terem saído de uma caixa de madeira, e não desenhada e pintada por um artista. A sociedade questionava como um aparelho industrializado poderia representar a espontaneidade das pessoas, no momento de tirar as fotos. Como a sociedade não acreditava na veracidade da imagem, transcorreram dúvidas sobre possíveis alterações ocorridas na imagem. Este sentimento de incerteza causou sensação de ambiguidade entre a arte, fotografia e a realidade no momento de registrar a cena. A citação esclarece a dúvida que marcou a sociedade no início da fotografia, conforme a relação dos fatos reais e históricos (BORGES, 2011, p. 16):

Quando utilizada sob esta perspectiva, a imagem fotográfica está sendo concebida como um dado natural, quer dizer, como um testemunho puro e bruto dos fatos sociais. Os que assim procedem, encaram a fotografia como duplicação do real. Transformada em espelho do real, a fotografia dispensa o emprego de metodologias capazes de fazê-las falar. Assim concebida, o tratamento dado à fotografia é o mesmo que os historiadores do século XIX davam aos documentos por eles considerados como fonte de pesquisa histórica.

Borges (2011) ressalta a utilização das imagens como função representativa dos momentos reais e da correlação dos fatos históricos com os registrados anexados à fotografia, para que fossem preservando as tradições culturais e sociais. Entretanto, com a expansão da fotografia, alguns artistas viram nesta mudança o momento ideal para transformar o olhar da sociedade e produzir uma nova forma de arte que rompesse com a tradição artística produzida somente em cavaletes, como se refere:

Aquilo a que chamei de a “ruptura na tradição”, que marca o período da Grande Revolução na França, iria inevitavelmente mudar toda a situação em que viviam e trabalhavam os artistas. As academias e exposições, os críticos e connoisseurs, tinham - se esforçado por introduzir uma distinção entre Arte com A maiúsculo e o mero exercício de um ofício, fosse o de pintor ou de construtor. Agora, os alicerces em que a arte assentara durante toda a sua existência estavam sendo abalados de um outro modo. A revolução Industrial começou a destruir as próprias tradições do sólido artesanato; o trabalho manual cedia lugar à produção mecânica, a oficina sedia passo à fábrica (GOMBRICH, 2008, p. 449).

Diante da ruptura com arte acadêmica, no século XIX, o artista que outrora tinha lugar de destaque na sociedade, o que lhe permitia escolher como e onde queria trabalhar, passou por um declínio financeiro. Esta nova posição social fez com que ele transcendesse as imagens realistas e dos clássicos. O artista viu-se obrigado a renovar sua forma de criar e começou a produzir suas pinturas com diferentes técnicas. Assim, surgem os primeiros movimentos artísticos da Arte Moderna na Europa, no século XIX e entre eles destaca-se o Impressionismo (GOMBRICH, 2008).

O movimento artístico denominado Impressionista, segundo Agra (2016) tinha, em comum com a fotografia, a necessidade de captação da luz, usar a pintura para representar o movimento de pessoas e animais, destacar os contrastes entre claro e escuro, além de deixar o pincel deslizar na tela, com movimentos precisos, mas não necessariamente fazer da pintura uma cópia exata da imagem real (Figura 29).

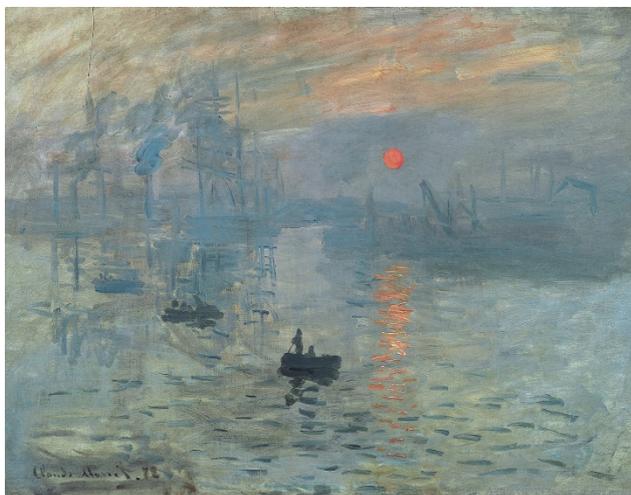


Figura 29 - Impression, Sunrise (1872). Claude Monet

Fonte: Quibik (2012)

O movimento artístico de acordo com Gombrich (2008) quebrou os paradigmas e apresentou novos padrões de fazer arte, com novas estéticas e diferentes meios de representação das imagens. Os artistas que colaboraram para esta revolução artística foram Oscar-Claude Monet (1840-1926); Edgar Hilaire Germain Degas (1834-1917); Paul Cézanne (1839-1906); Pierre Auguste Renoir (1841-1919); Alfred Sisley (1839-1899); Jacob Abraham Camille Pissarro (1830-1903); Paul Signac (1863-1935) e o artista George Pierre Seurat (1859-1891).

O grupo de vanguardistas segundo Agra (2016), fomentou um novo conceito de arte que divergia da realidade da imagem fotográfica com a pintura modernizada. Este comportamento na sociedade parisiense incidiu na recusa dessa arte. Enquanto a fotografia avançava na reprodução em massa, devido a representatividade e aproximação da imagem realista, os impressionistas tinham suas obras rejeitadas, pois a sociedade depreciava a pintura produzida com as linhas soltas e fora dos padrões estéticos da época. O início desta relação complicada entre arte e fotografia pode ser comparada à ciência desenvolvida nos rolos fotográficos com o início da arte moderna do século XIX.

A revolução fotográfica contava história entre tiras e rolos plásticos com base celulose e outros produtos químicos, já a pintura revolucionou com as diferentes pinceladas aplicadas nas telas. Estas inovações artísticas dividiram a imagem

pictórica e a realidade fotográfica. Enquanto os fotógrafos faziam sucesso com a nova engenhoca que reproduziam imagens a partir de um clique, o grupo de artistas impressionistas, tentava mostrar o novo estilo de pintura, no entanto, os impressionistas tinham suas artes recusadas pela sociedade parisiense. Os artistas insistiam no seu estilo e ironicamente, fizeram a primeira exposição em 1874 no estúdio do fotógrafo Felix Nadar (1820- 1910), ficou conhecido como o “salão dos excluídos”. As duas inovações trouxeram avanços para a sociedade e resultaram no desenvolvimento de várias técnicas, desde as pinceladas artísticas até a arte mecanizada, constituídas pela percepção visual e conhecimento que envolveram o conhecimento científico, arte e fotografia (AGRA, 2016).

Relacionar arte e fotografia segundo Gombrich (2008) envolvem técnicas que vai além da simples observação: as duas formas de arte constituem-se na percepção visual e podem ser constatadas na obra do artista Édouard Manet, por meio da pintura que acrescenta efeitos luminosos e acentua a conjunção dos contrastes entre claro e escuro, na sua composição. Esta denotação visual mostra a projeção da luz natural, forma, sombra, volume e finaliza na observação da obra (Figura 30).



Figura 30 - Manet. O Balcão' (1868-1869)

Fonte: Catto (2014)

Torna-se nítida a descrição da técnica utilizada por Manet, onde o pintor retratou as damas sem uma definição nos rostos. As imagens são manchadas, sem nitidez e apresentam um fundo escuro. Os contrastes encontrados na pintura são inseridos proporcionalmente, para formar perspectiva e dar a impressão de movimento nos

personagens (GOMBRICH, 2008).

A arte pictórica de Manet foi comparada a uma imagem fora do enquadramento fotográfico. Todavia, esta mesma colocação enquadra-se nas pinturas de Degas: o artista tentava congelar o movimento das imagens nas telas, e deixava sua pintura fora dos padrões tradicionais da época. A arte e a fotografia tinham em comum a mesma necessidade de representar cenas do cotidiano. O tempo era um fator extremamente importante para os artistas e as pinturas e fotografias traziam a inovação artística no século XIX (GOMBRICH, 2008).

A obra “Prima Ballerina” ou “A Primeira Bailarina” (Figura 31) de 1878 exemplifica a relação entre arte e fotografia. O artista desenhava e pintava as linhas e movimentos, trabalhando as cores com efeitos granulados. As obras de Degas refletem a influência artística da época, nos rabiscos e pinceladas bem representada no movimento do corpo da bailarina (AGRA, 2016).

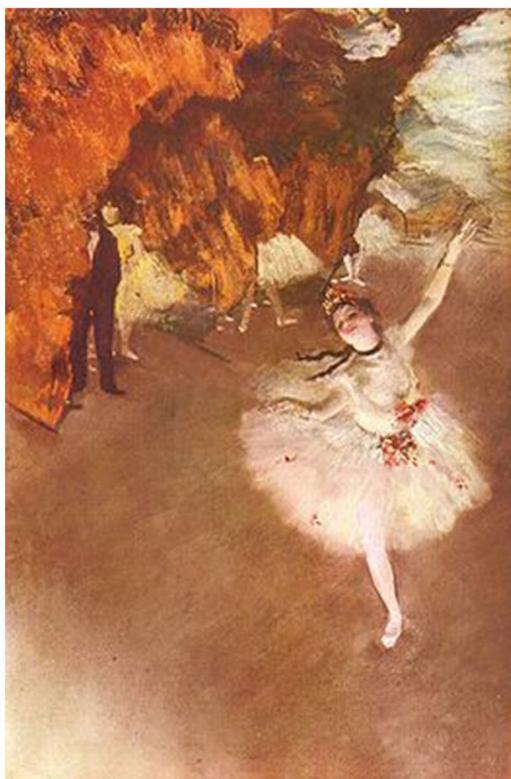


Figura 31 - Prima ballerina by Degas, 1878

Fonte: Eloquence (2005)

Nesse capítulo, discutimos a relação das primeiras imagens enquanto registro histórico e abordamos a reação da sociedade diante das primeiras revelações da imagem. Esta revelação desencadeou na pesquisa entre arte e ciência e resultou em diversos aparelhos ópticos (Taumatrópio, Fenaquistoscópio, Lanterna Mágica, Fantasmagórie), desde a câmera obscura à máquina fotográfica. O estudo explorou as questões da luz e sombra e instigou a curiosidade da sociedade com as pinturas

e as inovações nas técnicas (pontilhismo e início da arte moderna), utilizadas pelos novos pintores, os impressionistas. Este capítulo serviu de referência para corroborar a proposta de aproximação entre arte e ciência, destacando o estudo de dois aparelhos ópticos: Zootrópio e Praxinoscópio.

PROPOSTA DE APROXIMAÇÃO ENTRE ARTE E CIÊNCIA A PARTIR DE OFICINA DE FOTOGRAFIA

Neste capítulo será apresentada a proposta de aproximação entre Arte e Ciência, a partir de oficinas de construção de instrumentos ópticos (zootrópio, praxinoscópio), desenvolvidas por meio de um Projeto de Extensão intitulado Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia. O Projeto foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus de Ponta Grossa, com a participação de alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais.

Projeto teórico-prático

Uma das etapas da pesquisa aconteceu por meio do Projeto de Extensão - Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia, onde foram realizados quatro encontros, divididos entre as duas oficinas: “O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas” e “Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação”, (quadro 1). Com objetivo de trabalhar a observação da imagem em movimento/percepção visual, por meio da construção dos aparelhos ópticos zootrópio e praxinoscópio.

TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO DA IMAGEM: DO RENASCIMENTO À FOTOGRAFIA	
1ª oficina: O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas	
07/10/2016	Apresentação das oficinas e desenvolvimento com atividade e pesquisa científica utilizando-se do trabalho interdisciplinar entre arte e física.
14/10/2016	Produção prática do aparelho óptico Zootrópio.
21/10/2016	Finalização da produção prática do aparelho óptico Zootrópio.
2ª oficina: Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação	
04/11/2016	Observação da mecanização, movimentação e reflexo das imagens, com o uso de espelhos, para formar a animação a partir das imagens sequenciais e percepção visual/ilusão de óptica. Discussão sobre o processo que desenvolveu o aparelho óptico Praxinoscópio, finalização da oficina.

Quadro 1 - Informações sobre o desenvolvimento das oficinas

Fonte: Autoria própria

O Público Alvo

A pesquisa contou com a participação de 21 alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus de Ponta Grossa.

Carga Horária

A carga horária total foi de 20 horas, nas seguintes datas: 07/10/2016; 14/10/2016; 21/10/2016; 04/11/2016 e cada encontro teve 5 horas de duração, finalizou-se com 20 horas de aplicação do Curso de Extensão - Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia. As presenças e datas podem ser comprovadas por meio da lista de presença anexada no final da pesquisa.

Objetivo

Elaborar os aparelhos ópticos Zootrópio e Praxinoscópio, desenvolver sua produção por meio de atividade lúdica e interdisciplinar entre Arte e Física, através do princípio da percepção visual e ilusão ótica.

