



Instituto de
MATEMÁTICA
E ESTATÍSTICA

UFRGS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA

**UMA PRÁTICA NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA STEAM:
MICROFOTOGRAFIAS PRODUZIDAS POR UM “MICROSCÓPIO” COM O
CELULAR**

LUÍS FERNANDO DA COSTA DE OLIVEIRA

Porto Alegre
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA

**UMA PRÁTICA NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA STEAM:
MICROFOTOGRAFIAS PRODUZIDAS POR UM “MICROSCÓPIO” COM O
CELULAR**

LUÍS FERNANDO DA COSTA DE OLIVEIRA

Porto Alegre
2022

LUÍS FERNANDO DA COSTA DE OLIVEIRA

**UMA PRÁTICA NA PERSPECTIVA STEAM NO ENSINO MÉDIO:
MICROFOTOGRAFIAS PRODUZIDAS COM UM “MICROSCÓPIO” COM O
CELULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Matemática.

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Andréia Dalcin

Porto Alegre
2022

CIP - Catalogação na Publicação

Oliveira, Luís Fernando da Costa de
Uma prática na perspectiva STEAM no Ensino Médio:
microfotografias produzidas com um "microscópio" com o
celular / Luís Fernando da Costa de Oliveira. -- 2022.
68 f.
Orientador: Andréia Dalcin.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Matemática e Estatística, Licenciatura em
Matemática, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. STEAM. 2. Currículo. 3. Referencial Curricular
Gaúcho. 4. Educação Matemática. 5. Microfotografia. I.
Dalcin, Andréia, orient. II. Título.

Instituto de Matemática e Estatística
Departamento de Matemática Pura e Aplicada

**Uma prática no Ensino Médio na perspectiva STEAM: microfotografias a partir de um
“microscópio” com o celular**

Luís Fernando da Costa de Oliveira

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Andréia Dalcin
Faculdade de Educação – UFRGS

Prof. Dr. Marcus Vinícius de Azevedo Basso
Instituto de Matemática e Estatística – UFRGS

Prof. Dr. Rodrigo Dalla Vecchia
Instituto de Matemática e Estatística – UFRGS

AGRADECIMENTOS

Existem poucas certezas ao longo da vida. Me atrevo a dizer que uma delas reflete a ideia de que ninguém consegue se desenvolver sem que haja a menor interferência externa. Nesse caso, saliento a intervenção das pessoas.

A Primeira Lei de Newton menciona o fato de que um corpo permanece em repouso ou em movimento uniforme, a não ser que uma força externa seja aplicada e mude o seu estado atual. Embora essa equação descreva fenômenos físicos através da matemática, não consegui pensar numa analogia melhor para enunciar essa intrínseca relação pertencente à sociedade. No meu caso, obviamente, não foi diferente. São muitas as pessoas que foram determinantes ao longo da minha trajetória. Trajetória, essa, que não se restringe à minha caminhada acadêmica, mas sim sobre a minha evolução enquanto pessoa, enquanto cidadão.

Aos meus pais, Andréia e Luiz, meu agradecimento por terem feito o possível (e o impossível) para fazer com que eu chegasse até este momento. Não preciso mencionar o quanto apareceram empecilhos de todos os tipos durante os últimos anos, mas sempre deram um jeito de não deixar a peteca cair! A vocês meu muitíssimo obrigado!

À minha vó, Isaura, que foi aquela que me ensinou as primeiras letras e números. Talvez meu gosto por números e formas geométricas tenha começado ali... Junto dos meus pais, ela foi uma das pessoas que sempre disse que o caminho da recompensa é o do estudo, mas que era uma trilha que demandaria muito esforço e dedicação. Sempre ouvi que um dos sonhos dela era poder ver eu me formando. Agora, isto parece ser uma realidade! À senhora, meu muito obrigado, por tudo!

Houve duas pessoas que sempre estiveram (e ainda estão) do meu lado, independentemente da circunstância: Michele e Priscila, minhas irmãs. Não estaria onde estou hoje se não fosse por elas. Um “obrigado” nunca será suficiente para exprimir o carinho que tenho por vocês duas.

À minha dinda do coração, Ana, que eu “adotei” como minha madrinha. Tu és uma pessoa sem igual. Sempre disposta a ajudar aqueles à tua volta que precisam de auxílio. Comigo não foi diferente. Foste uma das pessoas que me estendeu a mão sempre que necessário,

especialmente quando precisava de ajuda e tu possibilitou que eu resolvesse alguns problemas para que meu intercâmbio para Portugal se concretizasse.

Agradeço à minha amiga, Bianca, que me acompanha desde o Segundo Ano do Ensino Médio, que sempre esteve disponível para me ajudar e, sobretudo, a ouvir minhas enxurradas de reclamações (risos).

Aos meus amigos, Wesley, Daniele, Ester Bruno, Gustavo, Felipe e tantos outros que acompanharam meu itinerário pelo Instituto de Matemática e Estatística ao longo desses anos. Sem vocês, meus estudos e horas dentro do Campus do Vale seriam extremamente monótonos e maçantes. Muito obrigado por tudo, especialmente por terem se tornado pessoas com os quais pude (e posso) contar!

À Giselly, que começou sendo uma pessoa com quem eu dividi a casa durante o intercâmbio, mas se tornou alguém tão importante e presente em minha vida. Ela acompanhou parte da minha formação e sempre esteve presente nos momentos bons e ruins. Meu muito obrigado!

Agradeço à UFRGS por ser esta universidade de excelência que forma cidadãos pensantes e críticos, sobretudo em tempos tão conturbados que estamos vivendo.

Agradeço a todos (as) os meus professores e professoras, do ensino básico e superior, que possibilitaram e criaram as condições para o meu aprendizado. Sem pessoas como vocês, não existiriam outras profissões. Ser professor é sinônimo de formar cidadãos e profissionais. Nos dias de hoje, quando a educação se encontra literalmente atacada, ser professor é um ato de resistência. Meu muito obrigado a todos (as) vocês.

