

Matemática e fotografias em preto e branco no Ensino Médio

Bryan Lucas Marques Carvalho¹
Andreia Dalcin²

Resumo: A pesquisa investiga uma prática de ensino de matemática com fotografias em preto e branco produzidas por um grupo de alunos do Ensino Médio (EM). A prática foi desenvolvida em duas turmas de 2º ano do EM de uma escola da rede pública em Porto Alegre (RS), buscando responder à questão: “Quais elementos matemáticos emergem a partir da prática fotográfica entre os adolescentes do Ensino Médio?”. Foram produzidas fotografias com celular e com uma câmera digital DSLR envolvendo o estudo das sombras e enquadramento. A partir das fotografias selecionadas, foram elencados elementos que emergiram do processo de olhar interpretativo dos pesquisadores e que organizados em três unidades de significação: a matemática que emergiu no ato de fotografar; elementos matemáticos abordados na produção e tratamento das fotografias; relações entre o belo, a matemática e a fotografia. A pesquisa reafirmou o potencial pedagógico do trabalho com fotografias nas aulas de matemática.

Palavras-chave: Matemática. Fotografia. Fotografia em preto e branco. Ensino de Matemática.

Mathematics and black and white photographs in High School

Abstract: The research investigates a teaching practice with black and white photographs produced by a group of high school students. The practice was carried out in two 2nd year high school groups at a public school in Porto Alegre (RS), seeking to answer the question: "What mathematical elements emerge from the practice of photography among high school teenagers?". Photographs were taken with a cell phone and a DSLR digital camera, involving the study of shadows and framing. Based on the photographs selected, elements that emerged from the researchers' interpretive process were listed and organized into three units of meaning: the mathematics that emerged in the act of photography; mathematical elements addressed in the production and processing of the photographs; relationships between beauty, mathematics and photography. The research reaffirmed the pedagogical potential of working with photographs in math classes.

Keywords: Mathematics. Photography. Black and white photography. Teaching mathematics.

Matemáticas y fotografías en blanco y negro en secundaria

Resumen: La investigación investiga una práctica con fotografías en blanco y negro producidas por un grupo de estudiantes de secundaria. La práctica se realizó en dos clases de 2º de bachillerato de una escuela pública de Porto Alegre (RS), buscando responder a la pregunta "¿Qué elementos matemáticos emergen de la práctica de la fotografía entre adolescentes de bachillerato?". Se tomaron fotografías con un teléfono móvil y una cámara digital DSLR que implican el estudio de las sombras y el encuadre. A partir de las fotografías seleccionadas, se enumeraron los elementos surgidos del proceso interpretativo de los investigadores y se organizaron en tres unidades de significado: las matemáticas surgidas del acto fotográfico; los elementos matemáticos abordados en la producción y el tratamiento de las fotografías; y la relación entre belleza, matemáticas y fotografía. La investigación reafirmó el potencial pedagógico del trabajo con fotografías en las clases de matemáticas.

Palabras clave: Matemáticas. Fotografía. Fotografía en blanco y negro. Enseñanza de las matemáticas.

¹ Mestrando em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: profbryanc@gmail.com - Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-3971-766X>

² Doutora em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: andrea.dalcin@ufrgs.br - Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2488-8801>

Introdução

A fotografia está presente no cotidiano de grande parte dos jovens e adolescentes que utilizam câmeras de celulares e que, na maioria das vezes, não dominam uma técnica, eles apenas “fotografam”, compartilham e descartam. Além disso, evidencia-se uma quantidade de fotografias produzidas com um contexto aliado à propagação das informações, muitas vezes, falsas, provocando as chamadas *fake news*. Diante disso, é preciso refletir sobre os usos que se tem feito das fotografias, incentivando sua utilidade pedagógica, problematizando as *fake news* e buscando conhecer com mais densidade e evidências seu potencial para o ensino e a aprendizagem da matemática. No entanto, ainda são poucas as pesquisas que investigam a presença, os usos e potencialidades da fotografia em sala de aula. Tomando como referência os estudos de pesquisadores como Helena Santaella (2005) e Etienne Samain (2012), dentre outros, a pesquisa que apresentamos neste artigo foi produzida a partir de uma prática com alunos do Ensino Médio em que buscou-se identificar e analisar algumas possibilidades do encontro entre o ato de fotografar, a fotografia e a matemática.

O ato de fotografar se caracteriza como um conjunto de ações que permite a captura de luzes (ou sombras) que registram a memória daquela fração de instante que não retornará (Santaella, 2005). Para Frantz (2015), o uso da fotografia em aulas de matemática pode despertar nos alunos e alunas diferentes interesses, potencializando a prática pedagógica e o aprendizado da matemática. Nesse sentido, Bragg e Nicol (2011) exploram o uso de fotografias para a inserção de problemas abertos, incentivando nos estudantes o exercício de interpretação, imaginação e visualização matemática. Já Brito e Dalcin (2022) enfatizam que é preciso não reduzir a fotografia somente a um recurso para elaboração de exercícios matemáticos, mas sim incentivar a produção de fotografias, propor problematizações que favoreçam a análise das imagens, a experiência, a experimentação e a criação tanto matemática quanto artística.