Objetivos Específicos da primeira oficina: “Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas”.

- Relacionar história entre arte e fotografia, seu desenvolvimento tecnológico tendo o início no Renascimento até a Arte Moderna, com artistas do Impressionismo e imagens fragmentadas que formam a ilusão de óptica e movimento;
- Identificar a relação entre Arte (desenhos sequenciais) e Ciência (Física) no processo de construção do aparelho óptico zootrópio;
- Produzir com conhecimento científico das áreas de Arte e Física, o dispositivo óptico zootrópio como material didático, para o ensino/aprendizagem.

Objetivos Específicos da segunda oficina: “Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação”.

- Elaborar o aparelho óptico Praxinoscópio, a partir da observação;
- Desenvolver por meio de atividade lúdica e interdisciplinar (Arte e Física) a produção do aparelho óptico;
- Formar a percepção visual e a ilusão de óptica com as divisões (fragmentações) e reflexos dos espelhos, que formam com a animação em conjunto com o movimento (desenhos sequenciais) e luminosidade.

Conteúdos

A pesquisa desenvolveu-se por meio de oficinas teórico-práticas com a

construção de instrumentos ópticos e teve a participação dos alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais¹. Foram trabalhados os estudos que compõem e estruturam o ensino de Arte e Física, desde as pinturas Renascentistas até o início da Arte Moderna no século XIX. Utilizou-se do conhecimento científico das pinturas impressionistas no advento da máquina fotográfica. A produção prática desenvolveu-se a partir dos conteúdos da disciplina de Arte, com a pesquisa da perspectiva, o estudo da cor, linha e movimento, que estão presentes nas representações das imagens. Na Física, utilizou-se o conhecimento para explicar os fenômenos naturais que estão presentes nas atividades comuns do cotidiano, dando ênfase aos conteúdos sobre movimento, fragmentação da imagem e percepção visual ou ilusão de óptica.

Metodologia

A metodologia aplicada desenvolveu-se através do Projeto de Extensão - Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia, a partir de duas oficinas específicas: O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas e Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação, ambas atividades trouxeram propostas pedagógicas que acrescentaram um trabalho lúdico e teórico-prático. Proporcionou diferentes meios de aprendizagem através de prática artísticas e da utilização dos desenhos sequenciais para formação das animações. As oficinas tiveram como incentivo a produção dos aparelhos ópticos o zootrópio e praxinoscópio. Estes aparelhos, segundo Yacov Perelman (1936), podem ser contextualizados com o cotidiano dos alunos, através de simples atividades lúdicas. A pesquisa somou-se com o conhecimento científico de Rudolf Arnheim (1956), que buscou a explicação para a percepção visual com a movimentação da imagem, tanto quanto Gombrich (2008) que complementou a visão artística da pesquisa. Outros, teóricos como Asa Briggs e Peter Burgue (2006) e Lucena Junior (2005), acrescentaram pontos importantes da história e cronologia da fotografia como um importante meio de comunicação que está em constante desenvolvimento.

No primeiro momento, a oficina O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas objetivou trabalhar a interdisciplinaridade, o contexto histórico da fotografia, a relação entre arte e física, como elas podem explicar o desenvolvimento tecnológico que resultou na série de aparelhos ópticos, desde o princípio da câmera obscura até a primeira máquina fotográfica Kodak (Figura 32), e qual seria a metodologia aplicada e produção prática artística e pedagógica.

1 Alunos da Universidade Tecnológica Federal do Estado do Paraná, Campus de Ponta Grossa.

Momentos da História da Fotografia

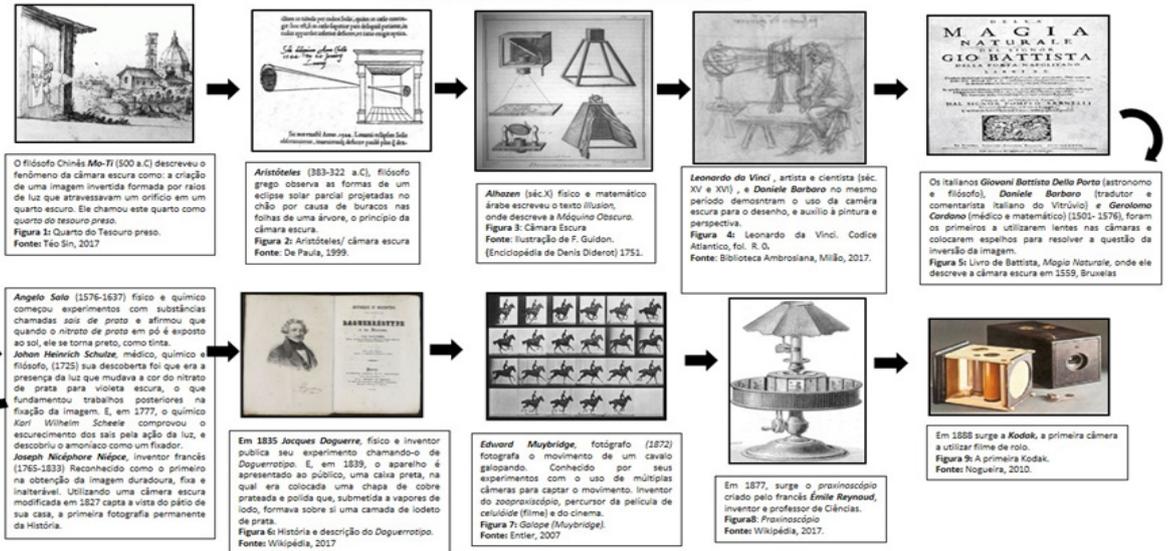


Figura 32 - Principais momentos históricos do desenvolvimento da fotografia

Fonte: Nogueira (2010)

No segundo momento, iniciou-se o desenvolvimento das atividades interdisciplinares teórico-práticas, utilizando-se a observação das imagens em movimento, para dar início na produção do aparelho óptico. Com o objetivo dos alunos compreenderem o processo de execução da prática artística foi utilizado as imagens dos aparelhos ópticos, já apresentadas nos capítulos anteriores da pesquisa, assim como foi desenhado todos os detalhes e medidas exatas, do aparelho zootrópio.

No terceiro momento, deu-se continuidade na construção do aparelho óptico zootrópio, e finalizar a produção com a observação dos alunos sobre a funcionalidade da movimentação das imagens vistas entre as frestas luminosas, realizadas entre os desenhos sequenciais.

No quarto encontro a oficina Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação, os alunos finalizaram a análise entre teoria e prática, com o trabalho interdisciplinar. Foram lançadas perguntas sobre como eles poderiam trabalhar em sala de aula com os aparelhos ópticos e como eles poderiam contextualizar e adaptar com os conteúdos das suas disciplinas. A partir do questionamento e discussão, foram apontadas quais as contribuições da pesquisa para as futuras atividades dos alunos, quando os mesmos estiverem atuando em sala de aula. Também se obteve os relatos sobre suas dificuldades da produção prática e qual foi a compreensão na teorização da pesquisa, com o objetivo de observar a percepção visual, como ela forma-se diante de como as imagens sequenciais relacionavam a reação visual com a retina dos olhos e a animação no disco giratório, com o tambor com espelhos que refletem as imagens com o aparelho óptico praxinoscópio.

A percepção visual ilusão com a construção de aparelhos ópticos

As oficinas teórico-práticas visaram trabalhar de forma interdisciplinar o conhecimento científico entre Arte e Física, por meio de atividades práticas, assim como da observação e percepção visual (ilusão de óptica), como os olhos entendem a movimentação da imagem sequencial (animação), como a ciência explica os fenômenos naturais que ocorrem no cotidiano e a arte como processo artístico, criativo e lúdico. Para tanto, utilizou-se da produção do aparelho óptico zootrópio e da observação e análise do outro: praxinoscópio. As atividades proporcionaram dinâmicas que estimularam o aprendizado e desafiaram o aluno a desenvolver sua potencialidade, quando eram apresentados desafios que explorassem sua capacidade.

Apresentação das Oficinas

Ambas oficinas: O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas e Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação, tiveram como objetivo expor, por meio da construção de instrumentos ópticos, a importância da interdisciplinaridade, pois partiram do princípio de que as animações de imagens estáticas podem explorar os conhecimentos científicos entre os conteúdos da Arte e da Física conjuntamente. Com a construção dos aparelhos zootrópio e o praxinoscópio, ocorreu a demonstração dos princípios ópticos básicos da Física: a mecânica do movimento, o fenômeno da persistência da visão e a importância da imagem no ensino de Arte.

Oficina 1: O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas

A primeira oficina refere-se à construção do instrumento óptico Zootrópio: a apresentação dos instrumentos ópticos como um trabalho interdisciplinar para desenvolver com os alunos, uma vez que tais tecnologias precursoras da fotografia e do cinema interagem com diversas áreas do conhecimento como a Matemática, a Física, a Química e as Artes. Os brinquedos ópticos/mecânicos são utilizados como atividades experimentais, por proporcionarem uma nova abordagem metodológica para o ensino/aprendizagem dos alunos. De acordo com Seré (2003, p. 39), o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico.

1º Momento/ Oficina

Título: *O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas*

Conteúdo: fenômenos ópticos e desenhos sequenciais (animação).

Objetivos:

Elaborar o aparelho óptico *Zootrópio*;

Desenvolver por meio de atividade lúdica e interdisciplinar entre Arte e Física a produção do aparelho óptico.

Carga horária: 10 horas

Metodologia:

A oficina iniciou com a fundamentação científica e teórica, para que os participantes da oficina desenvolvessem a produção prática, do aparelho óptico *Zootrópio*, para observar a percepção visual e como a produção prática interage com os estudos e conteúdo das disciplinas de Arte (desenho) e Física (óptica) de forma lúdica e interdisciplinar.

A prática da oficina "*O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas*" foi organizada e dividida em três partes: 1ª - Separar os materiais necessários para desenvolver o aparelho óptico- como: papel cartão preto; tinta preta; poliestireno redondo (isopor); tesoura; cola quente; desenhos sequenciais impressos; estilete; cabo de rolo para pintura de parede (pincel de espuma).

2ª - Explicar detalhadamente a oficina, ilustrar com desenhos feitos no quadro escolar, sobre as primeiras etapas da construção do aparelho, que apresenta o processo de construção a ser realizado, com o início do recorte da cartolina, formas e medidas exatas para utilizar na "Construção do *Zootrópio* - Parte 1" (Figura 33).

3ª - A construção do aparelho óptico *Zootrópio*, utilizando-se do passo a passo, como pode-se observar na sequência das imagens.

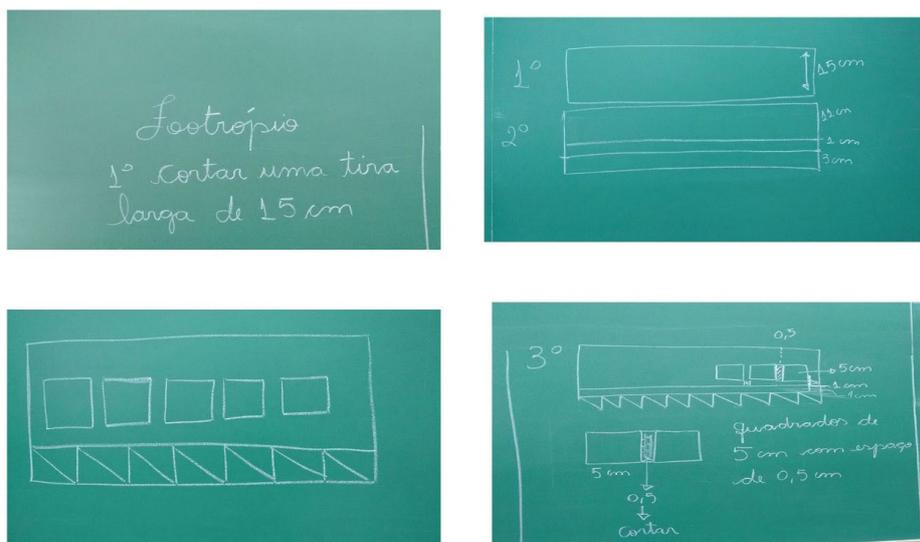


Figura 33 - Construção do zootrópio - Parte 1

Fonte: Autoria própria

Instruções para a produção prática da primeira oficina: O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas

a) Recortar a cartolina preta em uma tira retangular, com as medidas de 15 cm de altura e 38,5 cm de comprimento (o tamanho da largura pode variar de acordo com a medida do diâmetro utilizado para fazer o disco giratório do *Zootrópio*)

b) Traçar três linhas horizontais na cartolina, dividindo em três partes, seguindo a ordem da 1ª linha até a 3ª linha, na seguinte ordem:

- A primeira linha horizontal, trace com o espaço de 11cm;
- Segunda linha horizontal, trace com o espaço de 01 cm;
- Terceira linha horizontal, trace com o espaço de 03 cm.