Por último, mas não menos importante, à professora Andréia Dalcin, que foi minha docente nos Estágios II e III e, gentilmente, aceitou o pedido de me orientar neste Trabalho de Conclusão de Curso. À senhora, meu muito obrigado! Suas ajudas e inúmeras dicas sempre transcenderam as aulas ou reuniões de orientação.

responsabilidade. É o ponto em que decidimos se amamos o mundo o suficiente para assumir a responsabilidade por ele e o renovamos com a chegada dos mais novos”
(Jorge Larrosa)

RESUMO

Este trabalho investiga possíveis contribuições da perspectiva STEAM (abordagem integradora que contempla as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) no contexto das aulas de Matemática e de Cultura e Tecnologias Digitais, de forma integrada. As atividades desenvolvidas foram realizadas em uma escola da rede estadual de Porto Alegre, nos primeiros anos do Ensino Médio regular, visando contemplar os componentes de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais, sendo este último um dos itinerários formativos propostos pela Secretaria de Estado da Educação à luz do Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio. Com o desafio de ministrar estes dois componentes, nasceu a ideia do desenvolvimento de um projeto integrado a partir do STEAM. Foram desenvolvidas atividades com os estudantes que envolveram estudos sobre o microscópio, apresentações de trabalhos em grupos e a produção de um “microscópio” de baixo custo que permitisse aos estudantes a captura de microfotografias. As imagens foram capturadas, tratadas com editores de fotos e compartilhadas com o grande grupo, permitindo explorar aspectos de natureza artística e científica. Durante a produção do material e da captura de fotos foi possível analisar as ações, discussões e argumentos dos estudantes, enquanto membros atuantes de uma etapa que necessitava do levantamento de hipóteses e testes para aperfeiçoar o equipamento e a qualidade das fotografias. O desenvolvimento das atividades aproximou os estudantes dos conceitos matemáticos de escala aplicada à microscopia, e favoreceu o estudo de grandezas e proporções, sobretudo fazendo associações com elementos da natureza. Também favoreceu o aprendizado e uso de diferentes tecnologias digitais a exemplo das câmeras de celulares, da plataforma de design gráfico Canva para tratamento das fotografias e dos recursos do Google Apresentações. Os resultados da pesquisa sinalizam que é possível uma integração entre os componentes curriculares considerados na pesquisa, o que é beneficiado pela aplicação do STEAM em um contexto que favoreça a participação ativa, a ação e a elaboração de produtos por parte dos estudantes.

Palavras-chave: STEAM. Currículo. Referencial Curricular Gaúcho. Educação Matemática. Microfotografia.

ABSTRACT

This work investigates possible contributions of the STEAM perspective (integrative approach that includes the areas of Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) in the context of Mathematics and Culture and Digital Technologies classes, in an integrated way. The activities developed were carried out in a state school in the city of Porto Alegre, in the first years of regular High School, aiming to contemplate the components of Mathematics and Culture and Digital Technologies, the latter being one of the training itineraries proposed by the Secretary of State for Education according to the Gaúcho Curriculum Framework for High School. With the challenge of delivering these two components, the idea of developing an integrated project from the STEAM was born. Activities were developed with the students that involved studies on the microscope, presentations of work in groups and the production of a low-cost “microscope” that would allow students to capture microphotographs. The images were captured, processed with photo editors and shared with the large group, allowing us to explore aspects of an artistic and scientific nature. During the production of the material and the capture of photos, it was possible to analyze the actions, discussions and arguments of the students, as active members of a stage that needed to raise hypotheses and tests to improve the equipment and the quality of the photographs. The development of activities brought students closer to the mathematical concepts of scale applied to microscopy, and favored the study of magnitudes and proportions, especially making associations with elements of nature. It also favored the learning and use of different digital technologies such as cell phone cameras, the Canva graphic design platform for handling photographs and Google Slides resources. The research results indicate that an integration between the curricular components considered in the research is possible, which is benefited by the application of the STEAM in a context that favors active participation, action and the elaboration of products by the students.

Keywords: STEAM. Curriculum. Gaúcho Curriculum Reference. Math education. Photomicrograph.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O poder regulador do currículo, junto com outras "invenções"	19
Figura 2 - Diagrama do STEAM	23
Figura 3 - Lente "objetiva" com o EVA	32
Figura 4 - Estrutura do <i>smart</i> -microscópio	33
Figura 5 - Estudantes fazendo a pesquisa da Atividade 01	34
Figura 6 - Transparências de algumas apresentações	36
Figura 7 - Algumas apresentações da Atividade 02	37
Figura 8 - Montagem do Grupo 08	38
Figura 9 - Montagem do Grupo 06	38
Figura 10 - Montagem dos grupos 08, 02 e 03	39
Figura 11 - Montagem do Grupo 05	39
Figura 12 - Montagem final do Grupo 03	40
Figura 13 - Grupos de trabalho da Turma 102	41
Figura 14 - Grupos da Turma 101 procurando amostras	42
Figura 15 - Microfotografia de um musgo: Grupo 06	42
Figura 16 - Microfotografia de um capim	43
Figura 17 - Microfotografia de uma folha	43
Figura 18 - Microfotografia de um galho	44
Figura 19 - Microfotografia de uma purpurina	44
Figura 20 - Microfotografias do Grupo 04	45
Figura 21 - Microfotografias do Grupo 05	46
Figura 22 - Microfotografias do Grupo 06	46
Figura 23 - Microfotografias do Grupo 07	47
Figura 24 - Microfotografias do Grupo 08	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planejamento das atividades.....	30
Tabela 2 - Lista de materiais do <i>smart</i> -microscópio	32
Tabela 3 - Significado de STEAM no <i>smart</i> -microscópio	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL CURRICULAR GAÚCHO PARA O ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE “MUDANÇA” CURRICULAR	18
2.1. O que entendemos por currículo?.....	18
2.2. Currículo integrado em sala de aula.....	19
3. PERSPECTIVA STEAM EM SALA DE AULA: UMA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	21
3.1. Considerações históricas	21
3.2. Cultura Maker e Aprendizagem Baseada em Projetos.....	23
3.3. STEM/STEAM e os documentos oficiais	25
3.4. Microfotografia em sala de aula.....	26
4. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	29
4.1. <i>Smart</i> -microscópio	31
4.2. Atividade 01 – Pesquisa sobre microscópio.....	34
4.3. Atividade 02 – Apresentação dos grupos sobre a pesquisa.....	35
4.4. Atividade 03 – Montagem do <i>smart</i> -microscópio.....	37
4.5. Atividade 04 – Capturando microfotografias.....	40
4.6. Atividade 05 – Tratamento das microfotografias e montagem de apresentações	45
4.7. STEAM e as atividades desenvolvidas	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE I – MATERIAL DA ATIVIDADE 01	54
APÊNDICE II – MATERIAL DA ATIVIDADE 03	55
APÊNDICE III – CARTA À DIREÇÃO DA ESCOLA	57
APÊNDICE IV – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO.....	58
APÊNDICE V – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	60
APÊNDICE VI – ÁLBUM DOS DESTAQUES DE FOTOS DOS GRUPOS	61

1. INTRODUÇÃO

Ingressei na Licenciatura em Matemática pela UFRGS no segundo semestre de 2017, após muitos questionamentos sobre qual curso deveria seguir após a educação básica. A necessidade de me matricular em uma graduação que possibilitasse trabalhar durante o dia fez com que eu selecionasse a modalidade noturna da Licenciatura em Matemática na Universidade.

Trabalhei, inicialmente, como bolsista na Biblioteca do Instituto de Química da UFRGS e, posteriormente, ingressei na monitoria acadêmica da disciplina de Computador na Matemática Elementar. A partir daí, segui no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, concomitantemente às aulas particulares que eu também ministrava e a um estágio não obrigatório na rede municipal de Porto Alegre. Tive, em 2019, estas atividades interrompidas para fazer um intercâmbio para Portugal, pelo Programa de Licenciaturas Internacionais – PLI, o qual me trouxe contribuições excepcionais. Não apenas na formação acadêmica, mas socialmente, como pessoa.