Fotografia e Matemática

A fotografia, em seu significado literal, é a “escrita com a luz”. De forma mecânica, entendemos que uma foto é o registro da quantidade e da frequência de luz (Gimenes, 2015, p. 17) que a câmera fotográfica conseguiu captar a partir da refração ou reflexão da luz daquele ambiente no sensor da câmera. A composição da imagem é importante, pois “Uma imagem forte é uma *forma* que pensa e nos ajuda a pensar” (Samain, 2018, p. 24). O impacto de uma imagem no espectador o provoca a refletir sobre o que enxerga, de forma a causar uma possível ruptura em seu processo de pensamento. Nesse sentido, há imagens que nos tocam por sua

beleza, mas, como lembra Costa (2015), “[...] o belo não é compreendido pelo campo do intelecto, mas sim do sentimental” (Costa, 2015, p. 35). Quanto mais uma produção artística é bela, maior é o seu potencial de reflexão. Ao trazemos o belo, não estamos nos referindo ao belo do senso comum, mas do belo como uma construção histórica, segundo Umberto Eco em *História da Beleza*, que no tempo presente caracteriza-se por uma “orgia total de tolerância, de sincretismo total, de absoluto e irrefreável politeísmo da Beleza” (Eco, 2012, p. 428).

O ato de fotografar mobiliza conhecimentos sobre profundidade de campo, tempo de exposição do sensor à luz, distância focal, sendo todos fatores que requerem noções intuitivas de geometria e cálculos matemáticos. Uma imagem fotográfica pode ser definida como uma forma de projeção da realidade em uma superfície bidimensional, por meio da captura de luz através de uma lente e sua projeção em uma película ou sensor. Logo, a fotografia ajuda a compreender como as características e as propriedades dos objetos no mundo tridimensional são capturadas e representadas na forma bidimensional. Alguns conceitos da geometria projetiva³, como perspectiva e projeção de luz, são aplicados na fotografia para produzir imagens realistas e impactantes, destacando-se a perspectiva cônica, que possibilita um “modo de enxergar o mundo através de um único ponto de vista; [...]” (Peixoto, 2022, p.27), sendo uma técnica de representação gráfica que usa curvas cônicas para simular a perspectiva e a projeção tridimensional de objetos em um desenho bidimensional.

Outro fator matemático importante é o enquadramento de uma cena em uma fotografia, ou seja, o processo de selecionar e compor a cena dentro do visor da câmera antes de tirar a foto, ou depois, durante o tratamento da imagem. Esse processo envolve a escolha dos elementos que serão incluídos ou excluídos da imagem; a posição do objeto principal de interesse na cena; a distância entre o fotógrafo e o objeto e a escolha da orientação da imagem (horizontal ou vertical). É uma etapa fundamental na fotografia que pode afetar a composição, a estética e a interpretação da imagem. Já o enquadramento é utilizado para direcionar o olhar e a atenção do espectador, alinhando a produção da imagem com o objetivo do fotógrafo ao capturar determinada cena, utilizando das perspectivas e projeções para transmitirmos a mensagem desejada.

Para esta pesquisa, a escolha pelas fotografias em preto e branco deve-se ao impacto que este tipo de fotografia pode causar no observador. Trata-se de um tipo de fotografia de certo modo silenciosa, “sem ruídos”, que permite que o espectador não se distraia com as nuances

³ A geometria projetiva é uma área da matemática que estuda como as propriedades de objetos no espaço são projetadas em uma superfície plana, como uma tela ou uma folha de papel.

das cores, que podem ser muitas e distrativas, de acordo com Toutain e Augusto (2016). Atualmente, usada como opção estética/conceitual e não mais como puro registro de um fato, a fotografia em preto e branco traz o contraste das luzes, fazendo com que a atenção fixe-se na ação e iluminação, e com que o significado da imagem penetre o olhar do observador, se dissolvendo e inconscientemente recriando suas cores (Salgado, 2014).

