



Praxinoscópio e zootrópio: brinquedos ópticos na relação arte-ciência

Marisol Luciane Miara, Mestre pela Universidade Tecnológica de Ponta Grossa (PPGECT), marisolmiara@hotmail.com

Marcos Cesar Danhoni Neves, Doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil, Coordenador do PCM-UEM do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, macedane@yahoo.com

Resumo: O artigo refere-se ao resultado de uma pesquisa envolvendo o uso de um praxinoscópio e zootrópio como objetos lúdicos na investigação da Óptica como tema potencial para a aproximação entre Arte – Ciência”. Para tanto foi fundamental estudar o princípio da percepção visual e da ilusão óptica, 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.

Palavras-chaves: Arte e Ciência. Praxinoscópio. Zootrópio. Ilusão de óptica. Fotografia. Ensino.

Praxinoscope and zootrope: Opticl toys in the art-science relationship

Abstract: The paper refers to the result of a research involving the use of a praxinoscope and zootrope as playful objects in the investigation of Optics as a potential theme for the approximation between Art and Science. In order to do so, it was fundamental to study the principle of visual perception and optical illusion, 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. In the foundation of the research were highlighted some theorists, who approached physical phenomena present in everyday life.

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

Submission: 2018-05-16/ approval: 2019-08-28

Introdução

O artigo apresenta o desenvolvimento da pesquisa “Praxinoscópio e Zootrópio: brinquedos óticos na relação Arte-Ciência”, por meio do desenvolvimento histórico dos aparelhos óticos que antecederam a máquina fotográfica e causaram impacto profundo para a arte pictórica do século XIX. Como forma de despertar o interesse dos alunos, a pesquisa trabalhou com a construção dos dois aparelhos óticos citados, demonstrando questões que iam da ilusão de movimento a partir da *kinesis* de imagens estáticas repetitivas (frame by frame), e do uso da reflexão especular cônica para criar a dinamicidade daquilo que seria chamado futuramente de *cinema*.

A questão que se levantou primeiramente foi: “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 (com o uso de celulares, softwares e os vários aplicativos)?”. Assim, tornou-se um desafio de pesquisa evidenciar a construção do conhecimento científico por meio de atividades interdisciplinares envolvendo professores e alunos.

A metodologia empregada desenvolveu-se por meio de um Projeto de Extensão, intitulado “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”. As atividades desenvolveram propostas pedagógicas sustentadas num trabalho lúdico e teórico-prático. Proporcionou diferentes meios de aprendizagem através de prática artísticas e da utilização de desenhos sequenciais para formação das animações (zootrópio e praxinoscópio). Estes aparelhos, segundo Yacov Perelman (1936), podem ser contextualizados com o cotidiano dos alunos por intermédio de simples atividades lúdicas. A pesquisa somou-se aos trabalhos de Rudolf Arnheim (1956), que buscou a compreensão da percepção visual a partir da movimentação da imagem, assim como fez Gombrich (2008). Outros, teóricos como Briggs e Burgue (2006) e Lucena Junior (2005), foram utilizados para compreensão tanto da *kinesis* da imagem assim como de sua historicidade.

Esta ação trouxe novas formas de aprendizagem, com abordagens lúdicas que desafiaram os alunos a desenvolver interpretações e reflexões com o auxílio das práticas pedagógicas. Segundo Fazenda (2008, p. 13), “um olhar interdisciplinarmente atento recupera a magia das práticas, a essência de seus movimentos, mas, sobretudo, induz-nos a

Miara & Neves. Ensino & Pesquisa, v. 17, n.1. (2019), 195-216.

outras superações, ou mesmo reformulações”. Sendo assim, a pesquisa apontou como tema a aproximação da Arte e Física, por meio da história da máquina fotográfica, e do processo que se revelou através dos desdobramentos que os aparelhos ópticos oportunizaram tanto para o entretenimento quanto para a popularização de recursos óticos seja na arte seja na ciência, por meio de efeitos como a perspectiva, a persistência da imagem na retina e a ilusão de movimento.