Retornando ao Brasil em julho de 2020 me deparei com a realidade da pandemia no nosso país e a necessidade das aulas remotas na UFRGS. Assim me mantive por três semestres, com os quais atuei em dois deles como monitor de Introdução às Funções Algébricas e, no terceiro, fui bolsista de extensão em parceria com o Colégio de Aplicação da Universidade.

Finalmente, chegamos ao momento que eu almejava: finalizei minha bolsa e ingressei, em fevereiro de 2022, como professor, na rede estadual de Porto Alegre. Fui selecionado para ser docente temporário de Matemática em turmas do Ensino Médio – EM. Entretanto, devido à implementação da formação complementar e dos itinerários formativos promulgados pelo Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio, recebi a proposta da diretora da escola de ministrar, também, aulas do itinerário de *Cultura e Tecnologias Digitais* para as turmas de Primeiro Ano do EM. Aceitei o desafio e hoje agradeço muito pelo convite, pois foi essa experiência que me possibilitou desenvolver este Trabalho de Conclusão de Curso.

O desafio de ministrar algo completamente novo se dá, sobretudo, pelo fato de que não há muitos referenciais em que possamos nos ancorar para compreender ou desenvolver o itinerário formativo proposto pela Secretaria de Estado da Educação – SEDUC RS. Esta “provocação”, enquanto licenciando em matemática, me fez pesquisar muito sobre como

planejar atividades para um componente curricular “novo” e que façam sentido para a vida dos meus alunos e alunas. Nesse sentido, busquei trabalhar de forma integrada os componentes curriculares Matemática e *Cultura e Tecnologias Digitais* tanto na minha prática cotidiana como nas atividades de estágio de docência. Durante o estágio (com a orientação da professora Andréia, hoje orientadora deste TCC) planejei e desenvolvi atividades que envolviam a modelagem matemática para fazer simulações sobre o impacto do desmatamento da Amazônia para o futuro. A partir desse projeto desenvolvido ao longo do estágio nasce a proposta do TCC, que faria uso do STEAM.

Tendo STEAM como elemento norteador para o projeto, faltava “apenas” um item: desenhar um projeto que envolvesse tecnologias digitais e matemática, e que trouxesse a engenharia e as artes numa perspectiva científica e criativa. Uma possibilidade seria trabalhar com fotografia e, durante as pesquisas, me deparei com um livro de projetos integradores para o Ensino Médio produzido por Gustavo Oliveira Pugliese, intitulado *#Novo Ensino Médio – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*.

Durante a leitura, me identifiquei com um projeto que abordava a criação de um microscópio de baixo custo com estudantes. Dada a falta de um microscópio na escola em que trabalho e a curiosidade dos alunos em saber como este equipamento funciona, encontrei ali uma possibilidade de prática para a minha pesquisa. Desse percurso nasce a questão norteadora da pesquisa.

Que contribuições uma prática com a produção de fotografias usando um “microscópio” com o celular pode trazer para o contexto das aulas de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais de forma integrada? Esta pergunta que perpassa toda a pesquisa conversa com os objetivos que são, a saber:

- Estudar a perspectiva STEAM a partir de artigos e livros da literatura;
- Compreender o papel da Matemática e do itinerário formativo de Cultura e Tecnologias Digitais no contexto do Novo Ensino Médio a partir do proposto pelo Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio;
- Elaborar, aplicar e analisar atividades nos componentes de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais que envolvam o STEAM.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma prática com projetos com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de Porto Alegre.

A monografia apresenta a pesquisa e está organizada em capítulos sendo o primeiro essa Introdução, que aborda brevemente o meu percurso acadêmico até os momentos atuais, e a contextualização da pesquisa, trazendo a questão norteadora da pesquisa e seus objetivos.

O Capítulo 2, discute o Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio, enquanto proposta de mudança na estrutura curricular e adequação a BNCC. Ao longo das seções, são contempladas algumas discussões envolvendo a concepção de currículo proposta por Sacristán (2000), bem como de currículo integrado, apresentadas por Santomé (1998).

Na sequência, no capítulo 3 apresento a metodologia utilizada como base para esta pesquisa: a perspectiva STEAM e as contribuições de Bacich e Holanda (2020), e a visão de Ferraz e Kalhil (2022) sobre fotografia.

No capítulo 4 descrevo os procedimentos desenvolvidos ao longo da pesquisa, contemplando um relato de cada uma das atividades produzidas, e analisando as vivências que os estudantes tiveram durante a condução do projeto, refletindo sobre as expectativas com relação à teoria STEAM e a realidade vivida em sala de aula.

Para finalizar, trago as considerações finais e as referências utilizadas ao longo da pesquisa e os apêndices. Nos apêndices estão os materiais de orientação entregues aos alunos ao longo da prática, os termos de consentimento da escola e assentimento dos estudantes, finalizando com um álbum com algumas das microfotografias produzidas pelos estudantes.

Ressalto que o capítulo de descrição das atividades e análises foi escrito na forma de narrativa, uma vez que a vivência da pesquisa e a produção desse texto monográfico constituíram-se como uma experiência para mim, na perspectiva de Jorge Larrosa e gostaria de narrar essa experiência, enquanto professor-pesquisador participante de todo o processo descrito na prática.

Além disso, a dificuldade e os desafios mencionados no tocante ao planejamento e condução de atividades de algo completamente novo (no caso dos itinerários formativos) dá lugar à possibilidade de relatar esta prática enquanto inserido no processo.

Jorge Larrosa, em uma conferência na cidade de Mar del Plata (Argentina) em 2007, esclarece ¹:

Experiência é sempre a experiência de algo. Experiência exige um acontecimento. Exige passar por algo que não sou eu. (...) Significa, também, que é algo que não depende de mim, não é uma projeção de mim mesmo. Não é uma projeção do que já sei, nem do que já penso, nem do que já sinto etc. (...) [O sujeito de experiência] é incapaz de experiência, ou seja, nunca será um sujeito de experiência esse tipo de pessoa que, encontrem o que encontrem, sempre se encontram consigo mesma.

Tendo em mente essa visão de experiência como algo que antes não existia, trago um relato da minha prática enquanto um acontecimento que desencadeou toda essa narrativa. Nas palavras de Larrosa, “se o experimento é genérico, a experiência é singular”. Abordo, portanto, a pesquisa desta monografia com o tom da subjetividade que permeou o trabalho.

¹ Trecho retirado a partir da conferência disponível em <https://youtu.be/7kRamPWp1as>. Acesso em 25 set. 2022.

2. REFERENCIAL CURRICULAR GAÚCHO PARA O ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE “MUDANÇA” CURRICULAR

Nesta seção apresento um breve apanhado histórico sobre os documentos oficiais do Brasil que discorrem sobre currículo e educação, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais até a normativa mais recente, que é a Base Nacional Comum Curricular. Adiante, abordarei com mais detalhamento o Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio, homologado em 2020. Primeiramente, trago dentre as possíveis concepções de currículo, aquela que me identifiquei e com a qual trabalhei ao longo da pesquisa.