Outro aspecto a ser considerado é que as atividades que foram propostas para o desenvolvimento da pesquisa foram pensadas a partir de uma perspectiva STEAM. STEAM é um acrônimo da junção das palavras *Science, Technology, Engineering, Art and Math* (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática). O movimento iniciou com o nome de SMET, a partir da National Science Foundation (NSF) dos EUA nos anos 1990, sendo que, em 2001, passou a se chamar *STEM education* ao invés de SMET (Sanders, 2009; Breiner *et al.*, 2012), o que ajudou o termo a ganhar mais a adesão do público e hoje se configura como uma tendência global. A entrada das Artes é “especialmente relevante na educação para o século XXI por sua vocação para lidar com o incerto, circular com naturalidade por territórios sempre cambiantes e trabalhar com regras que são constantemente transgredidas” (Lima, 2020, p. 121). Para Catterall (1998) e Eisner (1998), as artes potencializam habilidades como o desenvolvimento do pensamento imaginativo, crítico e criativo, de como focar a atenção, direcionar energia para engajar-se, reflexão, flexibilidade para a mudança de rumo, elaboração de ideias e exploração de novas possibilidades (Eisner, 1998; Perkins, 1994). Nessa perspectiva, para que os alunos e alunas criassem e manipulassem sombras e imagens, buscou-se articular: as ciências matemática, química e física, imersas na manipulação das luzes e o no ato de fotografar; a tecnologia por meio do uso da máquina fotográfica, câmera de celular e software para edição das imagens fotografadas; a arte na produção das cenas a serem fotografadas (cenário, posicionamento, composição) e na interpretação das imagens, enquanto expressão artística; e a engenharia envolvida no processo de criação das sombras, produção e enquadramento das cenas fotografadas.

Abordagem Metodológica

Diante das reflexões que impulsionaram o desenvolvimento da pesquisa, foi elencado como questão norteadora: “*Quais elementos matemáticos emergem a partir da prática fotográfica entre os adolescentes do Ensino Médio?*”. Assim, questionamos o quanto a matemática, sendo reconhecida como uma linguagem (Ferreira; Peres, 2004), está presente no ato de fotografar, na produção de uma fotografia e na leitura das imagens.

A pesquisa, de abordagem qualitativa, teve como objetivo compreender como os estudantes fotografam e editam fotografias de cenas e ambientes que estão ao seu redor, como vivenciam a prática de fotografar e quais elementos matemáticos emergem dessa prática. Participaram da pesquisa 27 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre no Rio Grande do Sul.

Foram aplicadas atividades em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio em 5 encontros, totalizando aproximadamente 20 horas de atividades práticas. Uma vez que o interesse da pesquisa sejam as imagens fotográficas e as reflexões produzidas pelos estudantes ao longo das atividades propostas, foi solicitado que os estudantes e seus responsáveis assinassem os termos de assentimento e consentimento, de modo a garantir que fosse possível o uso das informações para a pesquisa e seus desdobramentos em artigos. Além disso, todos os cuidados éticos foram tomados e os participantes poderiam deixar de participar a qualquer momento da pesquisa, se assim o desejassem.

Durante as atividades na escola, foram registradas um total de 249 fotos na câmera Nikon D5100 e inúmeras fotografias produzidas nos celulares dos estudantes, sendo consideradas para análise apenas aquelas que os participantes selecionaram e enviaram por e-mail. Desse modo, foram selecionadas 30 fotografias registradas na câmera e 51 fotografias produzidas com celulares.

A atividade principal, e sobre a qual trataremos nesse artigo, foi desenvolvida pelos participantes que foram organizados em grupos de até 4 educandos, e constituiu-se na produção de 3 retratos fotográficos, sendo: um retrato com uma sombra geométrica; um retrato com uma sombra qualquer e; um retrato pessoal, sem a necessidade de sombras. Além de produzir dados para a pesquisa, desejava-se que a atividade proporcionasse aos alunos e alunas uma experiência sistemática com fotografia, desde a criação de um retrato fotográfico, até o tratamento da imagem. Para isso, foram apresentados e estudados alguns conceitos relacionados à história da fotografia, funcionamento da câmera, os tipos de enquadramento com ênfase para a regra dos terços⁴, aspectos geométricos da luz e sombra e como editar e tratar uma foto no *software Lightroom*.

Além das fotografias, foram considerados os relatos, registros em áudios e vídeos captados durante os encontros. Com os dados em mãos, iniciou-se o processo de “olhar” para

⁴ A regra dos terços consiste em sobrepor mentalmente um retângulo na imagem, subdividido em nove partes iguais. Assim, obtêm-se duas linhas verticais paralelas e duas linhas horizontais paralelas. As linhas se cruzam gerando quatro pontos de interseção, que se constituem em pontos fortes da imagem. A regra dos terços consiste em colocar o tema sobre um desses pontos de interseção ou sobre as linhas (DUBESSET, 2018, p.38).

a produção fotográfica. Um olhar crítico que questiona o modo pelo qual as coisas se apresentam. Um olhar atento dos pesquisadores que buscou construir uma interpretação para o material produzido pelos estudantes. Lembrando que o “olhar é sempre interpretativo, ou seja, resulta de um processo de percepção e de pensamento, portanto, de um processo reflexivo” (Ghedin; Franco, 2011, p. 81).