Após fazer as três linhas horizontais com a marcação a lápis, “Construção do *Zootrópio* nº2”, (Figura 34).

c) Dividir em traços verticais separados em quadrados de 5 cm e inserir um pequeno espaço de 0,5 cm entre cada quadrado” (Figura 35).

Após traçar as linhas horizontais e verticais, pode-se observar a figura geométrica semelhante aos fotogramas da fotografia, na “construção do *Zootrópio* Parteº2”.

d) Traçar linhas perpendiculares na última linha horizontal (tira de 15 cm). Observe que as linhas perpendiculares formarão um zigue zague na borda da tira de cartolina. Cortar na sequência, com o estilete, nos espaços deixados entre os quadrados, na medida de 0,5 cm. Estes pequenos espaços formarão as frestas para dar passagem à luz. Recortar dois círculos, cada um com 38,5 cm de diâmetro (medida deve corresponder com a tira retangular), com a cartolina preta e colar em suporte de polietileno (isopor) nos lados interno e externo, para escurecer o disco giratório. Cortar as pontas das linhas perpendiculares (zigue zague) e colar nas bordas internas para fazer o acabamento e dar sustentação ao aparelho.

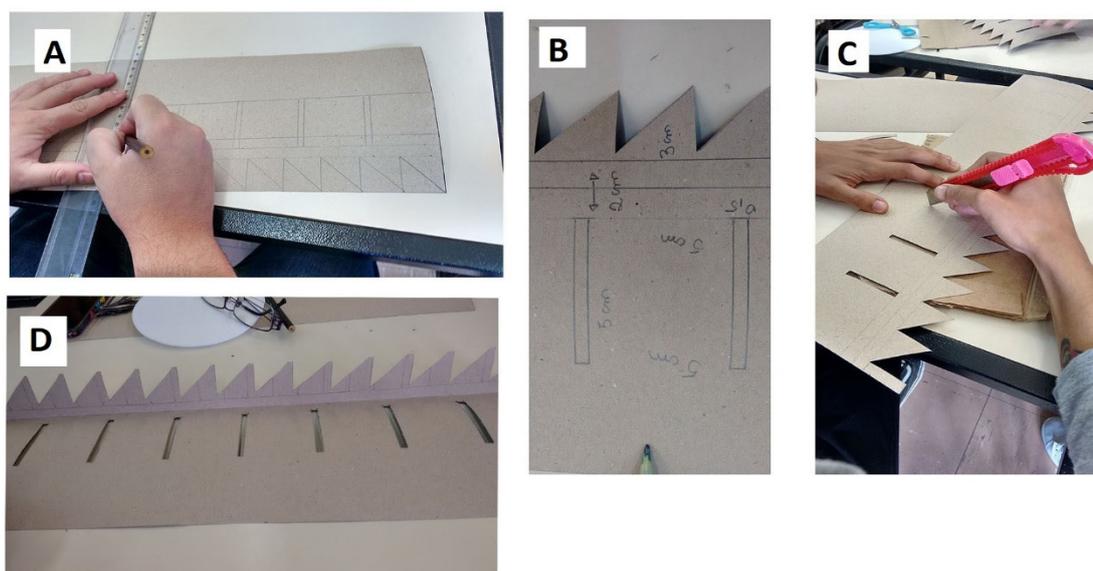


Figura 34 - Construção do zootrópio - Parte 2

Fonte: Autoria própria

- e) Pintar o lado interno da cartolina com tinta preta (esperar secar) e colar as imagens sequenciais, em cima da tira larga de 15 cm.
- f) Colar a tira retangular de 15 cm (já cortada com as frestas e pintada de preto) com cola quente na borda externa do disco giratório e inserir o cabo do pincel de espuma (sem espuma) no centro do disco giratório (Figura 37).
- g) O cabo do pincel, conforme mostra a imagem acima, perfura o disco giratório no eixo central e tem a função de flexibilizar o movimento circular do aparelho, para permitir que ele gire livremente (Figura 35).

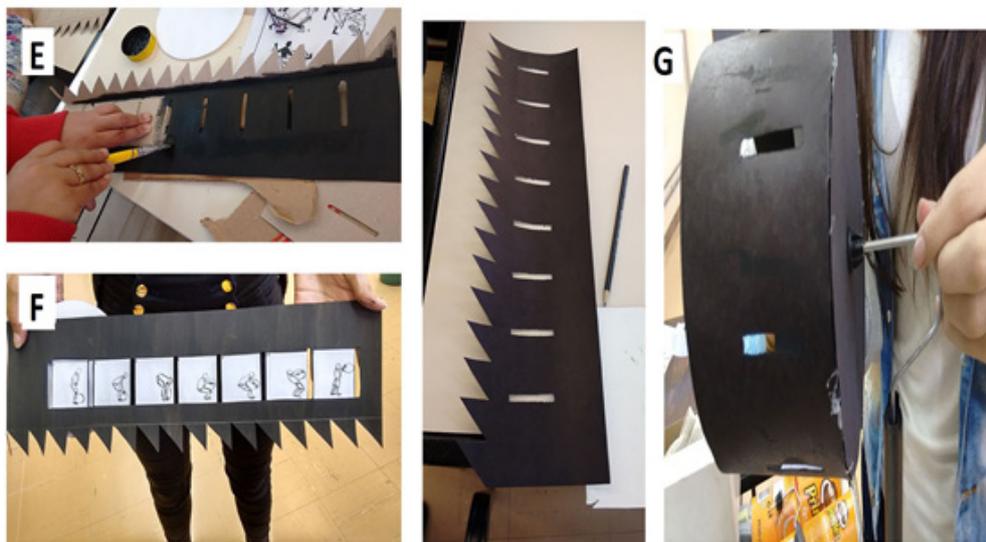


Figura 35 - Construção do zoetrópio - Parte 3

Fonte: Autoria própria

A movimentação das imagens pode ser observadas entre os cortes realizados na tira de papel preto, as frestas detalhes dos desenhos escolhidos para fazer a animação com o aparelho óptico *zoetrópio* - Parte 4 (Figura 36).



Figura 36 - Construção do zoetrópio - Parte 4

Fonte: Autoria própria

A intensidade do movimento das imagens “construção do *Zootrópio* - Parte 5”, tem a variação na força inserida sobre o aparelho giratório. A simplicidade da construção do aparelho, torna-o uma prática artística e pedagógica, muito lúdica (Figura 37).



Figura 37 - Construção do zootrópio - Parte 5

Fonte: Autoria própria

A produção realizada de forma lúdica e pedagógica, auxiliou os alunos a compreender o processo da construção do aparelho óptico e viabilizou o trabalho científico e interdisciplinar, com as observações realizadas durante a construção. O resultado foi viabilizado no momento de verificar sua ação: como um determinado movimento aplicado daria velocidade para mover as imagens e realizar a animação.

Comentário:

As atividades realizadas nas oficinas podem ser realizadas em sala de aula, pois os materiais são de fácil acesso, pode-se utilizar os materiais reciclados até materiais comuns escolares. O desafio aplicado na oficina estava na complexidade (dificuldade) com a proposta científica, observação da percepção visual do aparelho óptico *Zootrópio*, assim como no trabalho interdisciplinar entre arte e física. Pois, a curiosidade da sociedade do século XIX, época que ocorreram as mudanças e transformações na revelação da imagem produzida por tiras de papel. Esta inovação, os aparelhos ópticos instigaram a sociedade e desafiaram a ciência que disseminou o estudo realizado para comprovar a funcionalidade do aparelho *Zootrópio* e formou um dos principais inventos que transformou a história que posteriormente passou a ser contada por fotogramas.

Referencial Teórico:

A construção do aparelho *Zootrópio* foi fundamentada na pesquisa realizada por Yacov Perelman (1936), com o livro “Ciência Recreativa”, que buscava respostas para explicar os fenômenos físicos que ocorriam no cotidiano das pessoas e estavam presentes em atividades simples. Também buscou-se o conhecimento na psicologia visual, com o alemão Rudolf Arnheim (1956), que explica sobre como ocorre a percepção visual com os raios luminosos (luz) e a ação do cérebro sobre da formação da figura.

Lucena Junior (2005) apresenta a cronologia histórica da fotográfica, desde as primeiras manifestações do homem no momento de registrar as imagens, na Pré-História, os primeiros aparelhos ópticos até a contemporaneidade.

Asa Briggs e Peter Burgue (2006), assim como Lucena Junior (2005), também discutem a história cronológica dos primeiros inventos ópticos e abordam as questões sobre a imagem enquanto forma de comunicação, considerando que a fotografia foi uma grande transformação da mídia.

Nogueira (2014) apresentou um Manual com a história da fotografia e os aparelhos ópticos que foram desenvolvidos no decorrer dos anos e relaciona os dispositivos ópticos de *Muybridge* utilizando-se da “*Cronofotografia*” com as imagens de animais em movimento as imagens de *Marey* produzidas pelo “*Fusível Fotográfico*”.

Bibliografia

ARNHEIM, Rudolf. **Art and visual perception: A psychology of the creative eye**. Univ of California Press, 1956.

BRIGGS, Asa. BURKE, Peter. **Uma História Social da Mídia. De Gutenberg à internet**. 2ª ed. rev. e amp. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

LUCENA JR.; A, B. **Arte da Animação: Técnica e estética através da história**. São Paulo: SENAC, 2005.

NOGUEIRA Luís. **Histórias do Cinema. Manuais de Cinema V**. Lab. Com Books 2014. Disponível em: http://www.labcom-ifp.ubi.pt/ficheiros/20150629-2014_manuais_cinema_v.pdf. Acesso em 15/03/2017.

PERELMAN, Yakov. **Física Recreativa**. Libro 2, Traducido Del Ruso Por El Ingeniero, Editorial, Mir Moscou, 1936.

Quadro 2 - Apresentação da 1ª Oficina

Fonte: Autoria própria

Oficina 2: Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação.

A segunda oficina apresenta a pesquisa científica realizada com o último aparelho óptico, precursor da máquina fotográfica, desenvolve-se na aproximação entre teoria e prática. Foi fragmentada em três momentos específicos: na observação das imagens em movimento (no aparelho óptico); no processo e produção do aparelho praxinoscópio; nas formas geométricas e medidas, apresentadas no resultado final para entender e compreender a funcionalidade do aparelho óptico. A produção do mesmo foi desenvolvida em conjunto com a proposta sobre a compreensão da relação e os conteúdos entre Arte e Física, a partir da observação e manuseio do aparelho. Enquanto que, a arte direcionou-se para a criatividade e para a observação no processo de aprendizagem pelos alunos junto aos conteúdos interdisciplinares que contextualizaram com as imagens sequenciais e animação.

Arnheim (1956) volta às questões físicas e espaciais, no sentido da percepção visual, formas geométricas e direcionamento do campo visual, também denominado de “orientação ambiental”, devido à relação da imagem e a posição que determina os eixos horizontais e verticais da linha quando a mesma entra em movimento e

formam um efeito cenestésico que varia de acordo com a força aplicada na figura. As linhas movimentam-se e formam animações e projeções luminosas, de acordo com a direção retilínea e a distância do objeto observado.

2º Momento/Oficina

Título: *Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação.*

Conteúdo: fenômenos ópticos, desenhos sequenciais (animação) e refração da luz.

Objetivos:

Elaborar o aparelho óptico *Praxinoscópio*, a partir da observação.

Desenvolver por meio de atividade lúdica e interdisciplinar (Arte e Física) a produção do aparelho óptico.

Formar a percepção visual e a ilusão de óptica com as divisões (fragmentações) e reflexos dos espelhos, que formam com a animação em conjunto com o movimento (desenhos sequenciais) e luminosidade.

Carga horária: 10 horas

Metodologia:

1º Momento da construção do *Praxinoscópio* - Observação.

A oficina sobre o desenvolvimento do aparelho *praxinoscópio* iniciou-se com a observação sobre a mecanização, movimentação e o reflexo das imagens, com o uso de espelhos para formar a animação a partir das imagens sequenciais.

A observação deve ser explorada nas diferentes formas de conhecimento, como argumenta Fogliano (2012, p. 73)² “A ideia do conhecimento consiliente deveria ir para além das ciências naturais. Esta perspectiva do conhecimento é uma demanda da contemporaneidade”. O conhecimento científico refere-se que ele não pode ser considerado como único e indissociável, os instrumentos utilizados na pesquisa moderna, podem ser variantes no método de observação, pois com as mudanças sociais, culturais e econômicas devem acompanhar as transformações que ocorrem no mundo.