2.1. O que entendemos por currículo?

Devido à grande pluralidade de professores, é evidente que cada um se identifica mais com alguma metodologia de ensino do que com outras. Não obstante, existe uma certa ideia de que as disciplinas da educação básica devem ser trabalhadas a partir de um contexto fechado: aula de física, aula de geografia, aula de matemática etc. Essa forma de pensar o ensino é problematizada a partir de uma proposta de currículo integrado, que já vem sendo discutida há algumas décadas.

Antes de abordar a integração de currículo, é preciso se ater ao significado deste termo. Diversos autores da literatura contribuem com as suas concepções de currículo, mas, para Sacristán (2013), o currículo

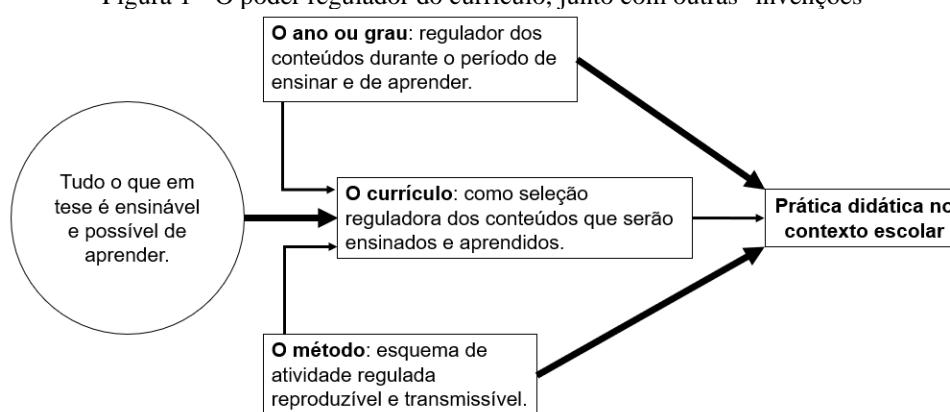
(...) representa a expressão e a proposta da organização e dos segmentos e fragmentos dos conteúdos que o compõem; é uma espécie de ordenação ou partitura que articula os episódios isolados das ações, sem a qual esses ficariam desordenados, isolados entre si ou simplesmente justapostos, provocando uma aprendizagem fragmentada. (SACRISTÁN, 2013, p. 17).

O autor vai além, enfatizando que os componentes curriculares possuem uma barreira que separa em “caixas” isoladas as áreas do conhecimento:

O currículo desempenha uma função dupla – organizadora e ao mesmo tempo unificadora – do ensinar e do aprender, por um lado, e, por outro, cria um paradoxo, devido ao fato de que nele se reforçam as fronteiras (e muralhas) que delimitam seus componentes, como, por exemplo, a separação entre as matérias ou disciplinas que o compõem. (ibidem, p. 17).

Além do mais, ele nos traz a problematização da concepção de currículo enquanto algo que, supostamente, é possível de ensinar e de aprender, de acordo com o ano escolar e o método empregado nestas práticas.

Figura 1 - O poder regulador do currículo, junto com outras "invenções"



Fonte: Sacristán (2013)

Através da dualidade problematizadora existente na visão curricular de Sacristán (2013), busca-se um horizonte de possibilidades que não criem mais muralhas entre os componentes curriculares, mas sim as reduza cada vez mais, pois “não haverá mudança significativa de cultura na escolarização se não forem alterados os mecanismos que produzem a intermediação didática; ou, em outras palavras: toda proposta cultural sempre será mediada por esses mecanismos” (ibidem, p. 22).

2.2. Currículo integrado em sala de aula

De acordo com o dicionário, integração pode ser definida como *Incorporação; ação de incorporar, de unir os elementos num só grupo*. Trazendo este significado para o âmbito da educação, com ênfase no currículo, obtemos a ideia de currículo integrado. Inúmeros autores de currículo dissertam sobre a proposta de integração, mas, neste trabalho, iremos nos ater às contribuições trazidas por Jurjo Torres Santomé.

Historicamente a relevância do conhecimento escolar é discutida, sobretudo do distanciamento existente entre o aprendizado das instituições de ensino e a realidade fora de suas paredes. Junto disso surgem as supostas soluções que buscam contemplar o cotidiano dos estudantes no trabalho curricular (SANTOMÉ, 1998). No início do século XX “aparecem os termos “método de projetos”, segundo William H. Kilpatrick, “centros de interesse”, segundo Ovide Decroly (...)” (ibidem, p. 10).

Estabelecendo um paralelo entre o âmbito educacional e outras esferas sociais, Santomé (1998) nos indica que a situação dos processos de produção da época estava bem similar:

Podemos constatar que ocorre uma coincidência temporal, por exemplo, entre os ataques que os movimentos sindicais do início do século dirigem contra as políticas

trabalhistas e de produção planejadas sob os pressupostos de um “controle científico”, segundo os princípios daquilo que Frederick Winslow Taylor rotulou de “*Management científico*” e, por outro lado, com os discursos de John Dewey e William H. Hilpatrick, exigindo uma reconsideração completa, tanto da função como da prática da educação. (ibidem, p. 10).

Baseado nessa visão que Sacristán a respeito do currículo, utilizamos essas contribuições para a perspectiva deste conceito como algo organizador e unificador, indo de encontro, porém, ao viés paradoxal de reforço com fronteiras e muralhas entre os componentes curriculares da educação básica. Currículo integrado é, para Santomé (1996, p. 64), uma “[...] forma de organizar os conteúdos culturais dos currículos de maneira significativa, de tal forma que desde o primeiro momento os alunos e alunas compreendem o quê e o porquê das tarefas escolares nas quais se envolvem”. Fazemos uso, portanto, de um panorama significativo e cultural proposto pelo autor, não restringindo o currículo como uma mera seleção reguladora de objetos do conhecimento.

3. PERSPECTIVA STEAM EM SALA DE AULA: UMA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

O presente trabalho ancora-se na possibilidade do desenvolvimento de projetos que promovam a integração entre diferentes áreas do conhecimento. Pensando nisso, esta seção é dedicada a discussão sobre o que se entende por abordagem STEAM e como podemos fazer uso dela no âmbito da Educação Matemática.

3.1. Considerações históricas

Críticas sobre os sistemas de ensino não são novas. Pelo contrário, existem há muito tempo. Paulo Freire já nos dizia que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. Diante desta frase, não podemos nos permitir, enquanto professores, que os estudantes sejam tratados apenas como seres passivos e receptores de conhecimento. Este juízo dá lugar à perspectiva de fomentar o protagonismo dos estudantes em sala de aula e, para que possamos nos apropriar de inúmeras formas de educar, existem as metodologias de ensino. No campo da Educação Matemática, estas metodologias de ensino levam comumente o nome de Tendências em Educação Matemática.