Análise dos dados

A partir das fotografias selecionadas, foram elencados elementos que emergiram no processo interpretativo do olhar dos pesquisadores e que serão apresentados nas seguintes unidades de significação:

- A matemática que emergiu no ato de fotografar;
- Elementos matemáticos abordados na produção e tratamento das fotografias;
- Relações entre o belo, a matemática e a fotografia.

A matemática que emergiu no ato de fotografar

Ao olhar para a produção das fotografias, pensamos sobre o quanto os alunos se envolveram com a proposta assumindo diferentes papéis ao longo da atividade, como: fotógrafos, modelos, contadores de histórias, investigadores, dentre outros. Os alunos precisavam pensar fora da caixa preta na qual estavam inseridos (Samain, 2012), para ser possível criar estratégias e desenvolver resoluções para os desafios que se apresentavam. Falar sobre fotografia e utilizar uma câmera fotográfica digital DSLR era algo novo para os alunos. Os relatos sinalizaram para a necessidade de um tempo de adaptação e aprendizado para o uso da câmera DSLR, de modo que fosse possível executar a atividade solicitada.

Elementos matemáticos estiveram presentes no ato de fotografar, no algoritmo da organização do sistema de posição luz-câmera-superfície que, por meio de tentativa e erro, foi construído na expectativa de criar a melhor imagem possível. O primeiro desafio dos participantes foi entender e trabalhar com o foco do obturador, que são pontos que o aparelho vai utilizar para identificar a distância focal que o objeto de interesse está da câmera e ajustar a lente para “olhar” para este objeto, deixando-o nítido. Outro desafio foi a escolha da posição do fotógrafo em relação ao sol e às sombras formadas por seu corpo, trazendo questões sobre o ângulo de incidência da luz do sol e a posição do fotógrafo em relação à fonte de luz.

Nas discussões sobre posição e iluminação o clima influenciou, pois em um dos encontros o dia estava nublado. Um determinado grupo desejava fotografar uma modelo com a

sombra de um plátano em seu rosto, mas a sombra quase não foi percebida na foto devido a pouca luminosidade, a sombra ficou sem nitidez, como podemos perceber nas Figuras 2 e 3.

Figuras 2 e 3: Tarde de primavera e Tarde de primavera com contornos.

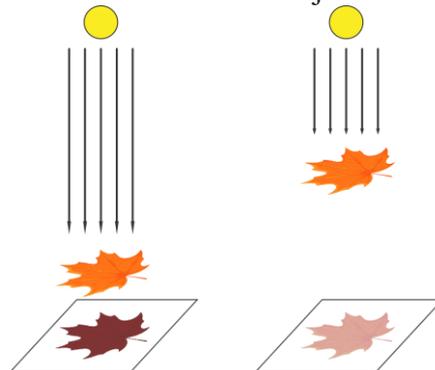


Fonte: Produzida pelas alunas J. e T..

De acordo com Cassal (2001), podemos dividir a sombra em duas regiões: umbra e penumbra. A região de umbra é onde a intensidade luminosa é nula (sombra escura, preta) e a região de penumbra é na qual a intensidade luminosa varia de zero até a intensidade do ambiente (Cassal, 2001) e para analisarmos a fotografia contornamos as áreas demarcadas pelas sombras. O contorno de cor verde mostra a projeção da sombra formada pelo sol entre a folha de plátano e o rosto da modelo. Já o contorno de cor azul mostra a projeção da sombra formada pelo sol entre o nariz e o rosto da modelo. Para algumas fotografias a sombra do contorno azul pode ser indesejada, pois atrapalha a visualização das proporções do rosto da modelo. Tal fato se deve à sombra de contorno azul ser mais forte (mais escura) que a sombra do contorno verde (mais clara), uma vez que a fonte de luz, que é o sol, está na mesma posição para as duas sombras já que as imagens foram registradas no mesmo horário.

Podemos dizer que a os raios de luz incidentes do sol seguem vetores paralelos e de mesmo módulo definidos pela direção do sol à Terra, consideramos, então, que a fonte de luz está no infinito, sendo definida como uma fonte direcional (Cassal, 2001). O objeto formador da sombra de contorno azul é o nariz da modelo e a distância entre o nariz e a superfície que está sendo projetada a sombra (parte esquerda do rosto) é menor que a distância da sombra do contorno verde, que está sendo projetada pelo objeto formador na parte direita do rosto da modelo. Essa ideia é esquematizada na Figura 4.

Figura 4: Ilustração do sol como fonte de luz e a projeção de sombras relacionadas à distância desses objetos.



Fonte: Produzida pelo autor.

Essa é uma relação importante, pois auxilia na qualidade de uma fotografia, além de provocar os alunos e alunas a refletirem sobre elementos da geometria e da física que influenciam o comportamento da luz e da sombra em uma fotografia.