Os dados foram analisados a partir de sua origem qualitativa-descritiva, tendo como fonte direta as informações do ambiente natural (um curso envolvendo os sujeitos da pesquisa), 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 ensino interdisciplinar em confluência entre teoria e prática educacional

A interdisciplinaridade contribuiu para a construção do conhecimento do aluno, ou seja, sua capacidade para habilitar o mesmo a tornar-se autor de 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 inumeráveis informações que nos agridem cotidianamente, só pode acontecer na superação das barreiras existentes entre as disciplinas”.

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, Demo (2010) enfatiza que a motivação pelo ensino contextualizado e científico expressa a necessidade para que os alunos aprendam efetivamente na escola. Poderão, assim, 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,

Miara & Neves. Ensino & Pesquisa, v. 17, n.1. (2019), 195-216.

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.

Segundo as Diretrizes Curriculares Estaduais, 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 disciplinas escolares não são herméticas, fechadas em si, mas, a partir de suas especialidades, chamam umas às outras e, em conjunto” (PARANÁ, 2008a, p.29).

Por ser a escola o lugar onde se dá a aprendizagem, a construção e a 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).

Aproximação histórica entre arte e ciência

A arte, segundo Lucena Junior (2005), teve seu início nos povos anteriores à escrita 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. Os povos daquela época acreditavam, provavelmente, 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), deixou relatos que assemelham-se a uma herança da arte na antiguidade até a arte contemporânea. Os fatos, interpretados à luz da História, contam que a arte foi conduzida por muito tempo como rituais religiosos e teve

Miara & Neves. Ensino & Pesquisa, v. 17, n.1. (2019), 195-216.

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 mais diferentes áreas: música, arquitetura, literatura, pintura e escultura.

A expansão da arte trouxe inovações artísticas com um novo estilo de pinturas produzidas pelos artistas modernistas apresentando 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).

Tais 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 fez com ele deixasse de ser somente artista, fazendo dele também um pesquisador da natureza.

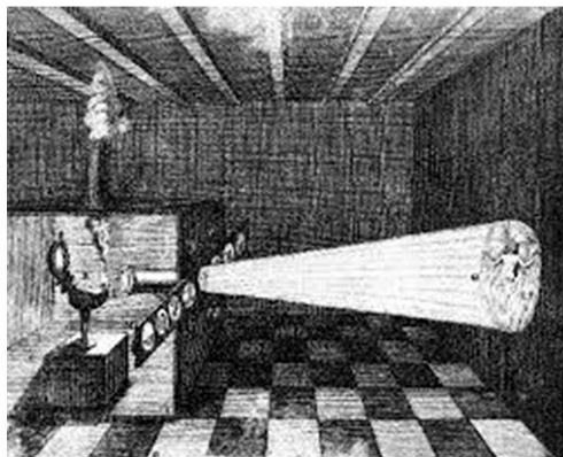
Narrativa histórica da máquina fotográfica

A máquina fotográfica surge como resultado de vários experimentos científicos, conhecimento técnico e artístico. Esses experimentos foram denominados de brinquedos/aparelhos ópticos, precursores da máquina fotográfica. 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 Briggs e Burke (2006, p. 47) são “as verdadeiras “imagens em movimento” do início do período moderno eram as próprias procissões”. Estas credices 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 sensação na sociedade.

A sensação tinha o uso da luz como fator 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, a *Lanterna Mágica* (Figura 1), em 1645, inventado por Athanasius

Kircher (1602-1680). Uma das funções desse aparelho óptico era transmitir sentimentos de medo e incitar o mistério.

Figura 1 - Lanterna mágica



Fonte: Nogueira (2008)

Lucena Junior (2005) relata 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 2), de 1831. A produção das cenas nutria-se do uso do som, luz, movimento, fumaça, slides, vidros, gases embebidas 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 2 - O espetáculo “Fantasmagorie” de Etienne Gaspard Robert



Fonte: Animação S.A. (2015)

Esses experimentos científicos acompanham as transformações sociais e culturais suas inovações resultaram no desenvolvimento da imagem e animação que mais tarde viria repercutir no início do cinema (BRIGGS e BURKE, 2006).