Bacich e Holanda (2020) nos mostram que o surgimento de novos recursos e metodologias estão intrinsecamente relacionados com a cada vez mais difundida discussão sobre o protagonismo estudantil em sala de aula. Embora cada professor se identifique com uma determinada forma de ensino, é possível dizer que um dos principais objetivos dessa pluralidade de métodos é atingir positivamente o maior número de estudantes possível: é para eles que são desenvolvidos tantos recursos.

Também é importante salientar, no tocante ao protagonismo estudantil frente à diferentes metodologias, que as variáveis desse problema, se tomadas como isoladas, não solucionarão coisa alguma. Em função disso,

(...) não podemos deixar de citar a preocupação constante em relação à formação integral dos estudantes (...), que desenvolva um cidadão criativo, capaz de usar o conhecimento para elaborar argumentos, resolver problemas de forma crítica e com base em argumentos sólidos e atuar de forma ampla, modificando sua realidade por meio da responsabilidade social, do autocuidado, da empatia, da colaboração com seus pares. (BACICH, HOLANDA, 2020, p. 2).

A partir desses motivos e da preocupação com a formação do estudante enquanto cidadão, emerge uma metodologia que veio a ser denominada como STEM (assim

anteriormente chamado) (CNI, 2021 *apud* FERRAZ, KALHIL, 2022), que compreende *Science, Technology, Engineering e Mathematics*. De alguma forma, muitos países incluíram essa “tendência” nos seus sistemas de ensino:

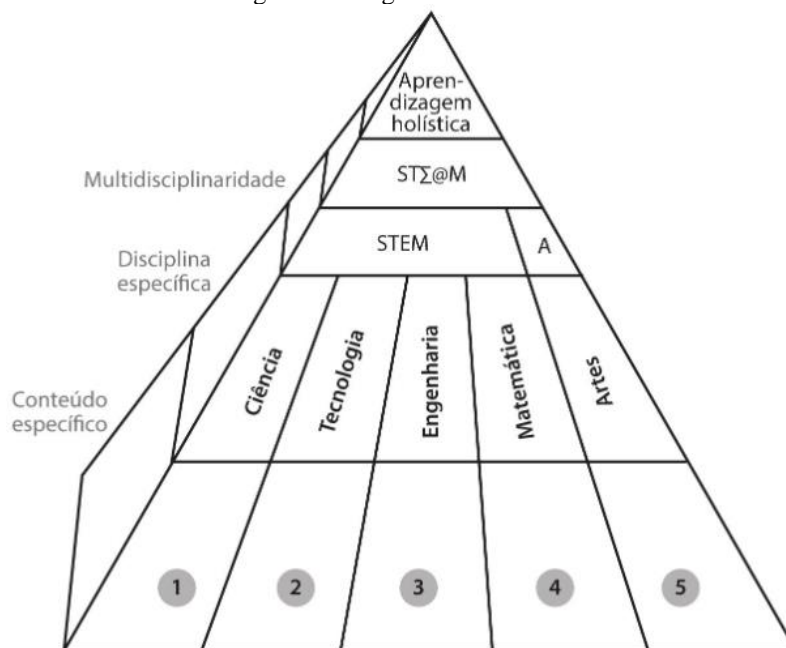
Na China, a educação STEM tem sido considerada uma forma de oferecer maiores oportunidades para os estudantes se prepararem para os desafios do futuro, envolvendo a investigação, o pensamento crítico, A INOVAÇÃO. Com a fundação do Center for STEM Education, há o foco no desenvolvimento de talentos para essas áreas (YIRAN, 2019). Na Austrália, foi criado um programa, denominado National STEM School Education Strategy, iniciado em 2016 e com duração prevista até 2026, que pretende preparar os estudantes com base nas competências e habilidades que podem ser construídas pela educação STEM (AUSTRALIAN GVERNMENT, c2020). No Reino Unido, várias são as discussões sobre a importância de desenvolver as habilidades STEM e, sobretudo, valorizar a participação das mulheres em carreiras dessa área (HOUSE OF COMMONS COMMITTEE OF PUBLIC ACCOUNTS, 2018). Identificam-se as mesmas preocupações em diferentes países da União Europeia (...). (BACICH, HOLANDA, 2020, p. 2,3).

Como pude perceber, muitas nações acabaram por adotar a educação STEM nos seus sistemas educacionais, fazendo é claro, as devidas adaptações para os contextos sociais, culturais e educacionais de cada local (BACICH, HOLANDA, 2020). Em função da difusão internacional dessa perspectiva, o termo STEM passou a ser considerado também como um movimento educacional e não apenas como uma abordagem de ensino.

No entanto, o modelo STEM, enquanto integração entre Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, possui um elemento restritivo: a ausência da representação das ciências humanas e sociais através das habilidades humanísticas e comportamentais. O acrônimo STEM ganhou, portanto, a sigla A das Artes, formando o que hoje é conhecido por STEAM, que contempla a expressão artística dos estudantes.

Com todos os termos desta sigla, obtemos S+T+E+A+M, que promove, para Bacich e Holanda (2020) representado na Figura 2, a aprendizagem holística, isto é, além de proporcionar uma aprendizagem não fragmentada, pode fomentar a formação de cidadãos como protagonistas nas diversas questões da sociedade.

Figura 2 - Diagrama do STEAM



Fonte: Bacich e Holanda (2020)

Nas numerações indicadas na Figura 2, temos algumas das subáreas de cada termo “geral” das cinco abordagens do STEAM:

1. História da origem dos conceitos, processos de investigação, física, biologia, química, ciências espaciais, geociências, bioquímica;
2. História das tecnologias, tecnologia e sociedade, *design*, habilidades, projetos para o mundo, agricultura, biomedicina, biotecnologia, informática, comunicação, construção, indústrias, transporte, energia;
3. Aeroespacial, fluidos, arquitetura, agronomia, civil, computacional, de minas, acústica, química, elétrica, ambiental, industrial, de materiais, mecânica, dos oceanos, naval;
4. Operações, álgebra, geometria, medições, análise de dados, probabilidade, resolução de problemas, comunicação, cálculos, trigonometria, causas e efeitos;
5. Humanidades (finas, visuais, performáticas): música, teatro, fisiologia (artes manuais, corporais e psicologia), antropologia, relações internacionais, filosofia.

3.2. Cultura *Maker* e Aprendizagem Baseada em Projetos

Embora trago STEAM como uma metodologia, ou seja, como uma forma de ensinar a partir de uma perspectiva que integra os cinco componentes que compõem o acrônimo, há autores que defendem que essa teoria deve carregar o termo “movimento” como palavra mais justa, devido ao seu impacto social e educacional em inúmeros países.