Outro aspecto importante que os alunos perceberam enquanto fotografavam é a relação entre o tempo que a câmera leva para registrar a foto e a quantidade de luz que o sensor da câmera registra nesse instante. A câmera pode manter o seu obturador aberto por no mínimo 0,00025 segundos (0,25 milissegundos) e no máximo 30 segundos para deixar que a luz entre e o sensor capture a cena a ser fotografada. A relação que os alunos observaram e comentaram foi que quanto maior o tempo que o obturador fica aberto, mais luz entra deixando a foto mais clara. Enquanto o inverso também acontece, quanto menor o tempo que o obturador fica aberto, menos luz entra e mais escura fica a foto. Alguns participantes entenderam a relação inversa da fração de tempo na relação com a quantidade de luz registrada. Sendo o numerador igual a 1, quanto mais cresce o denominador, menor é o valor da fração.

Algumas sombras produzidas nos rostos dos modelos foram feitas com pedaços de papel cartolina, com diferentes formas e recortes, de modo que a luz passasse pelo recorte e formasse a sombra de forma “vazada”. A partir dos primeiros testes, foi preciso refazer e repensar o objeto que estavam utilizando para fazer a sombra. Um dos grupos fez um protótipo, porém, tiveram alguns problemas de tamanho e formato. Fizeram um molde vazado de uma fechadura, com a intenção de criar uma cena que remetesse a um clima de mistério, descoberta e surpresa. Na primeira tentativa, a sombra projetada no rosto do modelo ficou muito grande, então, foi preciso refazer o molde, diminuir o tamanho do desenho de modo que a sombra ficasse menor e assim obtivessem o resultado desejado. A Figura 5 mostra o molde vazado de fechadura que o grupo usou para criar a sombra que gerou a fotografia da Figura 6.

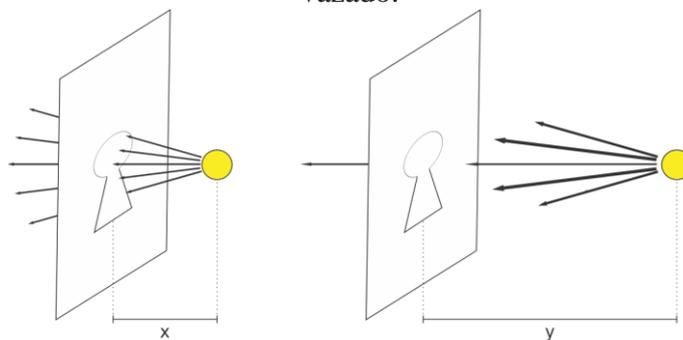
Figuras 5 e 6: Foto do molde vazado de fechadura utilizado para a foto A Surpresa e a foto A surpresa;



Fonte: Produzida pelos alunos L., J., e O.

O tamanho da sombra projetada possui relação proporcional com a posição do objeto e a posição da fonte de luz. Caso a luz esteja muito perto do objeto gerador da sombra, os vetores da direção da luz irão se espalhar para dentro da sombra vazada na mesma direção em que saem do ponto de luz. Caso a fonte de luz esteja muito longe, os vetores da direção da luz também irão se espalhar na mesma direção da luz, no entanto, não irão atravessar o objeto, como é exemplificado no esquema da figura 7.

Figura 7: Ilustração representando os raios de luz que ultrapassam o plano de um papel vazado.



Fonte: Produzida pelo autor.

Essa relação foi percebida pelos alunos e alunas enquanto fotografavam, pois precisavam fazer testes, tanto com o tamanho do objeto, como a distância que a fonte de luz precisava estar do objeto. Vale lembrar que a luz possui uma intensidade que é inversamente proporcional à distância, pois quanto maior for a distância que o objeto está da fonte de luz, menor será a intensidade de luz sobre ele. Esse fato exigiu que os participantes precisassem de uma luz que fosse forte o bastante para criar as sombras que necessitavam.

Elementos matemáticos abordados na produção e tratamento das fotografias

Ao “olhar” para as fotografias finalizadas, após a edição e tratamento das imagens, observamos a presença de diferentes elementos matemáticos da geometria euclidiana e projetiva, como o uso de linhas, retas e isometria na composição das fotos. Como exemplo, trazemos o caso das “retas verticais” na Figura 8, que são utilizadas para criar a sensação de infinitude, grandiosidade e altura. As “retas diagonais” da Figura 9, criam o que conhecemos como ponto de fuga, que é um ponto criado pela projeção das retas a partir do nosso ponto de vista. Chamamos essas retas de linhas de perspectiva (Sousa, 2006). O ponto de vista (PV), ao ser projetado ortogonalmente no plano da imagem (PP), coincide com o ponto de fuga (PF); e as perspectivas das retas que não são paralelas ao plano da imagem (PP) tendem a esse ponto. Em perspectiva paralela de um ponto, ao se determinar o ponto de vista, se determinará o ponto de fuga (Peixoto, 2022). Na figura 10, observa-se a repetição dos desenhos, criando-se um padrão, fazendo uso de galhos e folhas para remeter à ideia de isometria na fotografia.