Da sucessão de novas invenções surge o daguerreotipo (Figura 3). Este invento advém da pesquisa de Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851), o inventor da reprodução de imagens rápidas. Para fazer a revelação das imagens 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 diretamente para o positivo. Essa invenção auxiliou no processo de evolução da fotografia, através da ciência e da arte, com o uso de aparelhos ópticos para a formação de espetáculos para o público interessado (LUCENA JUNIOR, 2005).

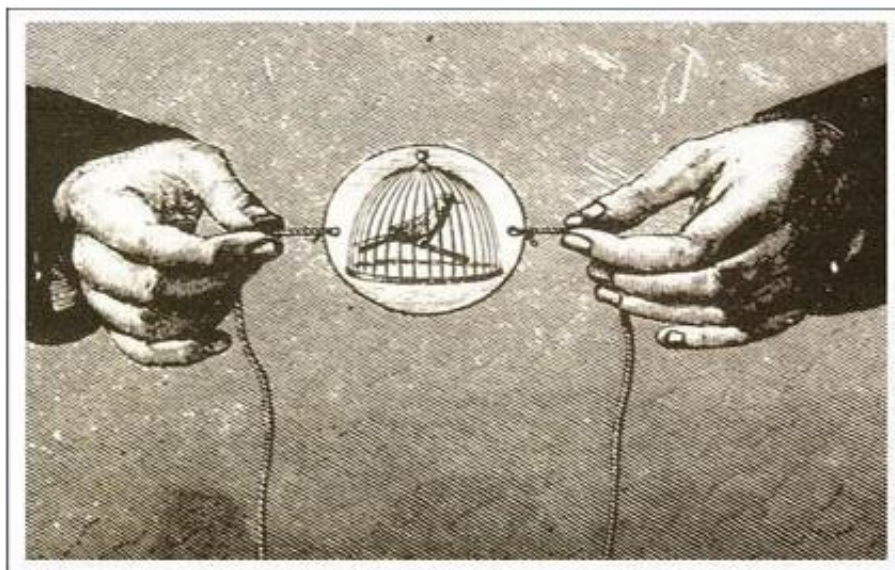
Figura 3 - Câmara daguerreotipo



Fonte: Arellano (2010)

Na sequência das invenções dos aparelhos ópticos, surge o Taumatrópio (Figura 4) que, em grego, significa “Movimento”, inventado por John Ayton Paris (1785-1856). O taumatrópio tornou-se, ao longo do século XIX, o 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 (LUCENA JUNIOR, 2005).

Figura 4 - Taumatrópio. Cinema. Brinquedos Ópticos



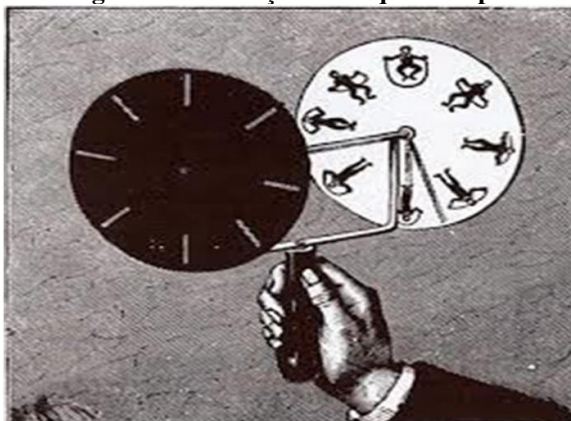
Fonte: História do Pré-Cinema (UFES/2009)

A repetição de imagens realizada no taumatrópio, segundo Burns (2010), atribui funcionalidade à animação, ou seja, na movimentação simples feita em papel de forma circular (consistindo 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), a giração dava a impressão de animação, baseado na persistência da imagem no cérebro.

Outro brinquedo óptico muito similar à linhagem dos dispositivos ópticos, denominado de *fenaquistocópio* (Figura 5), surgiu entre os anos 1828 e 1832, fruto da invenção de Joseph Plateau¹ (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).

¹ Joseph Plateau (1801-1883), matemático e fisiologista belga, formulou a teoria da persistência retiniana, após várias experiências empíricas. 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).