Pugliesi (2020) afirma que a educação STEM (posteriormente reconhecido como STEAM) é um dos caminhos a serem trilhados para a quebra da passividade exacerbada dos alunos, que pode vir a torná-los como sujeitos protagonistas e atuantes desse processo de ensino-aprendizagem. Não obstante, a ideia que se encontra por trás dessa integração entre as cinco áreas e que a sustenta é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP²), cuja tradução vem do termo original *Project based learning* (PBL). Esta metodologia

(...) pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas. [...] A investigação dos alunos é profundamente integrada à aprendizagem baseada em projetos, e como eles têm, em geral, algum poder de escolha em relação ao projeto do seu grupo e aos métodos a serem usados para desenvolvê-los, eles tendem a ter uma motivação muito maior para trabalhar de forma diligente na solução de problemas. (BENDER, 2014, p. 15).

É através desse viés investigativo, que possa promover motivação e trabalho em equipe, que a educação STEAM se ancora:

Ao refletirmos sobre problemas reais, complexos, como o aquecimento global ou a produção de energia que gere menor impacto ao ambiente, não existem soluções triviais que dependam apenas dos conhecimentos de uma única área. É nesse sentido que reforçamos a importância do trabalho com projetos que sejam *interdisciplinares*, para que os estudantes percebam a conexão entre os conhecimentos de diferentes áreas na resolução de problemas e na produção de novas tecnologias.

É nessa vertente que traçamos a primeira intersecção entre o STEAM e a ABP. (BACICH, HOLANDA, 2020, p. 34).

Dentro desse ambiente de projetos e de integração entre diversas áreas emerge a Cultura *Maker*, que tem como pressuposto o “*learning by doing*”, isto é, aprender fazendo (GHIDONI, 2020). Este é um método de ensino que tem se destacado através do “*hands-on*” (mão na massa),

(...) caracterizadas por ancorarem competências cognitivas e socioemocionais – como atitude crítica, criatividade, autonomia e colaboração – à temas e situações pertinentes aos estudantes, por meio de resolução de problemas e desafios, permitindo, através de ações práticas de criação, a construção do conhecimento poderoso de forma concreta. (GHIDONI, 2020, p. 17).

Bacich e Holanda (2020), contudo, evidenciam que há muitos trabalhos de STEAM utilizando a metodologia ABP pensando, apenas, na área da robótica, pensando apenas no caminho utilitarista do termo A das artes, visando o “embelezamento” do produto. Para esses

² Tomemos, aqui, um certo cuidado: A sigla ABP é utilizada para representar tanto Aprendizagem Baseada em Projetos com Aprendizagem Baseada em Problemas, que são duas metodologias de ensino. Neste trabalho usaremos ABP como Aprendizagem Baseada em Projetos.

autores, “STEAM não se trata necessariamente de computadores caros e impressoras 3D” (p. 23, 24).

É possível inferir, portanto, que um projeto STEAM visa o desenvolvimento de trabalhos cooperativos que possam desenvolver senso crítico, cidadãos efetivamente atuantes na sociedade e que, também, se apropriem de conhecimentos “escolares” de forma integrada, interseccionando e contemplando os componentes S+T+E+A+M, através da ABP, ancoradas no Movimento *Maker*.

3.3. STEM/STEAM e os documentos oficiais

À luz da tentativa de propor um (suposto) novo Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC – é o documento oficial brasileiro mais recente que dispõe sobre “mudanças” na educação e na sua forma de ensinar. Ao abordar que a aprendizagem deve ser baseada através do *saber fazer* como superior ao *puro saber* (BRASIL, 2017), o documento divide esse processo de saber fazer em habilidades e competências:

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2017, p. 8).

De forma direta, a BNCC não indica que STEAM deva ser uma perspectiva a ser adotada nas instituições de ensino. Todavia, vai ao encontro das perspectivas e habilidades do século XXI (BACICH; HOLANDA, 2020). Como esse é um documento de caráter geral para o país inteiro,

(...) cabe aos sistemas e redes de ensino, assim com as escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora. (BRASIL, 2017, p. 19).

Dentro dessa perspectiva de temas transversais e resolução de problemas práticos do cotidiano, a Base vai ao encontro do que se espera de uma abordagem STEAM. Além do mais, no tocante à adaptação da BNCC para cada estado, o Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio – RCGEM³ – trouxe algumas considerações, que se aproximam ainda mais do STEAM para as atividades integradoras.

³ Não nos atentaremos num aprofundamento sobre o RCGEM, uma vez que ele foi abordado com o devido detalhamento na Seção 2.

(...) o professor deve dispor de variados métodos de ensino, valer-se de recursos didáticos e metodologias atrativas, a exemplo do Movimento Maker, Steam, Metodologias Ativas, como: Metodologia da Problematização; Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP; Oficinas Pedagógicas; Gamificação/Jogos; sala de Aula Invertida; Ensino por Projetos; Estudos de Caso; Ensino Personalizado; entre outras. Metodologias estas que, ao colocar o estudante no centro do processo e apresentar o professor como mediador das aprendizagens, contribuem com o surgimento de novas perspectivas de ensino (...). (RS, RCGEM, 2021, p. 260).

3.4. Microfotografia em sala de aula

A fotografia é uma técnica existente há algumas décadas que já passou por inúmeras etapas de evolução que perpassam desde as capturas em preto e branco até as mais atuais como, por exemplo, as de caráter digital, que podem ser obtidas a partir de um equipamento muito reduzido, comumente denominado *smartphone*. Estes processos históricos de mudança foram desenvolvidos em consonância com a evolução da sociedade. Entretanto, há de se salientar que as duas modalidades de fotografias⁴ (em papel e digital) não são mutuamente exclusivas: cada uma, com suas especificidades, atende determinadas demandas que necessitam a captura de um momento.

No contexto dos processos de ensinar e aprender matemática é possível estabelecer uma interseção entre a fotografia e as aulas desse componente curricular, uma vez que

O ato de fotografar apresenta uma série de procedimentos que envolvem a Matemática. Sendo necessário, antes de um clique definitivo, diversas informações que dependem basicamente de algum cálculo matemático, como distâncias, estimativas, enquadramento, quantidade de luz, tempo de exposição, proporções, além de outras possibilidades para a criação de uma fotografia com um bom impacto visual (FRANTZ, 2014, *apud* SIMON; DALCIN, 2015, p. 6).

Diante disso, a fotografia torna-se um potencial tema para a articulação dos componentes curriculares da formação geral básica pois, para Brito e Dalcin (2022, p. 3) “elas assumiram funções essenciais em diferentes áreas do conhecimento, como, por exemplo, na astronomia, biologia, história e na arte”. Nesse sentido, a produção de fotografias pode estar presente tanto no componente Matemática Cultura e Tecnologias Digitais, mencionado nas seções anteriores. É possível verificar a contribuição das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na sala de aula. Moran (2000) nos afirma que:

A educação escolar precisa compreender e incorporar mais as novas linguagens, desvendar os seus códigos, dominar as possibilidades de expressão e as possíveis

⁴ Nesta seção detalharemos apenas o âmbito da fotografia enquanto imagens estáticas, sem contemplar as características e potencialidades dos vídeos.

manipulações. É importante educar para usos democráticos, mais progressistas e participativos das tecnologias que facilitem a educação dos indivíduos (MORAN, 2000, p. 36, *apud*, SIMON; DALCIN, 2015, p. 7).