A construção do aparelho óptico *praxinoscópio*, conforme serão apresentadas as imagens a seguir (passo a passo), iniciou-se com a observação dos alunos, sobre o desenvolvimento que sucedeu na imagem fragmentada e sequencial, como apresenta a construção do *praxinoscópio* (Figura 38).



Figura 38 - Praxinoscópio

Fonte: Autoria própria

2 A experiência estética: consciência, linguagem e narrativa Fernando Fogliano. Instituto de Arte da Universidade de Brasília Programa de Pós-Graduação em Arte. Edição 1, Brasília, DF, 2012.

2º Momento da Construção do *Praxinoscópio* - Produção³

A construção do segundo momento do *praxinoscópio* foi realizada no mesmo aparelho produzido artesanalmente (foi sobreposto o material em cima do *praxinoscópio*). Na sequência fez-se necessária a separação dos produtos a serem utilizados na construção do aparelho como espelhos, cartolina branca, papel cartão preto, madeira de MDF (utilizado por artesãos, simples de encontrar em sobras de marcenarias), cola, tesoura, fita dupla face, bandeja redonda de polietileno (isopor),⁴ lata redonda ou outro objeto que possa ser utilizado no tambor giratório central, lápis e régua.

Utilizou-se como ponto de partida, a observação científica entre arte e física, como demonstra a imagem abaixo, com a Construção do *Praxinoscópio* - Parte 1 (Figura 39).



Figura 39 - Construção do praxinoscópio - Parte 1

Fonte: Autoria própria

Após a observação da movimentação do aparelho óptico praxinoscópio, deu - se o início na produção prática, de acordo com as imagens apresentadas na Figura 40 - Construção do *Praxinoscópio* - Parte 2

a) Para formar duas tiras horizontais e retangular (altura de 14 cm) foi necessário realizar as seguintes medidas:

* A primeira tira com cartolina branca na mesma medida circular do polietileno.

* A segunda tira horizontal (altura de 14 cm) na forma geométrica retangular (60 cm de largura), marcar a lápis as medidas, em papel cartão. Na sequência, colar o disco giratório no centro do polietileno.

b) Formar linhas horizontais e fazer espaçamento de 0,5 cm entre os espelhos (mesma medida da largura do espelho). Este espaço assemelha-se ao corte realizado no *zootrópio*, a função do corte no *zootrópio* - passagem da luz e apresentar a luminosidade entre as frestas, no *praxinoscópio* a função é refletir a imagem através da luz, formar a animação posteriormente (Figura 40).

3. A produção da 2ª parte da construção do *praxinoscópio* foi adaptada pela autora da pesquisa, com o objetivo de aprimorar a observação e comprovar a funcionalidade do aparelho óptico.

4 Sempre que referir – se a esta circunferência, será sobre o mesmo material polietileno (isopor), disco utilizado para alimentação, exemplo disco de pizza (pode ser material reciclado).

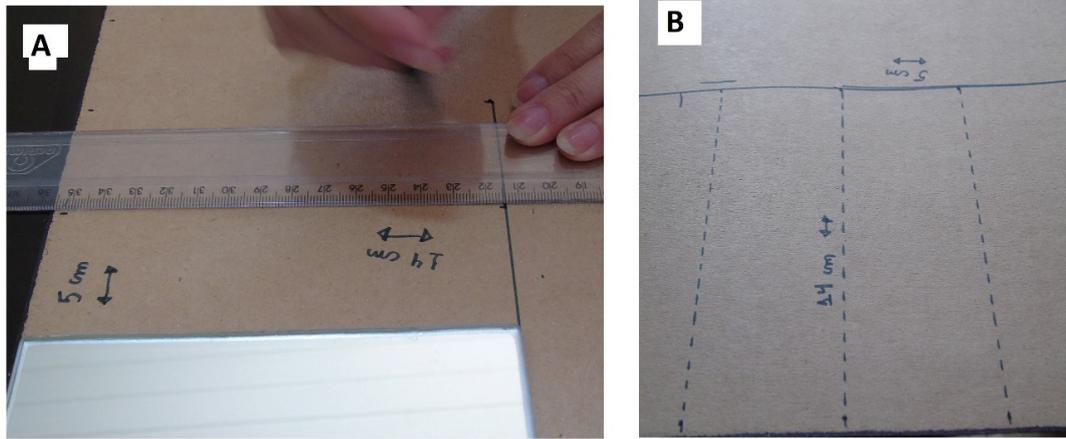


Figura 40 - Construção do praxinoscópio - Parte 2

Fonte: Autoria própria

c) Colar os 12 espelhos (cada espelho com 14 cm de altura e 5,0 cm de largura, totalizará 60 cm) lado a lado na tira de papel cartão, com fita dupla face, em toda a volta da tira retangular. Observar que os espelhos devem ter a mesma medida e devem ser colados rigorosamente em cima das marcações feitas com a caneta. Esta tira deve formar um colar de espelhos para dar movimento e animação com as imagens (Figura 41).

d) Após formar um colar de espelhos, fechar a tira com os 12 espelhos devidamente colados e formar a circunferência (60 cm) que deve ficar no centro e em cima do polietileno redondo (Figura 41).

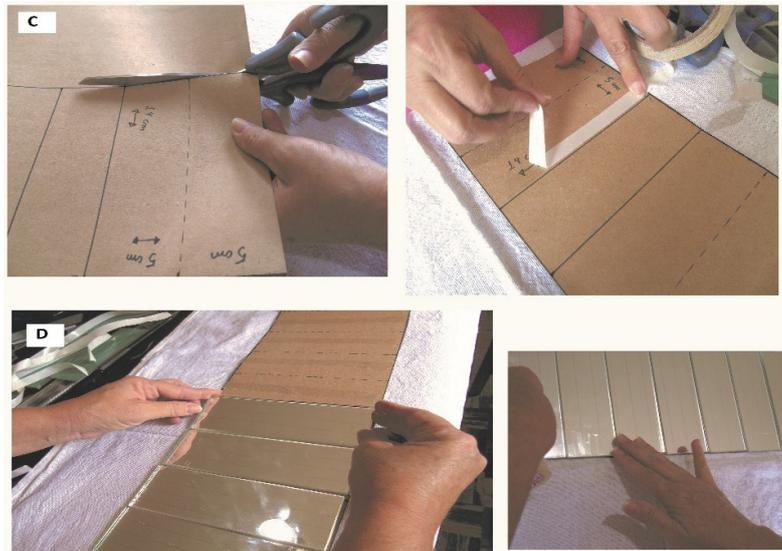


Figura 41 - Construção do praxinoscópio - Parte 2

Fonte: Autoria própria

e) Fechar as tiras com os espelhos já colados e formar um disco giratório de espelhos.

f) Marcar o centro do disco giratório de polietileno e perfurar, para dar sustentação no aparelho e mantê-lo em posição fixa e vertical (Figura 42).

g) Inserir uma madeira sentido vertical no lado externo do aparelho para segurar a base do disco circular de polietileno, de baixo para cima e centralizar com o tambor giratório (Figura 42). A madeira inserida no aparelho pode ser comparada ao tripé das máquinas fotográficas atuais.

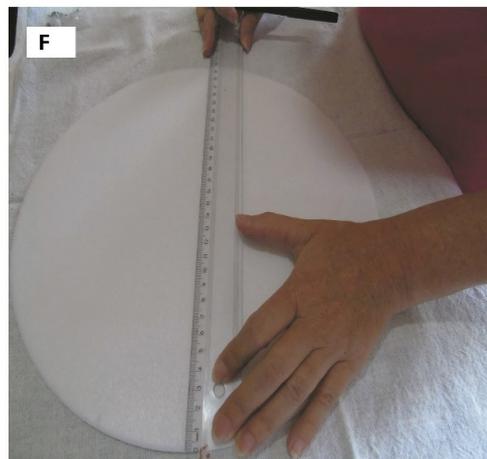


Figura 42 - Construção praxinoscópio - Parte 3

Fonte: Autoria própria

3º Momento - Resultado da construção do aparelho óptico, *praxinoscópio*.

A imagem da construção do aparelho óptico *praxinoscópio*, faz uma menção mais detalhada sobre a formação do instrumento. O aparelho foi uma invenção pré-cinemática, que emergiu do conjunto de experiências e obteve a simulação de movimento contínuo. O resultado da animação das imagens está na faixa das tiras sequenciais de muitos inventores, que possibilitou que *Reynaud* produzisse um dispositivo de visualização e projeção sobre a percepção visual do disco giratório (Grary, 2002).

A visualização da imagem altera-se de acordo com a posição em que o observador encontra-se “a visão se materializa e se torna ela própria também visível, além de mostrar-se inseparável das possibilidades e aptidões de um sujeito observador” (MACHADO, 2002, p. 228).

O disco giratório com os espelhos possibilita a compreensão da percepção visual do aparelho óptico *praxinoscópio*, com a observação da refração e fragmentação da imagem, produzida com os espelhos (Figura 43), para destacar a visualização da luz refletida sobre a base do aparelho óptico, a linha desenhada em cima da sombra (última imagem) foi para ressaltar a separação luminosa da sombra projetada. A experiência trouxe novas possibilidades tecnológicas para desenvolver a animação (desenhos sequenciais) a partir da percepção visual.

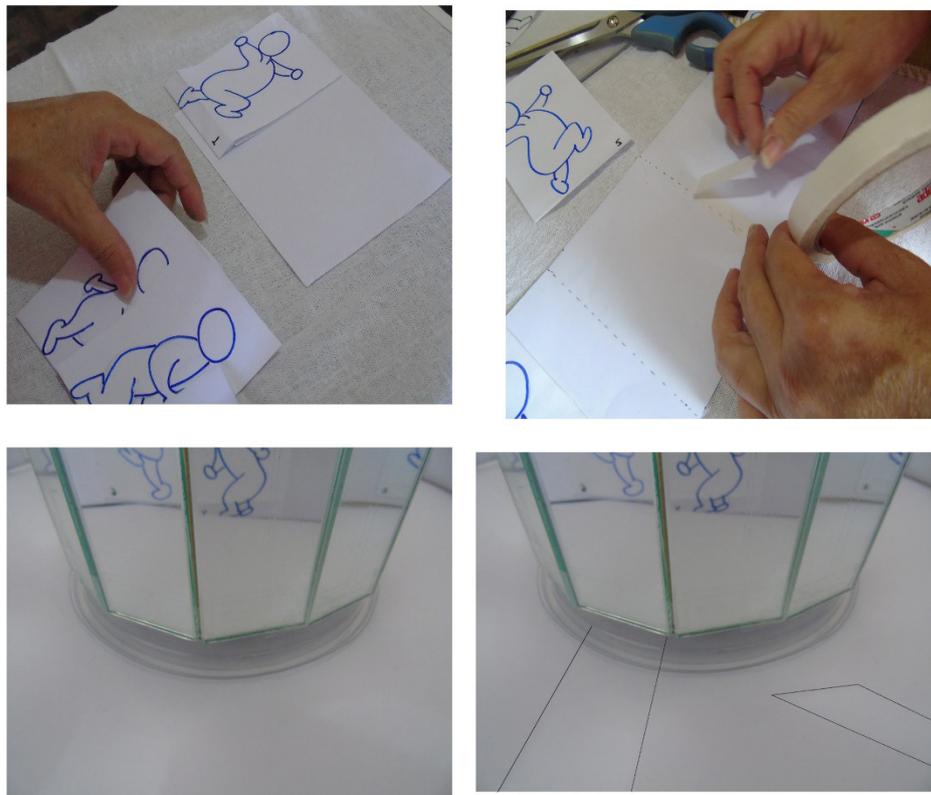


Figura 43 - Construção praxinoscópio - Parte 4

Fonte: Autoria própria

Comentário:

A oficina dividiu-se em duas partes, o primeiro momento foi na observação e apresentação do aparelho. Em seguida, os alunos imprimiram imagens e inseriram no aparelho para analisar a funcionalidade do mesmo.

Por fim, a pesquisa foi adaptada ao aparelho já existente (aparelho artesanal - MDF) e buscou-se entender a função passo a passo, com uma nova construção que possibilitou a compreensão do potencial científico, interdisciplinar entre arte e física.

Referencial Teórico:

Arlindo Machado (2002) com o artigo “A emergência do observador”, traz um breve resumo sobre a pesquisa realizada por Crary (livro: *Techniques of the Observer de Jonathan Crary*. The MIT Press, 1992, 171p) e auxiliou na compreensão do diálogo entre os autores. Crary (2002) analisa a percepção visual e a influência crítica sobre como cada observador identifica o objeto, por meio da distância e deslocamento do olhar.