Figura 5 - Animação. Fenaquistoscópio

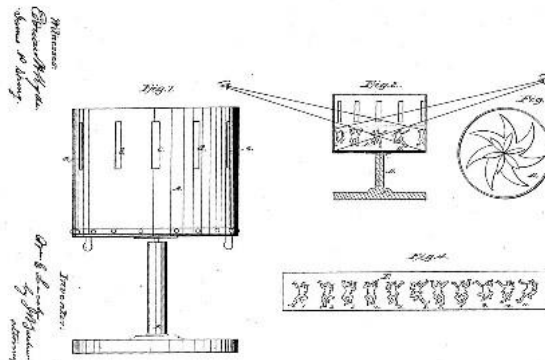


Fonte: Euzébio (2012)

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).

Em 1834, William Georg Horner cria o *zootrópio* ou “roda da vida” (Figura 6). De acordo com Nogueira (2014), era um aparelho óptico que logo popularizou-se na Europa. Era composto por um tambor circular com pequenas janelas recortadas e mostravam a movimentação da imagem (desenhos *frame-by-frame*) através de pequenas frestas. Esta movimentação se dava pela persistência visual ou persistência da visão, enganando a retina e criando a ilusão da animação a partir da sequência de figuras estáticas animadas de velocidade e sequências de imagens intercaladas pela escuridão (frestas e obstáculos).

Figura 6 - Zootrópio



Fonte: W.E. Lincoln (1867)

Arnheim (1956) explica que a persistência ou 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.

Após rever como as animações eram 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, entre eles a máquina fotográfica e o projetor de cinema. A maioria destes aparelhos/instrumentos utilizava-se de 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-se no último experimento antecessor à 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 por um conjunto de espelhos instalados no centro do cilindro (MAGALHÃES, 2015).

Lucena Junior (2005) apresenta a imagem do praxinoscópio (Figura 8) e a sequência de figuras que posteriormente fizeram parte da história e da trajetória entre a fotografia e o cinema. A contínua invenção de novos aparelhos ópticos acabaram por corroborar a ideia de Plateau sobre o que ocorre nos olhos com a percepção visual.

O praxinoscópio (Figura 7) utilizava-se de espelhos que eram fixados diretamente na circunferência do aparelho, resultando na perfeita sincronização entre imagens, espelhos e desenhos, transformando-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).

Figura 7 - Praxinoscópio



Fonte: Correia (2009)

A máquina fotográfica tornou-se uma novidade mecanizada que veio dos resultados anteriores de pesquisas e experiências químicas, e tinham o objetivo de captar a imagem a partir de um “aperto de botão”. E foi em uma exposição na Filadélfia em 1876 que George Eastman apresentou para o mundo a invenção que mudaria o comportamento da sociedade: teve como lema “Aperte o botão, nós fazemos o resto” (BRIGGS; BURKE, 2006, p. 167).

O modelo inovou o mercado da fotografia, com a mecanização do disparo fotográfico para até 20 posições por segundo. O novo modelo Kodak (Figura 8), formou um sistema que segurava o obturador da máquina com o auxílio de uma película protetora com a função de reduzir o tempo e ajustá-lo o suficientemente para receber a exposição necessária de luz e controlar a velocidade do obturador (LUCENA JUNIOR, 2005).

Figura 8 – “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 considerável e repercutiu no comportamento da sociedade do século XIX (LUCENA JUNIOR, 2005).

Esse avanço tecnológico, segundo Kossoy (2014, p. 31), fez com 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 atreladas à produção de imagens resultaram numa revolução documental que trouxe meios mais rápidos de transmitir as informações, com registros históricos em forma de imagens.