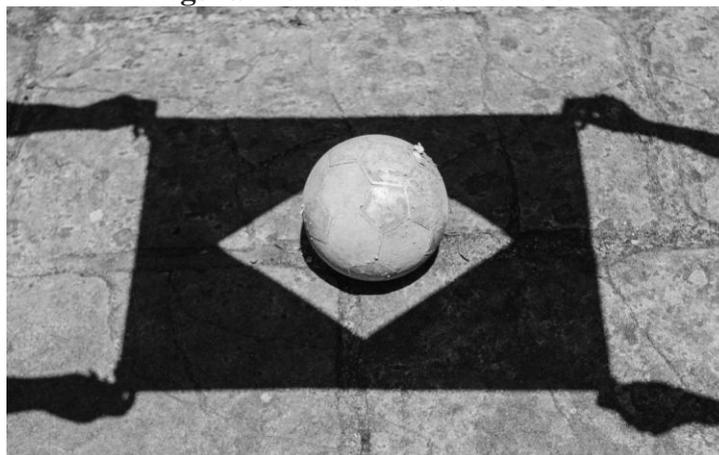
Figuras 8, 9 e 10: Fotos Brasil aprisionado, Corredores do Dolores e A Floresta Acordou.



Fonte: Produzida pelos alunos V. e Y. e alunas K. e da L. da turma A.

A fotografia da Figura 11 é interessante, pois explora sombra e objetos, envolvendo diferentes planos. As sombras, por serem uma projeção plana, sempre serão bidimensionais, já a bola é um objeto tridimensional. Essa fotografia aborda os conceitos de plano e dimensão a partir de uma cena que explora a relação entre o objeto real e sua representação na sombra.

Figura 11: Brasil e o seu futebol.



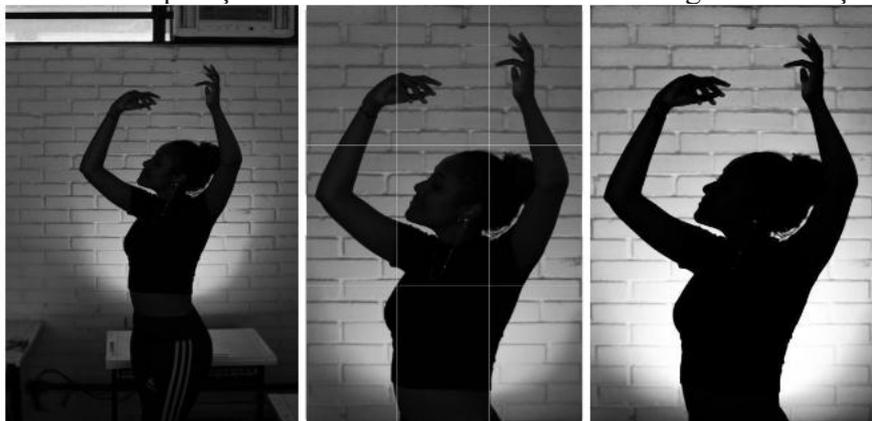
Fonte: Produzida pelos alunos T., M., A. e I..

Relações entre o belo, a matemática e a fotografia

Dentre as discussões que surgiram ao longo das atividades, destaca-se a ideia de beleza. Se uma fotografia pode ser considerada bela e quando? Para Costa (2015), “A beleza é a exteriorização do perfeito que o homem almeja com sua racionalidade e, também, uma fonte de prazer para a percepção, inteligência e felicidade” (Costa, 2015, p. 36). Sem uma discussão exaustiva sobre o conceito de beleza, mas a partir de percepções individuais e intuitivas inicialmente e, com o desenvolvimento das atividades, fazendo uso da técnica da regra dos terços, observou-se que os estudantes perseguiram a beleza ao longo de suas produções, pois buscavam estratégias que tornassem as fotografias mais belas.

Na fotografia da Figura 12, ao olharmos para uma menina posando fazendo movimentos leves e delicados que lembram os de uma bailarina, podemos nos questionar sobre o quanto este registro pode ser considerado belo, pois traz à tona diferentes sentimentos e significações tanto para a modelo como para o observador.

Figura 12: Comparação entre as mesmas versões da fotografia “Dançarina”.



Fonte: Produzida pelas alunas D., K. e T..