O autor refere-se às pinturas neo impressionistas e impressionistas, a partir do ponto de iluminação de Georges Seurat. Lucia Santaella (2012) refere-se à arte, onde a tecnologia faz uma aproximação entre arte e ciência. Fernando Fogliano (2012) narra a experiência estética nas diferentes linguagens. Yakov, Perelman (1936) como já citado na 1ª Oficina, vêm para explicar os fenômenos científicos e físicos nas atividades do cotidiano, na 2ª oficina, especificamente refere-se ao movimento (percepção visual) e à refração da luz.

Bibliografia:

CRARY, Jonathan. **Suspensions of perception: Attention, spectacle, and modern culture**. Mit Press, 2001. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=U0SUP5b1jUMC&sitesec=buy&hl=pt-BR&source=gbs_vpt_read> Acesso em 03 jan. 2017.

FOGLIANO, Fernando. **A experiência estética: consciência, linguagem e narrativa**. Brasília, p. 72, 2012. Disponível em <<https://www.medialab.ufg.br/art/wp-content/uploads/2012/10/LivroART.pdf#page=72>> Acesso em: 10 abr. 2017.

MACHADO, Arlindo. A emergência do observador. **Galáxia**, n. 3, p. 227-234, 2002. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=A+emerg%C3%Aancia+do+observador&btnG=&lr=>>>. Acesso em 03 jan. 2017.

PERELMAN, Yakov. **Física recreativa**. Livro 2. Moscou: Editorial Mir, 1936.

SANTAELLA, Lucia. **A relevância da arte-ciência na contemporaneidade**. Brasília, p. 103. 2012. Disponível em: <<https://www.medialab.ufg.br/art/wp-content/uploads/2012/10/LivroART.pdf#page=103>>. Acesso em 1 mar. 2017.

Quadro 3 - Apresentação da 2ª Oficina

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que as oficinas foram o objeto da pesquisa, pois os aparelhos ópticos zootrópio e praxinoscópio, possibilitaram trazer diferentes fontes de conhecimento para os participantes das oficinas. Os aparelhos foram apresentados de forma lúdica que, facilitou a compreensão da funcionalidade dos aparelhos ópticos e também instigou a curiosidade dos mesmos, para que eles possam enriquecer seus conteúdos, aplicados em sala de aula, utilizando-se da proposta da construção dos aparelhos ópticos zootrópio e praxinoscópio.

RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS DAS OFICINAS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa por meio do Projeto de Extensão - Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia e aponta os delineamentos que ocorreram durante o seu desenvolvimento. Assim seguiu-se com a proposta interdisciplinar entre Arte e Ciência a partir do desenvolvimento das duas oficinas e obteve-se como resultado final a construção dos aparelhos ópticos Zootrópio e Praxinoscópio, estes que ampliaram o olhar dos participantes, com propostas que podem ser adaptadas em diferentes áreas do conhecimento, finalizando com a entrevista gravada e transcrita pela professora/pesquisadora.

Os dados da pesquisa foram analisados com as questões investigativas da pesquisa que apresentou o relato final dos participantes das oficinas, os quais deixaram suas ideias e opiniões sobre o como aplicar esta proposta metodológica com os aparelhos ópticos, em sal de aula. Assim, a pesquisa pode ser analisada embasada de acordo com as interações realizadas nas duas oficinas, originando tanto o produto da pesquisa como os relatos dos participantes, por meio de uma entrevista gravada e transcrita.

Conhecendo o praxinoscópio

A pesquisa iniciou-se com o aparelho óptico Praxinoscópio. Em sua primeira apresentação com o Projeto de Extensão pôde-se observar que a movimentação das imagens inseridas no aparelho não correspondia a uma funcionalidade correta. A observação sobre a luz e movimento da imagem foi o ponto de partida da pesquisa, tornando-se uma ampla ferramenta de estudo com o aparelho óptico. Este impulsionou a análise qualitativa e exploratória que, segundo Bogdan (1954, p. 16), afirma que: “a investigação qualitativa em educação assume muitas formas e é conduzida em múltiplos contextos”, pois, foi necessário rever o início da pesquisa para constatar as falhas encontradas na forma de distribuição dos espelhos com as imagens. O relato gerou uma nova forma de construção do conhecimento que trouxe adaptações na metodologia e nos procedimentos aplicados no Projeto de Extensão. Estas novas abordagens aproximaram alunos e pesquisador do conhecimento, teoria e prática

com a percepção visual e todo o processo que abrange esta pesquisa.

Desenvolvimento da Percepção Visual

A pesquisa necessitou de ter outro aparelho óptico, para poder constatar a funcionalidade correta e rever a construção do primeiro praxinoscópio produzido anteriormente de forma artesanal, (apresentado na pesquisa na Figura 40). Este procedimento foi importante tanto para o pesquisador quanto para os alunos, uma vez que estas duas opções proporcionaram uma análise mais significativa. Assim, o segundo praxinoscópio (Figura 44), desenvolveu de forma mais acertada as animações com imagens sequenciais. Ambos os aparelhos ópticos formaram um conjunto de interesse na construção do conhecimento.



Figura 44 - Animação em praxinoscópio de forma piramidal

Fonte: Autoria própria

O aparelho óptico Praxinoscópio em forma piramidal (aparelho ofertado em sites de compras on-line) aprimorou o resultado da pesquisa segundo a própria narrativa de Grary (2002) sobre a formação da percepção visual no século XIX, onde ocorreu uma das maiores transformações tecnológicas, que repercutiu no estudo e tornou-se referencial motivador de muitos artistas e inventores para a reconstrução da percepção visual diante das práticas artísticas. O início dos aparelhos ópticos, ao mesmo tempo em que trouxeram uma ruptura com a pintura realista, também trouxeram experiências científicas e tecnológicas que resultaram em discussões sobre a movimentação da imagem e o estudo da luz.

A relação entre o estudo da luz, sombra e movimento foram as partes integrantes deste último aparelho óptico (representadas na Figura 45), cada parte corresponde a uma função do dispositivo. O disco giratório tem 10 partes laminadas como apresenta a figura A e são divididas em 10 partes, cada uma delas correspondente à

quantidade de imagens inseridas no disco - totalizando 10 imagens, a figura B reflete a luz que se forma com a divisão do aparelho óptico, a figura C traz a importância da luz e sombra e a figura D mostra a função que instigou a pesquisa, a partir do reflexo da luz direcionada nas laminas. Assim, pode-se observar a importância da luz inserida no aparelho óptico, a formação das medidas exatas com forma piramidal e o espaçamento entre as divisões.

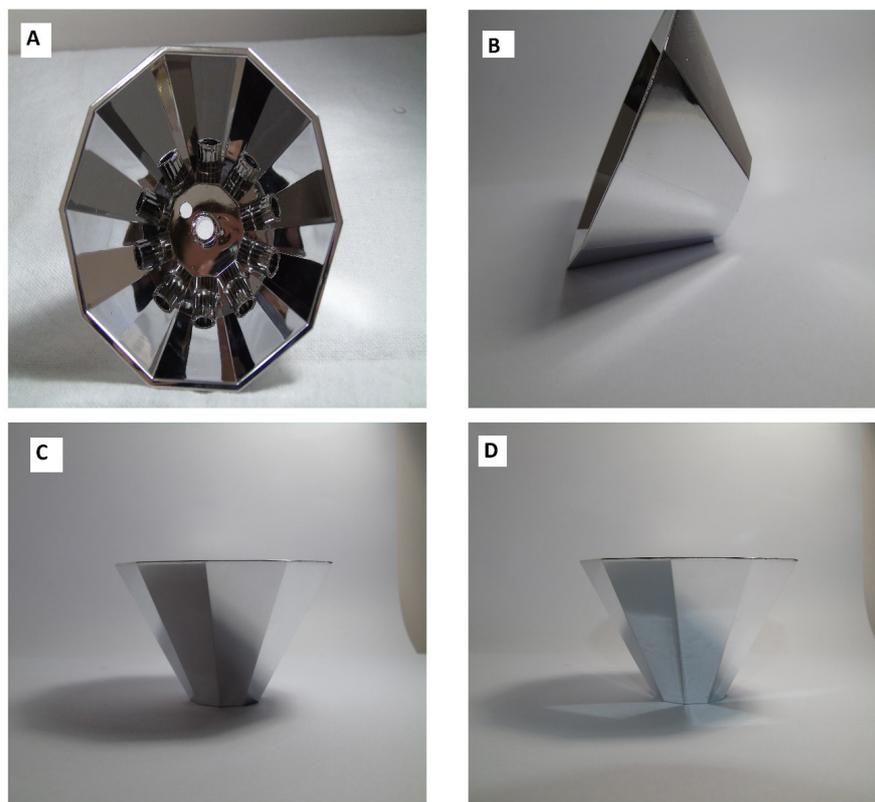


Figura 45 - Partes do aparelho óptico - Praxinoscópio em forma piramidal

Fonte: Autoria própria

Esta observação realizada com o aparelho óptico, conduziu o olhar do pesquisador para a percepção na incidência da luz, sobre os reflexos no espelho e a fragmentação das imagens (fotogramas) diante de um determinado distanciamento entre uma imagem e outra, como está representado com o disco giratório central do aparelho óptico.

A Figura 46 apresenta as imagens distribuídas, produzidas de forma organizada ao redor do disco giratório. Estas movimentam-se e produzem uma animação de acordo com a velocidade aplicada no aparelho óptico: assim dá-se o início da animação, tal qual as imagens sequenciais de Muybridge e similares às de Marey, que também resultou no fusível fotográfico (já apresentado na Figura 23 - Fuzil fotográfico de Étienne-Jules Marey no capítulo 2.3 - Fotografia: Um pouco de sua história e suas técnicas), (NOGUEIRA, 2014).



Figura 46 - Parte giratório do aparelho - Praxinoscópio em forma piramidal

Fonte: Autoria própria

A produção do aparelho óptico praxinoscópio destacou-se na oficina, por meio da observação entre as fragmentações no disco circular e a distribuição da imagem, como demonstra a Figura 47. A movimentação da imagem despertou o interesse dos participantes pois os desenhos sequenciais inseridos no disco giratório formavam movimento que assemelhavam - se com os jogos utilizados por aparelhos eletrônicos que fascinam e despertam o interesse das pessoas de todas as idades, atualmente.



Figura 47 - Praxinoscópio em forma piramidal

Fonte: A autoria própria

A sequência de imagens, pode ser comprovada pelas invenções de Muybridge, como citado no capítulo 2.2.2. Durante a aplicação do projeto foram realizadas outras sequências de imagens utilizando-se do aparelho ilustrado acima.

A pesquisa pôde ser comparada, pois, à experiência de Plateau apontada no capítulo 2.2.3 sobre a questão da movimentação das imagens inseridas no aparelho seguindo as mesmas regras de ter, no mínimo, 10 imagens para formar a animação, utilizando do aparelho óptico com o disco giratório. Esta animação pode ser comparada à câmera fotográfica, em fotos sequenciadas, estimulando a ideia da animação de fotogramas estáticos (MAGALHÃES, 2015), como pode-se observar nas imagens sequenciais realizadas durante a oficina (Figura 48).



Figura 48 - Animação com o aparelho praxinoscópico

Fonte: Autoria própria

A animação produzida com 12 imagens tornou-se similar às imagens realizadas nas invenções de Muybridge, porém estas especificamente utilizaram de máquina fotográfica digital, com o intuito de instigar a curiosidade dos alunos a um aprendizado lúdico e criativo.

Resultado da Construção do Zootrópio

A construção do aparelho óptico Zootrópio proporcionou uma participação intensa dos alunos durante sua produção, conforme apresentado no Item 3.2.1.1, Oficina 1 “O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas”. Seu desenvolvimento trouxe novas possibilidades de aproximação entre Arte e Física. Durante a oficina foram apontados detalhes relevantes, como o princípio da fotografia e os aparelhos ópticos precursores da máquina fotográfica, desde a câmera obscura, fantasmagorie, à Lanterna Mágica, Taumatrópio e Fenaquistoscópio. Estes aparelhos foram resultados de muitas pesquisas desenvolvidas desde o período do Renascimento e teve a participação de muitos cientistas e inventores.

A retrospectiva histórica com os aparelhos ópticos, realizada durante a oficina ofereceu aos participantes não somente novas formas de trabalhar seus conteúdos,

em sala de aula, como também, apresentou propostas de atividades para ser desenvolvidas com os alunos. Assim, as aulas tornaram-se mais interessantes e desafiadoras quando a pesquisa pôde sair do papel e materializar-se com a produção prática, unindo teoria e prática de forma criativa e lúdica.