Produzindo os aparelhos ópticos: zootrópio e praxinoscópio

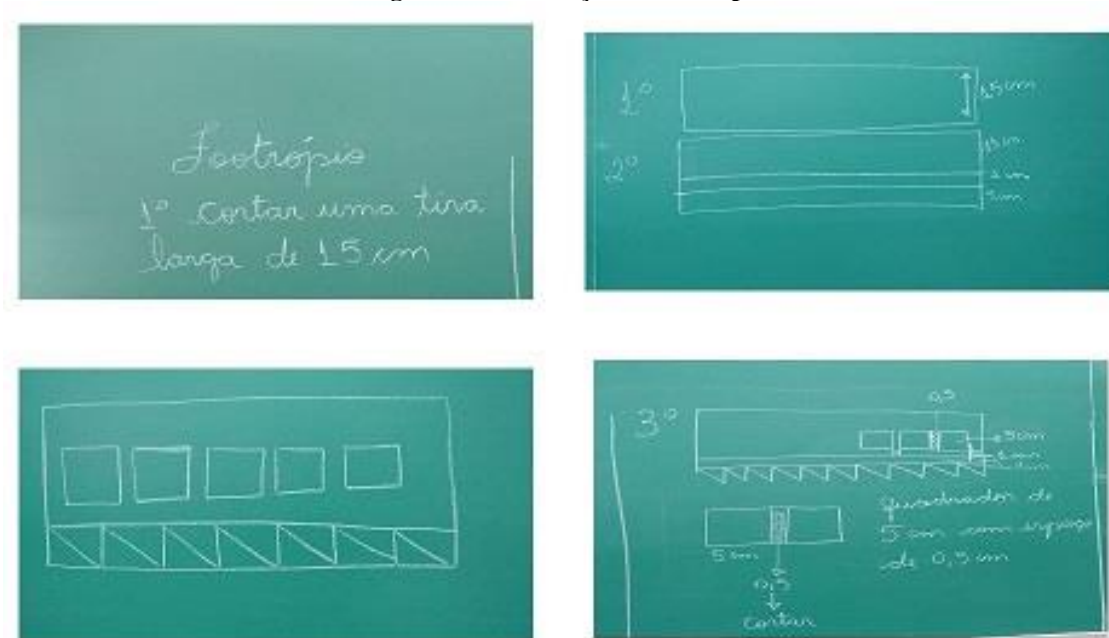
Para o contexto do presente trabalho, as oficinas surgiram como uma proposta interdisciplinar entre as áreas de Arte e Física, pois encontramos, até mesmo nas simples atividades do nosso cotidiano, situações e ações que indexam um grande conhecimento científico e todo seu aporte histórico-epistemológico. Assim, a pesquisa procurou relacionar as disciplinas de Arte e Física para reproduzir os aparelhos ópticos, em forma de brinquedos, buscando despertar o interesse tanto de alunos como professores nos conteúdos que envolvem a Arte e Física com a percepção visual. As oficinas foram aplicadas por meio do Projeto de Extensão intitulado *Técnicas de Representação da Imagem: Do Renascimento à Fotografia*. O Projeto foi desenvolvido na Universidade, com alunos do *Curso de Licenciatura em Ciências Naturais*, de forma lúdica e objetiva, decorrendo daí o processo de construção dos aparelhos ópticos *zootrópio* e *praxinoscópio*, com o objetivo de elaborar a produção dos aparelhos ópticos e desenvolver por meio de atividade lúdica e interdisciplinar entre Arte e Física.

A primeira oficina “*O Zootrópio: uma arte vista entre frestas luminosas*”, refere-se à construção do instrumento óptico zootrópio. 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”. Os instrumentos ópticos formaram, pois, a apresentação do trabalho interdisciplinar, 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 foram utilizados como atividades experimentais, por proporcionar uma nova abordagem metodológica para o ensino/aprendizagem dos alunos.

As instruções práticas auxiliaram os oficinairos a produzirem o aparelho óptico zootrópio (Figura 9) e observar a movimentação das imagens entre os cortes realizados na tira de papel preto para formar as frestas luminosas, e produzir a animação com o aparelho óptico.