Ao analisar os procedimentos que levaram a fotografia bruta a chegar ao seu estado final, observamos o tratamento de luz e o enquadramento na regra dos terços. A regra dos terços permitiu que o corpo da modelo ficasse centralizado, destacado, na cena, pois “o enquadramento recorta o real sob um certo ponto de vista, o obturador guilhotina a duração, o fluxo, a continuidade do tempo” (Santaella; Nöth, 2017, p. 170). Como a intenção era dar destaque para o modelo e a luz, o olhar do observador é direcionado para estes elementos ao serem retiradas as janelas superiores e as classes escolares da sala de aula que estavam à mostra. Os alunos optaram por aumentar o contraste entre preto e branco, deixando o branco mais branco e o preto mais preto, de modo a serem mais perceptíveis as linhas que contornam o corpo da modelo.

Na sequência, temos uma fotografia produzida a partir de uma câmera de celular que também sofreu tratamento de enquadramento, de luzes e sombras. A Figura 18 representa um aluno sentado em uma classe escolar em uma sala de aula, sozinho, deitado sobre seus braços, rodeado por outras classes e materiais escolares. A fotografia foi registrada de cima para baixo, evidenciando a quantidade de classes vazias e mostrando o fundo da sala que possui um quadro pendurado. No quadro há uma pintura de uma rua da cidade com prédios em suas laterais e uma frase localizada no centro inferior dizendo: “Você quer mudança?”.

Figura 13: Essa é a minha escola.



Fonte: Produzida pelos alunos B., M. E. e S..

Essa pergunta gerou uma reflexão filosófica, tendo interpretações de caráter pessoal e social, problematizando elementos sobre o que é, para quem é, e de quem é a responsabilidade pela mudança. Tanto a pintura no fundo da sala como a fotografia produzida pelos estudantes constituem-se como artísticas, na medida em que fazem pensar, que geram questionamentos sobre a realidade daqueles adolescentes, da escola e do país. A pintura de algum modo toca os

estudantes a ponto de desejarem que ela aparecesse com destaque na fotografia produzida, com destaque. E essa foto foi, de certo modo, uma manifestação, uma forma de expressão dos estudantes a respeito do que pensam sobre a ideia de mudança e sobre a sala de aula.

Os participantes optaram por utilizar a regra dos terços para enquadrar seus objetos de interesse, deixando o fundo da sala ocupar um terço da foto, enquanto as classes ocupavam dois terços da mesma. Também escolheram alinhar paralelamente as retas da parede do fundo da sala às bordas horizontais da imagem.

Figuras 14 e 15: Essa é a minha escola, em preto e branco, com e sem enquadramento.



Fonte: Produzida pelos alunos B., M. E. e S..

Observa-se que o comportamento das luzes e sombras fazem um movimento circular na sala, demarcado por uma curva, proporcionando maior iluminação no lado direito da foto. Os estudantes optaram pela maior presença das sombras ao invés das luzes, deixando a foto mais escura e com aspecto de penumbra. Por fim, o título que foi atribuído a fotografia “Essa é minha escola, em preto e branco” evidencia a relação que estabelecem de pertencimento à escola: “a minha escola”. A posição solitária do aluno, centralizada na fotografia, acompanhada pela frase ao fundo, faz pensar. Os estudantes desse grupo conseguiram produzir uma imagem com “vida própria”, ou seja

[...] independente de nós - autores ou espectadores - toda a imagem ao *combinar nela* um conjunto de dados sígnicos (traços, cores, movimento, vazios, relevo e outras tantas pontuações sensíveis e sensoriais), ou ao *associar-se* com outra(s) imagem (ns), seria ‘*uma forma que pensa*’ (Samain, 2018, p. 23).

Considerações Finais

Os interesses presentes na vida dos jovens do Ensino Médio são muitos e a prática de fotografar pode ser um desses interesses comuns. Eles operam com certa naturalidade as câmeras de *Smartphones* e essa habilidade precisa ser aproveitada no contexto de sala de aula.

Muitos alunos ficaram impactados com a possibilidade de associar fotografia e matemática, e envolveram-se com as atividades. Manifestaram que gostariam de ter tido mais tempo manipulando a câmera fotográfica profissional e curiosidade sobre as possibilidades profissionais que a fotografia proporciona, quanto custa uma câmera e como se inserir no mercado de trabalho da fotografia.

Em geral, os participantes se surpreenderam com o resultado do trabalho realizado. Muitos relataram timidez quando estavam na condição de modelos ao serem fotografados, mas a superação da vergonha trouxe um sentimento agradável. Vários alunos e alunas sentiram pesar em saber que as fotografias seriam apenas em preto e branco por enxergarem a fotografia sem a coloração natural como algo triste, sem valor, inóspito. Porém, conforme o trabalho foi sendo desenvolvido, foram percebendo as possibilidades estéticas e compreenderam a importância desse tipo de fotografia.