Questões Investigativas: Dados da Pesquisa

Os dados obtidos na pesquisa foram analisados como de origem qualitativa-descritiva, tendo como fonte direta as informações do ambiente natural, ocupando-se da percepção, e, portanto, da descrição. Classificamos a pesquisa como caráter exploratório, pois trabalhou com aspectos subjetivos: “as questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, sendo, igualmente, formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural” (Bogdan, 1994, p.16), pois todas as experiências educacionais trazem conhecimento que contribuem para a aprendizagem do aluno.

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu através de encontros semanais e foram embasados nos teóricos Arnheim (1956), especialmente nas atividades descritas no item 2.2.2 onde se descreve sobre a importância das proporções e espaçamentos exatos entre as imagens, para que o observador possa comprovar a animação sequencial das imagens. A pesquisa também tomou como base as explicações de Perelman (1936), item 3.2.1 e de Grary (2002) para comparar as investigações sobre imagem em movimento para explicar os fenômenos físicos que ocorrem em nosso cotidiano. Isto ofereceu uma ampla fonte de pesquisa que agrega conhecimento científico e tecnológico, assim como observa-se na funcionalidade do aparelho praxinoscópio no momento da animação das imagens (Figura 49) e a reação dos alunos diante da animação de fotogramas e a persistência da visão que cria a ilusão do movimento.

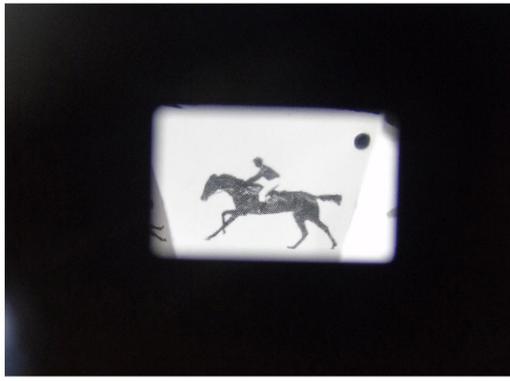


Figura 49 - Divisão para observar as partes da animação com o aparelho óptico praxinoscópio

Fonte: Autoria própria

Para identificar a compreensão dos participantes nas oficinas em como eles construíram e assimilaram o aprendizado e como seria o aproveitamento dos conteúdos trabalhados, além de qual seria a forma que eles fariam a transposição pedagógica, contextualizamos tudo a partir da disciplina de “Licenciatura em Ciências Naturais”. A professora/pesquisadora gravou o relato dos 5 participantes que se voluntariaram a gravar a entrevista com o objetivo de avaliar o projeto de pesquisa extensão.

Para manter a confidencialidade dos entrevistados optou-se por denominá-los de A1; A2; C; F e M utilizando-se das letras com as iniciais de seus nomes. Os participantes voluntários aceitaram avaliar o Projeto de Extensão intitulado “Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento a Fotografia”. Assim, a entrevista ocorreu no dia 07 de dezembro de 2016, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus Ponta Grossa (quadro 4). As respostas foram transcritas e separadas em gráficos, primeiramente com as três perguntas: Como vocês avaliam o Projeto de Extensão intitulado Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento a Fotografia? O trabalho interdisciplinar, principalmente

na relação entre Arte e Física pode ser desenvolvido juntos, com a produção dos aparelhos ópticos? As técnicas aplicadas sobre os conteúdos de Arte e a produção dos aparelhos ópticos: seria possível aproveitar em sala de aula, com os conteúdos do curso de Licenciatura em Ciência? E, em seguida, as respostas dos entrevistados e os comentários dos entrevistados.

Primeira pergunta: Como vocês avaliam o Projeto de Extensão intitulado *Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento a Fotografia*?

Resposta da A1: *Já tinha conhecimento do trabalho interdisciplinar, com outros minicursos; com relação a proposta do curso a prática “talvez sim” pode ser viável usar em sala de aula, principalmente na relação com a Física;*

Resposta da M: *Eu acredito que o curso foi muito interessante, principalmente na questão de técnicas, porque eu por exemplo não desenhar e de repente você chega num curso que tem uma proposta e ele mostra por traz da pintura a técnica que o artista utilizou, é interessante ver a técnica e acredito que os outros alunos também não sabiam, e que se eles observarem que se seguirem a técnica eles vão conseguir fazer um trabalho bem bonito e em seguida é possível fazer pintura e desenho, para mim foi o que mais marcou.*

Resposta F: *Eu na verdade antes do curso já tinha noção porque já sou formado em história, com relação a estudo da imagem, conceito e representação, este tipo de coisa. Mas achei que o curso foi valido no sentido, porque nunca tinha praticado. A gente estuda e vê mas praticar não. Eu sempre achei mais fácil comprar, alguém sempre faz e eu compro depois aplico, do que colocar a mão na massa, tanto é que eu tive “trocentas” dificuldades em fazer desenho com perspectivas, não saiu em algumas atividades. Mas por exemplo eu sei que na Mona Lisa tem não só a perspectiva se você fizer um estudo vai achar até a sequência do quadrado número de ouro de grego você vai achar, mas eu fazer um trabalho com perspectiva com relação a interdisciplinaridade foi valido eu vejo que vai além do nosso curso, dá para ampliar bastante, deu para discutir o trabalho ambiental foi uma série que deu para aproveitar bastante. O que eu consegui fazer vai dar para trabalhar bastante, principalmente quando for utilizar o material, desde o reciclado até os instrumentos ópticos. Não tive problemas com a proposta do curso, talvez tivesse ser pensado em um tempo maior para fazer as oficinas. Com relação ao instrumento óptico eu precisava adequar, na verdade eu falhei, quando cheguei em casa eu percebi que um ajuste adequação ao modelo. Eu curti a serigrafia com o modelo do meu rosto, o estêncil está voltando, agora (moda). No geral eu gostei de todas as práticas, o que eu não aplicaria, porque demanda de muito tempo, por exemplo seria o zootrópio. Este do zootrópio eu achei complicado, levou um tempão, demanda muito procedimento, precisa de muito tempo. Se eu fosse fazer um zootrópio, como proposta de aula, eu faria um recorte, por exemplo de uma divisão celular eu ia colocar as células em movimento e dividindo, as imagens iam dividindo e voltando, e iria trabalhar com a imagem em movimento. Tem muitas propostas, mas vou repetir, a relação com a demanda do tempo. Se não fosse o curso ninguém iria atrás da internet (conhecimento científico), a questão do praxinoscópio, eu nunca iria saber buscar para fazer, demanda muito tempo (relação conteúdo e tempo), eu em sala de aula precisaria de duas aulas, no mínimo, dificilmente nos acadêmicos iríamos atrás, somos muito acomodados, parecemos muito criança (referiu-se ao 6º ano).*

Resposta da A2: *Até os defeitos que teve serviu de fonte positiva, porque agora a gente já sabe o que não deve ser feito, na câmera escura, que já sabemos que ela precisa ter uma medida certa, que não sabíamos que agora já sabemos, que quando eu for realmente dar aula, vou utilizar principalmente na aula de física e química, seria bem interessante. Assim, quando eu comecei o curso eu não tinha muita noção da arte, conhecia somente os artistas mais famosos e o que aparece na mídia, quando a professora apresentou a história da arte e outros artistas, como eles relacionam a imagem.*

Segunda pergunta: O trabalho interdisciplinar, principalmente na relação entre Arte e Física pode ser desenvolvido juntos, com a produção dos aparelhos ópticos?

Resposta A1: *E toda parte que foi realizado o trabalho realizado se você apresentar para o aluno eles podem levar para frente, acho que a questão da câmera escura poderia ser utilizado de outras formas, não somente na caixa de sapato, existem outras formas para apresentar, interessante mudar.*

Resposta da M: *Eu acredito que na produção prática com os instrumentos realizados nas oficinas, pode ajudar como exemplo, principalmente na parte da física, vou estar explicando sobre óptica e estar construindo um caleidoscópio com meus alunos para que eles possam compreender melhor a relação, estar fazendo uma “ponte” entre teoria e pratica. Respondendo a primeira pergunta: “eu particularmente” não tinha este conhecimento da relação interdisciplinar da história da Arte e Física;*

Terceira pergunta: As técnicas aplicadas sobre os conteúdos de Arte e a produção dos aparelhos ópticos: seria possível aproveitar em sala de aula, com os conteúdos do curso de Licenciatura em Ciência?

Resposta C: *Então com a parte da arte eu nunca tinha imaginado, eu tenho muita habilidade com coisas manuais. Eu adorei, abre um leque de atividade, no meu curso abre um leque em todas atividades questão ambiental, reciclado, física, química. Acredito que todas as atividades desenvolvidas dá para trabalhar com alunos, principalmente a serigrafia, (guardei para colocar em quadrinhos) gostei de todas as técnicas, acredito que dá para trabalhar todas as técnica. O zootrópio dá para trabalhar imagens na questão da ecologia, pássaros, DNA, química, física, em parceria com os alunos. Acredito que dá sim para incluir sim, em todas as disciplinas, mas a questão de tempo é a parte mais difícil. Para levar para sala de aula deve fazer um planejamento para facilitar com a instrução tudo certo. Tendo planejamento é tranquilo, um roteiro na verdade, certinho.*

Resposta F: *Com relação as Diretrizes, tem sim professora esta tanto nos PCN como nas Diretrizes que você tem que trabalhar, todas as Diretrizes tem que transformar o conteúdo para que o aluno aprenda de maneira mais significativa porque a gente tem que trabalhar com filme, musica, com arte para transformar o conteúdo de ciência mais agradável para os alunos. O que acontece hoje em dia, nós professores de ciências matamos o cientista, nós deixamos a criança traumatizada no Ensino Fundamental e quando ela vai para o Ensino Médio futuramente ela não vai querer fazer o estudo da física, química, biologia. Estas atividades são mecanismos, ferramentas que deixam o estudo mais agradável para os alunos assim que deixam a atividade mais atrativa. E os alunos gostam de fazer coisas diferentes.*

Resposta C: *Principalmente aula prática, a partir da prática não fica só na teoria. A consegue trazer a prática aliada ao conteúdo, eles não ficam preso só na teoria. A gente consegue trazer alguma coisa diferente, não fica tão cansativo.*

Quadro 4 - Entrevista transcrita

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar nas afirmações dos entrevistados que alguns deles tinham um conhecimento prévio sobre o assunto, e outros não, já que era a primeira vez que participavam de uma oficina interdisciplinar entre Arte e Física. Os mesmos, mostraram a preocupação com relação ao tempo (horário de aula em média são de 45 a 50 minutos e no máximo duas aulas por semana) para aplicar uma oficina similar à que eles vivenciaram. As mesmas dificuldades que podem ser apresentadas para alunos de 6° ao 9° ano, visto que temos uma diversidade cultural, em uma única sala de aula com tempo exíguo. Porém, eles concluíram que com um bom planejamento é possível aplicar e adaptar os aparelhos à outras áreas do conhecimento. Também

exemplificaram alguns conteúdos que podem ser trabalhados com seus alunos e concordaram que o aprendizado de forma lúdica pode auxiliar na compreensão junto à complexidade do conteúdo dado ao aluno.

Resultados dos Critérios Avaliativos Utilizados nas Oficinas

Adotamos os seguintes critérios para análise dos dados: Motivar os participantes da pesquisa na construção do produto envolvendo com a utilização dos aparelhos ópticos na interação professor/aluno sobre a formação da imagem no espelho plano. Com a compreensão dos conteúdos apresentados para osicineiros sobre a movimentação da imagem e a utilização dos aparelhos ópticos zootrópio e praxinoscópio. O Resultado final obtido nas oficinas, comprovando a funcionalidade da produção dos aparelhos ópticos zootrópio e praxinoscópio e Entrevista gravada e transcrita para sustentar a proposta pedagógica e investigativa da pesquisa. Com o intuito de captar mais informações sobre a aplicação do Curso de Extensão - Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia, foi produzido uma ilustração gráfica para analisar os resultados apresentados pelos entrevistados, conforme o “Quadro 4 - Entrevista transcrita”, de acordo com as respostas dosicineiros com relação ao primeiro gráfico sobre as três perguntas:

1° - Como vocês avaliam o Projeto de Extensão intitulado “Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento a Fotografia”?

2° - O trabalho interdisciplinar, principalmente na relação entre Arte e Física, pode ser desenvolvido conjuntamente com a produção dos aparelhos ópticos?

3° - As técnicas aplicadas sobre os conteúdos de Arte e a produção dos aparelhos ópticos seriam possíveis de aproveitamento em sala de aula, com os conteúdos do curso de Licenciatura em Ciência?

Com relação à primeira pergunta pode-se observar que 90% dos entrevistados (Gráfico 1), avaliaram as oficinas positivamente, no sentido de que elas ampliaram seus conhecimentos interdisciplinares e científicos.