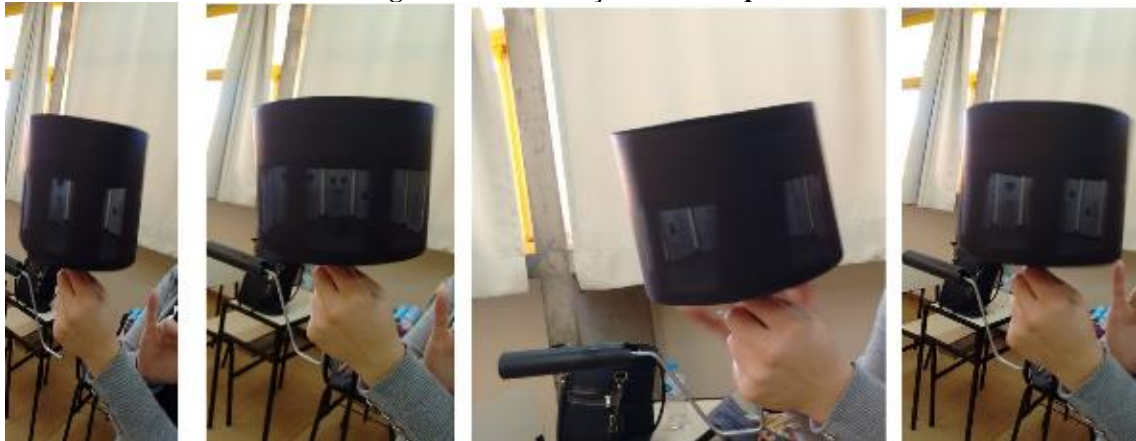
Figura 9 - Construção do zootrópio



Fonte: Autoria própria

Os participantes da pesquisa observaram que movimentação da imagem depende da frequência de giro aplicada no aparelho óptico zootrópio, ou seja, a imagem movimenta-se de acordo com a variação *frame by frame* sobre o aparelho giratório (Figura 10). A simplicidade da construção, torna a oficina numa prática artística e pedagógica bastante lúdica.

Figura 10 - Construção do zootrópio



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, variando a frequência de giro, poderia criar a ilusão da animação.

A segunda oficina “*Praxinoscópio: o reflexo fragmentado da animação*” dividiu-se 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 e a dinâmica do aparelho.

A observação foi a parte principal durante o desenvolvimento da oficina. Como salienta Fogliano (2012, p. 73): “a ideia do conhecimento consiliente deveria ir para além das ciências naturais. Esta perspectiva do conhecimento é uma demanda da contemporaneidade”.

O desenvolvimento da oficina do aparelho praxinoscópio iniciou-se com a observação sobre a mecanização, a movimentação e o reflexo das imagens, com o uso de espelhos para formar a animação a partir das imagens sequenciais. A imagem da construção do aparelho, faz uma menção mais detalhada sobre a formação do instrumento em si. 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 produziu um dispositivo de visualização e projeção sobre a percepção visual do disco giratório (Grary, 2002).

A visualização da imagem no aparelho óptico praxinoscópio (Figura 11), altera-se de acordo com a posição: “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).

Figura 11 - Praxinoscópio



Fonte: Autoria própria

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 12), para destacar a visualização da luz refletida sobre a base do aparelho óptico.

Figura 12 – Imagens em movimento no praxinoscópio.



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 (Figura 13), construindo a noção de frequência de giração e a compreensão da ilusão ótica provocada pelo sequência *frame-by-frame* (figura 13).