Além disso, a utilização de recursos tecnológicos e das TIC podem vir acompanhadas de um questionamento: o que é possível propor de novo nas atividades utilizando as TIC que, sem elas, não seria possível? Essa pergunta alinhada à perspectiva integradora do STEAM dá lugar à ideia de que “os recursos tecnológicos e a possibilidade de representação e manipulação de objetos matemáticos abrem novas possibilidades para o pensamento matemático” (BASSO; NOTARE, 2015, p. 3).

É extremamente importante salientar, inclusive, que a tecnologia não é sinônimo de praticidade. Pelo contrário: é mencionado o fato de uma nova forma de abordar o pensamento matemático nos estudantes:

Não estamos falando aqui em utilizar a tecnologia para proporcionar mais praticidade e rapidez na execução de algoritmos ou na resolução de problemas, nem mesmo no uso da tecnologia para dar praticidade ao trabalho do professor ou para tornar a aula mais atraente e interessante para o aluno. Estamos falando em utilizar a tecnologia de modo a desencadear o pensamento matemático, a proporcionar aos alunos possibilidades para acessar e manipular objetos matemáticos até então não acessíveis. (ibidem, p. 3).

Essa interligação possível entre o ensino de matemática com às tecnologias digitais e a prática utilizando a fotografia pode gerar um produto interdisciplinar, fabricado pelos estudantes, utilizando várias áreas do conhecimento, o que é um dos pressupostos da educação STEAM, abordada nesta pesquisa.

Dentre as possibilidades identifico a produção de fotografias como algo potente. Diante disso, a prática utilizando a captura de imagens viabilizou o estudo das relações de proporção existentes entre grandezas macro e micro.

Para contemplar Matemática e fotografia, integrando Ciência, Tecnologia, Engenharia e Artes, trabalhei com o conceito de microfotografia com o intuito de estabelecer uma prática pedagógica integrada, conforme apresento na Seção 4.

Não foi encontrado, na literatura, referenciais teóricos que falem sobre microfotografia no ensino de matemática. Em geral, as pesquisas mostraram apenas a utilização de fotografias como elemento intermediador de atividades práticas, mas nada que promova uma relação entre o macro e o micro. Gustavo Oliveira Pugliese (2020), autor do livro de projetos integradores para o Ensino Médio e um dos referenciais teóricos deste trabalho, também não menciona a

relação da fotografia com o macro e o micro em sua obra. Brito e Dalcin (2022) fizeram um levantamento sobre o uso de fotografia no ensino de matemática. Seus estudos indicam que os trabalhos

possuem dois pontos em comum, quais sejam: restringem o uso pedagógico da fotografia à observação de imagens produzidas pelos alunos e, no máximo, discutem questões de enquadramento. Além disso, esse recurso pedagógico visa à construção de conceitos geométricos. Tais maneiras de abordar a fotografia no ensino de matemática vão ao encontro do modo que elas estão inseridas em livros didáticos. (BRITO; DALCIN, 2022, p. 4).

Diante disso, busquei contribuir com este trabalho no campo do ensino de matemática a partir de um projeto integrador que utiliza a “microfotografia”.

4. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Metodologia (ou Movimento) STEAM é uma proposta de ensino a partir de projetos integradores. Ao me apropriar dessa teoria, junto das demais leituras e desafios aos quais me deparei ao longo dos últimos meses, a pergunta de pergunta se tornou cada vez mais evidente: Que contribuições uma prática com a produção de fotografias usando um “microscópio” com o celular pode trazer para o contexto das aulas de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais de forma integrada? Ao desenhar toda a proposta deste Trabalho, os principais objetivos foram elencados, que são, a saber:

- Estudar a abordagem STEAM a partir de artigos e livros da literatura;
- Compreender o papel da Matemática e do itinerário formativo de Cultura e Tecnologias Digitais no contexto do “Novo” Ensino Médio a partir do proposto pelo Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio;
- Elaborar, aplicar e analisar atividades nos componentes curriculares de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais que envolvam o STEAM.

Me atrevo, a partir de agora, a elencar um quarto objetivo, que compreende as minhas dimensões subjetivas, enquanto inserido no contexto dessas atividades. Não podemos esquecer que o professor está, também, em constante aprendizado. É por isso que, se soubesse dos impactos que hoje conheço, o quarto objetivo deste TCC seria, a saber,

- Analisar os efeitos (positivos ou negativos) que os desafios do STEAM, atrelada ao contexto da mudança no Ensino Médio, têm no professor, enquanto intermediador do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Busco, nas considerações finais deste Trabalho, responder à pergunta norteadora interligada ao quarto questionamento/objetivo.

Esta pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Médio Professor Sarmiento Leite, situada em Porto Alegre, nas turmas 101 e 102 do Primeiro Ano do Ensino Médio⁵, com 29 e 28 matriculados, respectivamente, totalizando 57 alunos. Essa participação se deu em consonância com:

⁵ Embora o projeto tenha sido desenvolvido com as turmas 101 e 102, a condução das atividades foi feita de forma separada, dentro dos períodos destinados de acordo com o horário da escola.

- a Carta à Direção da Escola, cujo propósito é coletar a autorização para a execução da pesquisa no ambiente da instituição de ensino;
- o Termo de Consentimento Informado, que solicitou a autorização, aos responsáveis pelos alunos, para a participação na pesquisa como voluntários;
- o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), entregue aos estudantes cujo objetivo é a concordância do (a) aluno como integrante do projeto.

Os três documentos se encontram nos apêndices APÊNDICE III – CARTA À DIREÇÃO DA ESCOLA, APÊNDICE IV – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO e APÊNDICE V – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

Após pesquisar muitas atividades integradas envolvendo a abordagem STEAM e pensando no que se contextualizaria melhor com meus alunos, ancorei minha prática da pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso no *smart*-microscópio: um microscópio caseiro e de baixo custo que possibilita capturar fotos de inúmeros objetos, visando analisar as suas características do mundo micro. Abordarei com detalhes o processo de montagem do *smart*-microscópio na Seção 4.1, indicando em que etapa cada letra do acrônimo STEAM pode ser contemplada.

As demais seções, salvo a última, serão destinadas às discussões e relatos envolvendo cada atividade apresentada aos alunos. Para finalizar o capítulo, desenvolvi uma reflexão entre a prática da pesquisa e a teoria STEAM, verificando se os objetivos foram, de fato, concluídos, apontando o que poderia ser alterado para aplicações futuras.

A Tabela 1 apresenta, de forma resumida, o planejamento elaborado para a pesquisa desenvolvida. Cada encontro teve a duração de 50 minutos.