No segundo gráfico, 70% dos entrevistados, acreditam que é possível realizar um trabalho interdisciplinar entre Arte e Física, enquanto que os 30% restantes apontaram a necessidade de realizar um bom planejamento e que sem uma organização prévia este trabalho pode não ter um bom aproveitamento pelos alunos, em sala de aula, devido ao tempo que os professores têm para abranger seus conteúdos e também devido à complexidade da produção dos aparelhos ópticos.

A última ilustração gráfica corresponde à terceira pergunta, onde 60% dos

entrevistados, confirmaram a probabilidade de realizar as oficinas em sala de aula. Mas, 40% afirmaram que as oficinas serão possíveis diante de organização e planejamento, para alcançar um bom resultado final, com a compreensão dos conteúdos interdisciplinares aplicados envolvendo Arte e Física.

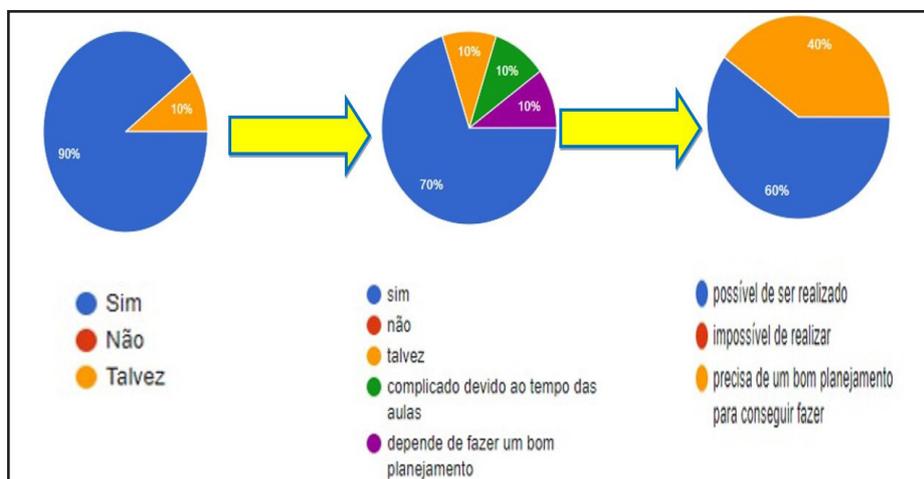


Gráfico 1 - Ilustração gráfica: Resultado da entrevista transcrita

Fonte: Autoria própria

De modo geral, pudemos constatar que os dados da pesquisa foram relevantes para estruturar as oficinas, com as discussões e resultados finais apresentados nos comentários dosicineiros participantes. Estes foram relevantes para constatar o aprendizado lúdico, contextualizado e adaptado para as diferentes áreas do conhecimento.

O estudo e a participação da professora/pesquisadora com a utilização de ferramentas, como dados contextualizados, podem ser comprovados de acordo com Bogdan (1994, p.41) “os locais têm de ser entendidos no contexto da história das instituições a que pertencem. Quando os dados em causa são produzidos por sujeitos, como no caso de registos oficiais, os investigadores querem saber como e em que circunstâncias é que eles foram elaborados”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos enfatizar na pesquisa a importância da observação científica nas atividades realizadas em nosso cotidiano. Muitas vezes, praticamos ações comuns e não paramos para pensar o porquê ocorrem tais fatos. Pelo histórico aqui delineado, podemos inferir que a mecanização da sociedade, em sua sanha modernizante do mundo transformou nosso cotidiano com inovações tecnológicas, tornando as atividades diárias mais práticas, adequando-as à velocidade do mundo contemporâneo.

Sobre a pesquisa intitulada “Praxinoscópio e Zootrópio: brinquedos óticos na relação Arte-Ciência”, pode-se atestar que ela trouxe uma proposta que expôs uma metodologia interdisciplinar (Arte e Física) com o intuito de enfatizar o ensino da Arte para despertar a criatividade e da Ciência/Física para explorar as atividades experimentais. A dissertação desenvolveu-se por meio de oficinas que vieram para aprimorar e comprovar que o ensino contextualizado e lúdico pode propiciar novos questionamentos levantados por alunos e professores.

Estas abordagens científicas aproximaram os conteúdos de Arte e Física, tendo como enfoque os aparelhos precursores da fotografia, Zootrópio e Praxinoscópio. Estes aparelhos óticos possibilitaram novas experiências aos participantes da pesquisa, com metodologias que instigaram o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar entre os conteúdos de Arte e Ciência, utilizando-se da movimentação da imagem.

Segundo Kossoy (2014) a invenção da máquina fotográfica “congelou a imagem” a partir de um clique e transformou a visão do artista. Similarmente, Agra (2016) refere-se aos novos movimentos artísticos que surgiram após esta invenção, libertando os artistas dos rigores das pinturas tradicionais. Além disso, a fotografia torna-se a cópia impressa das principais imagens que revelavam os fatos sociais através da reprodução fotográfica, produzida em papel. No entanto, este novo cenário foi herança de vários experimentos realizados com o estudo da luz-sombra que teve início com a câmera escura. Na sequência veio a lanterna mágica, o taumatópio, fenaquistoscópio, zootrópio e praxinoscópio, cada qual propiciando uma pluralidade de estudos que vieram a contribuir para a evolução científica e artística.

As considerações finais das oficinas “O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas” e “Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação”, apresentaram um resultado lúdico e didático apreciável para osicineiros, explorando uma abordagem interdisciplinar que abriu leques para diferentes metodologias fenomenológicas-qualitativas.

O resultado das oficinas trouxe, em seu bojo, discussões reflexivas sobre o trabalho científico em sala de aula, apontando a necessidade de explorar novos métodos para despertar o interesse do aluno, e, enfim, comprovar que o trabalho indisciplinar minimiza a complexidade encontrada nos conteúdos aplicados para os alunos em seus cotidianos escolares. O trabalho interdisciplinar e lúdico traz maior compreensão para os alunos, com um aprendizado de modo descontraído, desviando dos métodos tradicionais de ensino baseados em técnicas mnemônicas.

As oficinas proporcionaram instigar os participantes, enquanto professores em formação para quando os mesmos estiverem atuando, em sala de aula, eles diferenciem - se do professor que aplica o ensino tradicional, saiam do trivial e possam ser pesquisadores e que possam trazer novos meios de realizar a transposição didática. Dessa forma, o professor/pesquisador pode adaptar suas práticas pedagógicas, contextualizar e estreitar a relação entre o ensino, o aprendizado e o real valor da educação, da ciência, da cultura e da arte.

- AAVINDRAA. **Pintura neo-impressionista - Georges Seurat. Parade de Cirque (1887-88)**. 2012. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/36/Georges_Seurat_066.jpg/1200px-Georges_Seurat_066.jpg>. Acesso em 5 jan. 2017.
- AGRA, Suelaine Lima Lucena. **A imagem a seguir: um estudo sobre fotografias**. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) - Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais. Universidade Federal de Pernambuco, João Pessoa, 2016. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/handle/tede/8391>> Acesso em 5 fev. 2017.
- ANIMAÇÃO S.A. **O espetáculo “Fantasmagorie” de Etienne Gaspard Robert**. 2015. Disponível em: <http://animacaosa.blogspot.com.br/2015/03/historia-do-cinema-de-animacao-os_15.html> Acesso em 20 abr. 2017.
- ARELLANO, Nelson. **Câmara da Daguerreotipo. Susse Frère Daguerreotype câmera**, 2010. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Susse_Fr%C3%A9re_Daguerreotype_camera_1839.jpg> Acesso em 1 maio 2017.
- ARNHEIM, Rudolf. **Art and visual perception: a psychology of the creative eye**. University of California Press, 1956.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORGES, Maria Elisa Linhares. **História & fotografia... reflexões**. Belo Horizonte: Autentica, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999
- _____. _____. _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências nas séries iniciais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRIGGS, Asa; BURKE, Peter. **Uma história social da mídia: de Gutenberg à internet**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.
- BURNS, Paul. **The history of the discovery of cinematography**. 2010. Disponível em: <<http://precinemahistory.net/author.htm>> Acesso em: 10/02/2017.
- CATTO, Simone. **O Balcão, (1868-9)**. 2014. Peneira Cultural. Disponível em: <http://peneira-cultural.blogspot.com.br/2014_02_01_archive.html> Acesso em 16 set. 2016.
- CLODE, João José P. Edward. História da fotografia e da sua aplicação à medicina. **Cadernos de Otorrinolaringologia**, p. 1-23, 2010. Disponível em: <<http://www.cadernosorl.com/artigos/13/2.pdf>>. Acesso em 25 mar. 2017.

- CORREIA, Camille. **Primeiros aparelhos de captação da imagem: praxinoscópio**. 2009. Disponível em: <<http://proferutecontabilidade2009.pbworks.com/f/1247436865/praxinoscopio.jpg>> Acesso em 12 out. 2016.
- CORTEZ VILAR, Mateus Martins et al. Increased prevalence of myopia in a ophthalmologic hospital in Goiânia-Goiás. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 75, n. 5, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbof/v75n5/en_0034-7280-rbof-75-05-0356.pdf. > Acesso em 10 ago. 2017.
- CRARY, Jonathan. **Suspensions of perception: Attention, spectacle, and modern culture**. Mit Press, Unbinding Vision, 1879, 2001. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=U0SUP5b1jUMC&sitesec=buy&hl=pt-BR&source=gbs_vpt_read > Acesso em 03 jan. 2017.
- CURIOUS-EYE. **A brief history of photography “Olhos curiosos”**. Eastman Kodak, Câmera 1888, Yon Ankersmit, 2009. Disponível em: <http://www.curious-eye.com/photography_pg9.php > Acesso em 10 abril 2017.
- DCOETZEE. Scanned Works. **Beatrice Cenci (1866) por Julia Margaret Cameron**. 2010. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Study_of_Beatrice_Cenci,_by_Julia_Margaret_Cameron.jpg. > Acesso 25 março 2017.
- DEMO, Pedro. A educação científica. **Técnico Senac**, v. 36, n.1, jan./abr. 2010. Disponível em: <www.senac.br/bts/361/artigo2.pdf >. Acesso em: 2 jan. 2017.
- _____. **Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 2010.
- _____. **Educação & conhecimento: relação necessária, insuficiente e controversa**. Petrópolis: Vozes, 2001.
- ELOQUENCE. **Prima ballerina by Degas, (1878)**, 2005. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edgar_Germain_Hilaire_Degas_018.jpg > Acesso em 30 março 2017.
- EUZÉBIO, Maria. **Animação Fenaquistoscópio**, 2012. Disponível em: <<https://mariaeusebio12av1.wordpress.com/historia/brinquedos-opticos/fenaquistoscopia/>>. Acesso em 12 out. 2016.
- FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: qual o sentido?** São Paulo: Paulus, 2003.
- _____. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- FERREUX Pauline & BAUDOIN Sylvain. **Histórico. A invenção do praxinoscópio**. 2002. Disponível em: <<http://praxinoscope.free.fr/historiqueB.html> > Acesso em 05 maio 2017.
- _____. _____. **Mecanismo. Esquematização de um praxinoscópio**. 2002. Disponível em: <<http://praxinoscope.free.fr/mecaniqueA.html> > Acesso em 05 maio 2017.
- _____. _____. **Physique 1re s, collection durandea, hachette education**. Revues Sciences et Vie Junior. 2002. Disponível em: <<http://praxinoscope.free.fr/mecaniqueA.html> > Acesso em 5 jan. 2017.
- FOGLIANO, Fernando. **A experiência estética: consciência, linguagem e narrativa**. Instituto de Arte da Universidade de Brasília Programa de Pós-Graduação em Arte. Edição 1, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<https://www.medialab.ufg.br/art/wp-content/uploads> > Acesso em 10 abr. 2017.
- FOTOCINÉTICA. **Sequência de um cavalo galopando, por Muybridge**, 2012. Disponível em: <<http://fotografiacinetica.blogspot.com.br/2012/08/1880.html>. > Acesso em 12 de out. 2016.

GOMBRICH, Ernst Hans. **A história da arte**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KÖPKE, Henrique. **Cinematógrafo, a chegada do Expresso de Paris**. Kinodinâmico: potencializando o olhar, 2012. Disponível em: <<https://kinodinamico.wordpress.com/tag/cinematografo/>>. Acesso em 01 abril 2017.

KOSSOY, Boris. **Fotografia & história**. 5. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2014.

KOUTSOUKOS, Sandra Sofia Machado. O aprendizado da técnica fotográfica por meio dos periódicos e manuais—segunda metade do século XIX. **Revista de História e Estudos Culturais**, v. 5, 2008.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

LABURU, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/07.pdf>> Acesso em: 4 jan. 2017.

LUCENA JR.; Alberto B. **Arte da animação: técnica e estética através da história**. São Paulo: SENAC, 2005.