Figura 13 - Animação em praxinoscópio de forma piramidal



Fonte: Aatoria própria

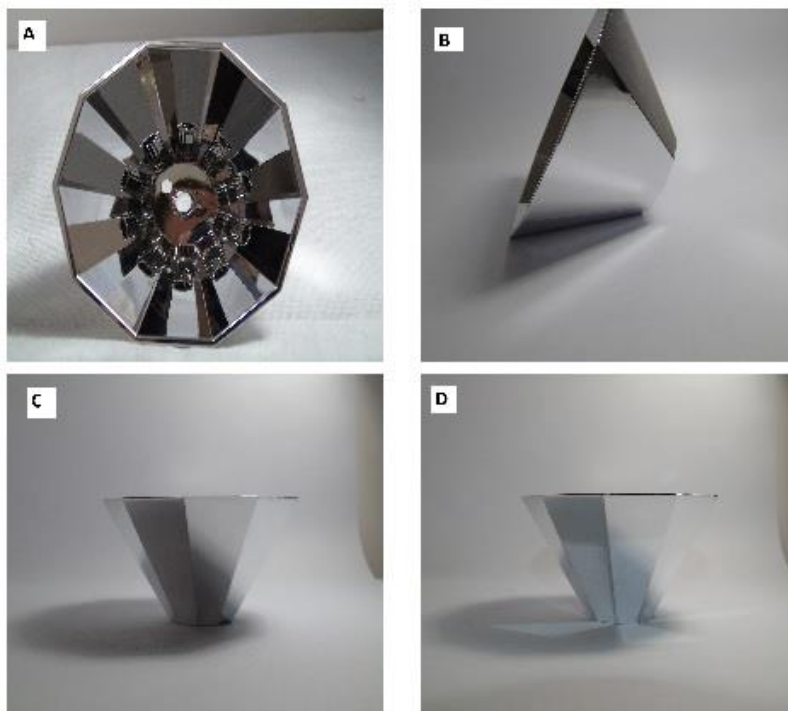
Este procedimento foi importante tanto para o pesquisador quanto para os alunos, uma vez que estas duas opções proporcionaram uma análise mais significativa. Assim, o segundo praxinoscópio (figura 13), desenvolveu de forma mais acertada as animações com imagens sequenciais. Ambos os aparelhos ópticos formaram um conjunto de interesse na construção do conhecimento sobre a movimentação da imagem e a percepção visual.

A mesma percepção visual foi exemplificada por Perelman (1936) que demonstrou, utilizando o exemplo do pião, como pode ser produzida a ilusão de animação ou estaticidade, 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.

Segundo a narrativa de Grary (2002), os estudos sobre formação da percepção visual incrementaram-se no século XIX especialmente com a união da fotografia com o movimento impressionista.

A relação entre o estudo da luz e sombra e o movimento foram partes integrantes deste último aparelho óptico (representadas na Figura 14). 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 mostra como a luz se reflete na divisão especular do aparelho óptico. A figura C demonstra 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 lâminas. Pode-se observar, pois, a importância da luz para o funcionamento do aparelho óptico, a geometria especular em forma piramidal e o espaçamento entre as divisões.

Figura 14 - Partes do aparelho óptico - Praxinoscópio em forma piramidal

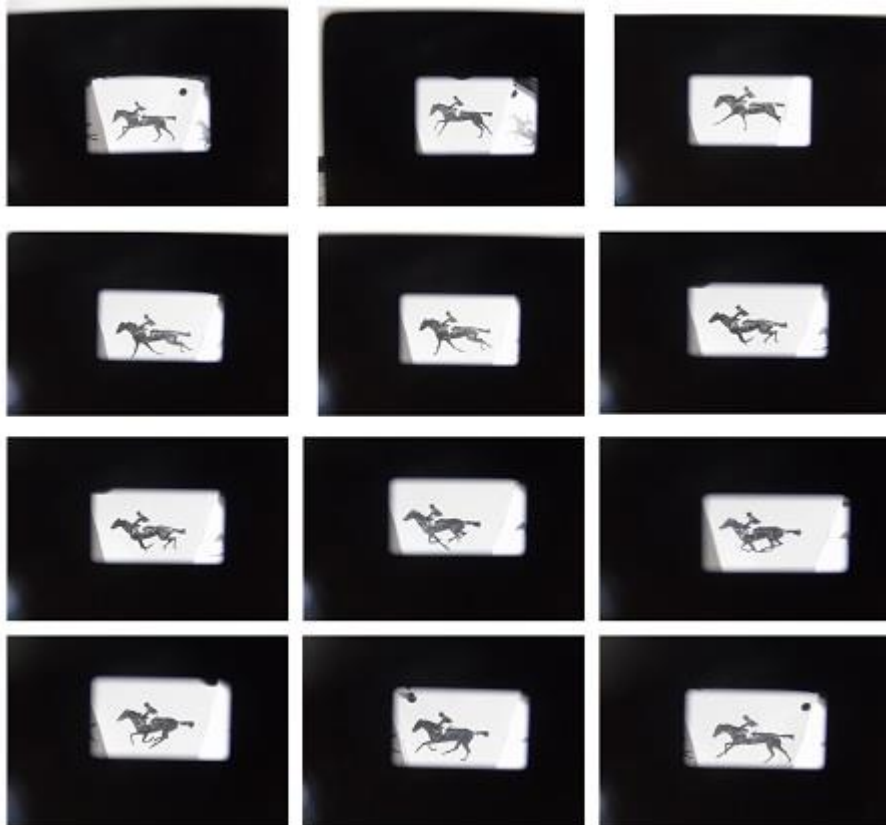


Fonte: Autoria própria

A oficina conduziu o olhar do pesquisador e dos alunos 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 pesquisa pôde ser comparada, pois, à experiência de Plateau, 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-se do 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 15).