A pesquisa reafirmou o potencial pedagógico do trabalho com fotografias nas aulas de matemática, como já apontaram outras pesquisas (Frantz, 2015; Camargo, 2020, Peixoto, 2022) e sinalizou para a necessidade de mais investigações que explorem diferentes tipos de fotografias e a elaboração de mais atividades que possam ser aplicadas nas aulas de matemática envolvendo diferentes conteúdos e níveis escolares.

Referências

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre/RS. Penso, 2020.

BRAGG, L. A.; NICOL, C. Seeing mathematics through a new lens: using photos in the mathematics classroom. **Australian mathematics teacher**. v. 67, n. 3, p. 3-9, 2011.

BRITO, Arlete de Jesus; DALCIN, Andreia. Fotografia no ensino de matemática: algumas possibilidades. **REMATEC**, Belém (PA), v. 17, n. 40, p. 60-73, jan/abr, 2022.

CAMARGO, Daiane de Jesus Vieira. **“FOTOMATIZANDO”**: Conexões entre fotografia e matemática nos anos finais do ensino fundamental de uma escola municipal de Pelotas/RS. Dissertação (Mestrado em educação), UFPEL, RS, 2020.

CASSAL, Marcos Luis. **Geração de Sombras em Objetos Modelados por Geometria Sólida Construtiva**. Dissertação (Mestrado em ciência da computação), UFRGS, RS, 2001.

CHIAPINOTTO, Marina Lorenzoni. **Rio grande de luto**: uma análise das fotografias jornalísticas do acidente da TAM em diários gaúchos. Dissertação (Mestre em Comunicação) Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Unisinos/São Leopoldo. 2010.

COSTA, C. **Educação, Imagem e Mídias**. 1. ed. São Paulo: Cortez. (Aprender e Ensinar com Textos; v.12). p. 81-82. 2005.

COSTA, Thiago Rufino; **A beleza em tempos de selfie:** retratos fotográficos e uma intimidade criada. Trabalho de Conclusão. Centro de filosofia e ciências humanas. UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

DUBESSET, D. **Os segredos da macrofotografia criativa:** técnicas, composição, estética. São Paulo: Editora SENAC, 2018.

ECO, Umberto. **História da Beleza.** Rio de Janeiro: Record, 2012.

EISNER, E. W. **A response to Catterall.** Art Education. v. 51, n. 4, p. 12, 1998.

FERREIRA, Fernanda Aparecida. PERES, Gilmer Jacinto *et al.* **Matemática e Linguagem.** VIII Encontro de Educação Matemática, p. 6, 2004.

FRANTZ, D. S. 2015. **Potencialidades da fotografia para o ensino de geometria e proporção em uma escola do campo.** 2015. Dissertação (Mestrado). UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Porto Alegre, 2015.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria A. Santoro. **Questões de método, a construção da pesquisa em Educação.** São Paulo, Cortez, 2011.

GIMENES, Alex. **A física e a matemática intrínsecas na fotografia.** Editora Photos, Balneário Camboriú, SC, 2015.

KAUARK, Fabiana S.; MANHÃES, Fernanda C., MEDEIROS, Carlos H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático.** Bahia, Via Litterarum Editora, 2010.

LIMA, João Epifânio Regis. **O papel das artes e do design no STEAM.** In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre/RS. Penso, cap. 7, 2020.

PEIXOTO, Thalís. **Fotografia como um recurso para o ensino de perspectiva cônica com tecnologias digitais.** Dissertação (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação da Educação Matemática), UFRGS. Rio Grande do Sul. 2022.

PERKINS, D. N. **The intelligent eye: learning to think by looking at art.** Santa Monica: Getty Publications, 1994.

SALGADO, Sebastião. **Da minha terra à Terra.** Contribuição Isabelle Franq. Tradução: Julia da Rosa Simões. Paralela, São Paulo. 1ª ed, 2014.

SAMAIN, Etianne. **Como pensam as imagens.** Campinas/SP. Editora da Unicamp, 2012.

SANDERS, Mark. STEM, STEM Education, STEMmania. **The Technology Teacher**, v. 68, n. 4, p. 20-26, 2009.

SANTAELLA, Lucia. Os três paradigmas da imagem. In: SAMAIN, Etianne. **O Fotográfico**, 2º ed. Campinas/SP. Editora HUCITEC e Editora Senac São Paulo, p. 295-307. 2005.

SANTAELLA, Lucia; NÖRT Winfried. **Imagem:** cognição, semiótica, mídia. São Paulo: Iluminuras, 2017.

SOUSA, Jorge Pedro. **Elementos de Teoria e Pesquisa da Comunicação e dos Media.** Edisciplinas, USP, SP. 2006

TOUTAIN, Lídia Brandão; AUGUSTO, Gilucci. **A semiótica da imagem fotográfica digital em preto e branco.** Ponto de Acesso, Salvador (BA), v. 10, n. 3, p. 136-146, 2016.