MACHADO, Arlindo. A emergência do observador. **Galáxia**, n. 3, p. 227-234, 2002. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/scholar>> Acesso em 3 jan. 2017.

MAGALHÃES, Marcos. **Técnicas de animação para professores e alunos**. Rio de Janeiro: Ideia, 2015.

MANSKE, Magnus. **August Fuhrmann-Kaiserpanorama 1880**, 2010. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/August_Fuhrmann-Kaiserpanorama_1880.jpg>. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:August_Fuhrmann-Kaiserpanorama_1880.jpg> Acesso em 18 out. 2016.

MASCARELLO, Fernando. **kinetoscope. História do cinema mundial**, 2016. Disponível em <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinetoscope.jpg>>. Acesso em 1 abr. 2017.

MENDONZA, Alonso. **A Ronda Noturna, Rijksmuseum, Amsterdã (1640 – 42)**, 2016. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29589481>>. Acesso em 25 março 2017.

MICHAELIS. **Dicionário brasileiro da língua portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 2008.

MOULIN, Eduardo. **Olho humano: manifestações oculares de doenças sistêmicas**. 2017. Disponível em: <<http://eduardomoulin.com.br/as-doencas-sistemicas-e-os-olhos/>> Acesso em 10 maio 2017.

NOGUEIRA, Isis. **Educação, tecnologia, negócios e história da fotografia: pioneiros e suas contribuições**. 2010. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/isisnogueira/historia-da-fotografia-pioneiros-e-suas-contribuies-6120353>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

NOGUEIRA, Luís. **Histórias do cinema**. Manuais de cinema V. Lab. Com Books 2014. Disponível em: http://www.labcom-ifp.ubi.pt/ficheiros/20150629-2014_manuais_cinema_v.pdf. Acesso em 15 mar. 2017.

NOGUEIRA, Sérgio. **Lanterna mágica**. Imagem-a-imagem. Apoio didático para a imagem em movimento na escola, 2008. Disponível em: <<http://imagem-a-imagem.blogspot.com.br/2008/02/historia-lanterna-mgica.html>> Acesso em 6 nov. 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação**

Básica Ciências. Curitiba, 2008.

_____. _____. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica Arte.** Curitiba, 2008.

PERELMAN, Yakov. **Asi corren las gotas de tinta por el cartón giratório.** Física Recreativa. 1936. Disponível em: <<http://187.216.127.158:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASH012f.dir/22120010.pdf>> Acesso em 28 nov. 2016.

_____. **Física recreativa:** livro 2. Editorial, Mir Moscu, 1936.

_____. Um dedo posicionado a pouca distância do rosto. In: _____. **Física Recreativa,** livro 2. Editorial, Mir Moscu, 1936. Disponível em: <<http://187.216.127.158:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASH012f.dir/22120010.pdf>> Acesso em 28 nov. 2016.

QUIBIK. **Impression, Sunrise, Claude Monet (1872).** Wikimédia. 2012. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Claude_Monet,_Impression,_soleil_levant.jpg> Acesso em 30 mar 2017.

SANTAELLA, Lucia. **A relevância da arte-ciência na contemporaneidade.** Brasília, p. 103, 2012. Disponível em: <<https://www.medialab.ufg.br/art/wp-content/uploads>> Acesso em: 1 mar. 2017.

SERÉ, M. G. O papel da experimentação no ensino da Física. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física,** v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SOUZA, Ramon. **Fuzil fotográfico de Étienne-Jules Marey.** Fusil Photographique: conheça a precursora das filmadoras portáteis. 2013. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/historia/39130-fusil-photographique-conheca-a-precursora-das-filmadoras-portateis.htm>> Acesso em 10 maio 2017.

SUSSEX PHOTOHISTORY. **Um retrato antigo por daguerreotipo em estúdio. An Early Daguerreotype Portrait Studio (1842),** 2015. Disponível em: <<http://www.photohistory-sussex.co.uk/studio41b.jpg>> Acesso em 20 março 2017.

_____. **The Daguerreotype Process. Fixing the image with hyposulphate of soda.** 2015. Disponível em: <<http://www.photohistory-sussex.co.uk/dag6fix.jpg>> Acesso em 20 março 2017.

TAUMATROPO. **História do pré-cinema.** Brinquedos ópticos. Desenho Industrial (UFES/2009). Disponível em: <<https://precinema.wordpress.com/2009/10/28/brinquedos-opticos>>. Acesso em 12 out. 2106.

TROTA, Raphael. **Visão:** como funciona e por que enxergamos. 2014. Disponível em: <<http://www.ofthalmologistabh.com.br/visao-como-funciona-e-por-que-enxergamos/>> Acesso em 15 jul. 2017.

TURKEY, Curly. **Uma foto de um pelicano voando tomado por Étienne-Jules Marey, 1882,** 2014. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Marey_-_birds.jpg>. Acesso em 02 mar. 2017.

VIATOUR, Luc. **Da Vinci Vitruve - Homem Vitruviano,** 2010. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Da_Vinci_Vitruve_Luc_Viatour.jpg> Acesso em 5 maio 2017.

ZAMBONI, Silvio. **A pesquisa em arte:** um paralelo entre arte e ciência. 3. ed. São Paulo: Autores Associados, 2001.

ZOETRÓPIO, W. E. Lincoln. **Toy.** 1867. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US64117.pdf>> Acesso em 5 maio 2017.

REFERÊNCIAS WEBGRÁFICAS

A BRIEF HISTORY OF PHOTOGRAPHY “Olhos curiosos”. Eastman Kodak, Câmera 1888 Yon Ankersmit, 2008. Disponível em: <http://www.curious-eye.com/photography_pg9.php > Acesso em 10 abril 2017.

ANATOMIA óptica da percepção. Crary, Jonathan. Suspensions of perception: Attention, spectacle, and modern culture. Mit Press, p.154. 2001. Disponível em:< https://books.google.com.br/books?id=U0SUP5b1jUMC&sitesec=buy&hl=pt-BR&source=gbs_vpt_read > Acesso em 03 jan. 2017

ANIMAL Locomotion; An Electron-Photographic: Investigation Of Consecutive Phases as Animal Movement” in 1886-1887. The History of the Discovery of Cinematography. Precinemahistory.net (1880). Disponível em: < <http://precinemahistory.net/author.htm> > Acesso 10 fev. 2017.

ASI corren las gotas de tinta por el cartón giratório - Assim, corre as gotículas de tinta pelo papelão rotativa. **Física Recreativa**. Yakov Perelman, (1936, p. 70). Disponível em: <<http://187.216.127.158:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASH012f.dir/22120010.pdf> > Acesso em 28 nov. 2016.

FUZIL fotográfico de Étienne-Jules Marey. Fusil Photographique: conheça a precursora das filmadoras portáteis, 2013. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/historia/39130-fusil-photographique-conheca-a-precursora-das-filmadoras-portateis.htm> > Acesso em 10 maio 2017.

HISTÓRICO. B) A invenção do praxinoscópio. Les Frères Lumière et le cinéma, de J. Foiret et Ph. Brochard, Nathan, 1993 Physique 1^{re} S, collection Durandea, Hachette Éducation, 2002 Revues Sciences et Vie Junior. Pauline Ferreux et Sylvain Baudoin présentent. Pauline Ferreux et Sylvain Baudoin présentent. Disponível em: <<http://praxinoscope.free.fr/historiqueB.html> > Acesso em 05 jan. 2017.

LANTERNA MÁGICA. Imagem-a-imagem. Apoio didático para a imagem em movimento na escola (02/2008). Disponível em: <<http://imagem-a-imagem.blogspot.com.br/2008/02/histria-lanterna-mgica.html>> Acesso em 06 nov. 2016.

MECANISMO. A) Esquematização de um praxinoscópio. Les Frères Lumière et le cinéma, de J. Foiret et Ph. Brochard, Nathan, 1993 Physique 1^{re} S, collection Durandea, Hachette Éducation, 2002 Revues Sciences et Vie Junior. Pauline Ferreux et Sylvain Baudoin présentent. Disponível em: <<http://praxinoscope.free.fr/mecaniqueA.html> > Acesso em 05 jan. 2017.

O BALCÃO, (1868-9). Musée d’Orsay, Paris. Édouard Manet – Fonte. Peneira Cultural, (2014). Disponível em: <http://peneira-cultural.blogspot.com.br/2014_02_01_archive.html > Acesso em 16 set. 2016.

OLHO HUMANO. Manifestações Oculares de Doenças Sistêmicas. Dr. Eduardo Moulin. Disponível em: <<http://eduardomoulin.com.br/as-doencas-sistemicas-e-os-olhos/> > Acesso em 10 maio 2017.

PLANE and cross-section of and Kaiserpanorama, of the Furhmann’s form for a British patent, Unbinding Vision, 1879. Suspensions of perception: Attention, spectacle, and modern culture. Mit Press, p.137, 2001 Praxinoscópio. Ilusões Pré Cinema. Fonte: Ecco, 2011. Filmes. Disponível em: < <http://eccofilmes.tumblr.com/post/4152642924/ilus%C3%B5es-pr%C3%A9-cinema> > Acesso em 12 de out. 2016.

PINA, Gabriel Saccol. Animação: Apontamentos sobre História, Técnica e Estética. Centro Universitário Franciscano. Sta Maria, RG (2015). Disponível em: <<https://lapecpp.files.wordpress.com/2011/05/tfg-ii> > Acesso em 12 de out. 2016.

PRINCIPAIS momentos históricos do desenvolvimento da fotografia. SlideShare. Isis Nogueira, Educação, Tecnologia, Negócios. Publicada em 11/12/2010. Montagem da imagem realizada pela autora. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/isisnogueira/histria-da-fotografia-pioneiros-e-suas-contribues-6120353> > Acesso em: 19 março 2017.

TAUMATROCÓPIO. História do Pré - Cinema. Brinquedos ópticos. Desenho Industrial (UFES 2009/2. Disponível em: <<https://precinema.wordpress.com/2009/10/28/brinquedos-opticos/>> Acesso em 12 de out. 2106.

THE DAGUERREOTYPE PROCESS. Fixing the image with hyposulphate of soda. O processo do daguerreotipo. Fixando a imagem com hiposulfato de soda. Sussex Photohistory Website: Established August 2005. Disponível em: <. <http://www.photohistory-sussex.co.uk/dagprocess.htm> > Acesso em 20 março 2017.

UM DEDO POSICIONADO a pouca distância do rosto, segundo o percebem o olho esquerdo e o direito, respectivamente. PERELMAN, Yakov, Física Recreativa, p. 202, 1936.

UM RETRATO ANTIGO por daguerreotipo em estúdio (1842). An Early Daguerreotype Portrait Studio (1842). Disponível em: <. <http://www.photohistory-sussex.co.uk/dagprocess.htm> > Acesso em 20 março 2017.

SOBRE OS AUTORES

MARISOL LUCIANE MIARA - Curso de Licenciatura em Artes Visuais – UEPG/Universidade Estadual de Ponta Grossa (2009/2012). Mestrado Universidade Federal Tecnológico do Paraná- UTFPR/PPGECT. Professora de Arte - Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino de Jovens e Adultos em Colégios Estadual/PR e Ensino Privado (2010/2020). Especialização em Neuropsicopedagogia Educação Especial Inclusiva/CENSUPEG. Especialização em Educação Básica, Infância e Ludicidade/Gênio Apoio Educacional. Orientadora de Estudos na Formação e Capacitação de Docentes do Ensino Médio - Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio/MEC. Comentarista do Programa G1 PARANÁ/VESTIBULAR UEPG, questões de Arte. Aulas em Cursos Preparatórios para Processo Seletivo Seriado – (PSS I, II, III) e Cursos para Vestibulares.

MARCOS CESAR DANHONI NEVES - Professor Titular da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Atua nos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (UTFPR-PG) e de Educação para a Ciência e a Matemática-UEM. Graduado em Física, Mestre em Física e Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Realizou estágio de pós-doutoramento no Departamento de Física da Università degli Studi di Roma La Sapienza, Itália. Tem experiência na área de Educação e Divulgação Científica, Alfabetização Científica, Linguagem Verbo-Visual aplicada à Divulgação da Ciência, História, com ênfase em História e Epistemologia da Ciência.

JOSIE AGATHA PARRILHA DA SILVA - Doutora em Educação para Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá. Pós-Doutorado em Educação para a Ciência - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP de Bauru. Mestre em Educação pela Universidade Estadual de Maringá. Especialização em Educação Pública - UEM e Especialização em Docência no Ensino Superior. Licenciatura em Pedagogia e Licenciatura em Artes Visuais. Atuação Profissional: docente do Departamento de Artes, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG.

 **Atena**
Editora

2 0 2 0