Figura 15 - Animação com o aparelho praxinoscópio



Fonte: Autoria própria

A animação produzida com 12 imagens tornou-se similar às imagens realizadas nas invenções de Muybridge, porém, estas imagens, especificamente utilizaram de máquina fotográfica digital, com o intuito de instigar a curiosidade dos alunos a um aprendizado lúdico e criativo. Assim, a movimentação da imagem despertou o interesse dos participantes pois os desenhos sequenciais inseridos no disco giratório produziram movimentos que assemelhavam-se com os jogos utilizados por aparelhos eletrônicos que fascinam e despertam, hoje, o interesse das pessoas de todas as idades. A experiência *Miara & Neves. Ensino & Pesquisa, v. 17, n.1. (2019), 195-216.*

trouxe novas possibilidades tecnológicas para desenvolver a animação (desenhos sequenciais) a partir da percepção visual.

Compreendendo a animação das imagem nos brinquedos ópticos

Considerando-se que as oficinas, tiveram o propósito em expor, por meio da construção de instrumentos ópticos, a importância da interdisciplinaridade, pois partiram do princípio de que as animações de imagens estáticas, exploramos os conhecimentos advindos da relação entre Arte e Física.

A construção dos aparelhos zootrópio e o praxinoscópio, comprovaram os princípios ópticos básicos da Física, como a mecânica do movimento, o fenômeno da persistência da visão na retina e a importância da imagem no ensino de Arte com a utilização da luz, para demonstrar a funcionalidade dos aparelhos ópticos, mesmo apresentando-se em suas mais variadas formas.

Podemos concluir que a construção dos aparelhos ópticos zootrópio e praxinoscópio e a atividade lúdica derivada nas atividades das duas oficinas descritas auxiliou na compreensão do fenômeno da percepção visual através dos raios luminosos (luz) e sua ação do cérebro (interpretação), a partir da formação de uma figura ou forma em sua *kinesi*, como explica Arnheim (1956).

Os registros tomados nas atividades desenvolvidas nas oficinas, tanto em seus aspectos teóricos como práticos, abordaram as questões sobre a importância da imagem enquanto forma de comunicação. Briggs; Burgue (2006), consideram a fotografia como uma grande transformação na mídia. Mas, esta transformação não ocorreu sozinha, ela foi o resultado das análises sobre a percepção visual e a observação da luz sobre os pequenos pontos, produzidos na pintura do século XIX e do desencadeamento científico que ocorreu após estas invenções (movimento Impressionista).

Finalmente, podemos concluir que a imagem em movimento resultou na aproximação de campos distintos de conhecimento, especialmente a Arte, a Ciência e a Tecnologia. Da mutação da imagem, da persistência da visão e da ilusão ótica, nasceram os princípios fundamentais que hoje norteiam tanto nosso cotidiano científico (experimental) quanto nosso cotidiano de entretenimento (imagens em profusão, vídeos, cinema).

Referências

A BRIEF HISTORY OF PHOTOGRAPHY “Olhos curiosos”. Eastman Kodak, Câmera 1888 Yon Ankersmit, 2008. Disponível em: <borges

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.

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.

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.

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.

EUZÉBIO, Maria. **Animação Fenaquistoscópio,** 2012. Disponível em: <<https://mariaeusebio12av1.wordpress.com/historia/brinquedos-opticos/fenaquistoscopio>>. Acesso em 12 out. 2016.

FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: qual o sentido?** São Paulo: Paulus, 2008.

_____. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia.** 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

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.

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

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

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

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

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/histria-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. 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.

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.

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.

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.