Tabela 1 - Planejamento das atividades

Atividade	Objetivo	Descrição da Atividade	Data	Turma
Atividade 01	Conhecer um microscópio e suas aplicações.	Pesquisa em pequenos grupos, buscando conhecer os vários tipos de microscópio, trazendo aplicações e relacionando o macro com o micro.	16/08/2022	101
			16/08/2022	102

Atividade 02	Apresentar a pesquisa feita na Atividade 01.	Preparação de uma apresentação de 5-10 minutos sobre as pesquisas feitas, apontando as diferenças entre microscópios e abordar o conceito de limite de resolução.	17/08/2022	101
			17/08/2022	102
Atividade 03	Montar o <i>smart-microscópio</i> .	Utilização das instruções fornecidas no material da atividade para montar o microscópio, de modo que os estudantes verifiquem os erros de montagem nas etapas iniciais.	18/08/2022	101
			18/08/2022	102
Atividade 04	Capturar microfotografias.	Divisão da turma em pequenos grupos para que saiam em busca de amostras na escola e façam a captura das fotos, buscando características micro.	23/08/2022	101
			23/08/2022	102
Atividade 05	Tratar as microfotografias.	Edição das fotos, colocar legenda nas mesmas, apontar as facilidades e/ou dificuldades na captura das fotos e preparar apresentações com estas figuras.	24/08/2022	101
			24/08/2022	102

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1. *Smart-microscópio*

Microscópio que utiliza um *smartphone* ou, de forma mais resumida, *smart-microscópio*. É com este título mais sucinto que Pugliese (2020), na obra ***#Novo Ensino Médio: Projetos Integradores: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias*** aborda o projeto.

O principal objetivo dessa sequência de atividades foi promover, no âmbito escolar, a alfabetização científica dos estudantes, trazendo para eles o que significa ciência, tecnologia e sociedade no patamar coletivo do nosso cotidiano.

A montagem do *smart*-microscópio compreende 4 passos que utilizam, ao todo, os seguintes materiais⁶:

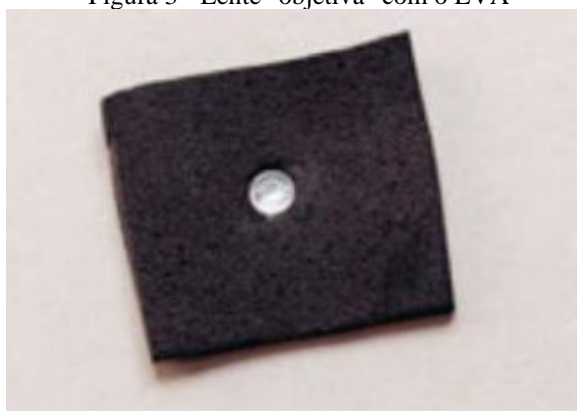
Tabela 2 - Lista de materiais do *smart*-microscópio

Material	Função
1 <i>smartphone</i> com câmera	Lente ocular
1 pedaço de EVA (3 cm x 3 cm) de até 1 mm de espessura	Suporte para colar a lente
1 capa transparente de CD/DVD	Mesa
1 lente de caneta <i>laser</i>	Lente objetiva
1 baralho	Regulador de foco
2 livros	Apoio para a “mesa”
Lanterna	Fonte de luz
Fita adesiva	Colar a lente no <i>smartphone</i>
Tesoura	Recortar o EVA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente é feito, com o auxílio da tesoura, um furo no centro do EVA que tenha o diâmetro da lente da caneta *laser*, que exerce o papel de lente ocular de um microscópio óptico convencional. Depois, utilizando a fita adesiva, cola-se o EVA no celular, de forma que a câmera traseira e a lente estejam o mais alinhadas possível, conforme indica a Figura 3.

Figura 3 - Lente "objetiva" com o EVA



Fonte: Pugliese, 2020

Na sequência, são colocados livros em uma superfície plana, com aproximadamente 10 centímetros de distância entre eles e, acima, é colocada a capa de CD/DVD aberta, deixando a maior parte da mesma em contato com um dos livros, de modo a apoiar a pilha de cartas que servem de regulador de foco para as microfotografias. A Figura 4 apresenta esta etapa final da montagem.

⁶ Vale salientar que todos os materiais, salvo o *smartphone* e a lanterna, foram comprados para que os alunos não tivessem qualquer custo no projeto.

Figura 4 - Estrutura do *smart*-microscópio

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante salientar que não é possível fazer o experimento com animais, uma vez que este tipo de prática requereria a avaliação e aprovação de um comitê de ética.

Junto da pesquisa, que será mais bem descrita na seção seguinte, contemplamos as 5 letras do STEAM:

Tabela 3 - Significado de STEAM no *smart*-microscópio

Letra	Significado	Representação no projeto
S	Science (Ciência)	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa sobre utilização e funcionalidade de um microscópio; - Aplicação do uso do microscópio em diversos ramos da área científica; - Coleta de amostras e captura de fotografias; - Levantamento e aplicação de hipóteses sobre como a foto fica com melhor resolução.
T	Technology (Tecnologia)	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de recursos digitais para a produção de fotografias; - Domínio das plataformas de edição e produção de apresentações.
E	Engineering (Engenharia)	<ul style="list-style-type: none"> - Produção física do <i>smart</i>-microscópio, com adaptações necessárias de acordo com a verificação de erros de construção.
A	Arts (Artes)	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de microfotografias e um olhar para o mundo que não se vê de olho nú; - Tratamento de imagens.
M	Mathematics (Matemática)	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo sobre escalas (macro e microscópicas); - Definição de Limite de Resolução (LR) do olho humano e de microscópios;

- Conceitos de ampliação e redução utilizando lentes (assemelha-se à homotetia).

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. Atividade 01 – Pesquisa sobre microscópio

A proposta do projeto foi apresentada aos estudantes, primeiramente, explicando o funcionamento de toda a dinâmica de trabalho. A ideia foi aceita por eles, no entanto, houve uma série de dúvidas sobre como seria a condução das etapas da prática que viriam na sequência. A questão mais pertinente nos momentos que antecederam a pesquisa foi:

– *A gente vai chegar a usar o microscópio que a gente criar ou vamos ficar só na teoria?*

O questionamento supracitado demonstrou a expectativa que os estudantes colocaram nas atividades. Respondi de forma favorável à questão, salientando que antes de colocar a mão na massa era necessário saber o que estava sendo desenvolvido, justificando a necessidade de uma pesquisa teórica e apresentação para o grande grupo.

A divisão da turma em pequenos grupos de trabalho foi decidida de forma autônoma entre eles, sem qualquer intervenção. Após o agrupamento, os estudantes foram levados ao laboratório de informática da escola, para dar início às pesquisas.

Figura 5 - Estudantes fazendo a pesquisa da Atividade 01



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pude perceber, ao longo da pesquisa e da elaboração das apresentações que os estudantes demonstraram preocupação com o trabalho desenvolvido, uma vez que faziam inúmeros questionamentos sobre os materiais em produção:

– *Sor, assim tá bom?*

– *Até onde a gente vai chegar com esse trabalho?*

Todas as dúvidas foram sanadas por meio de conversas e orientações, da melhor forma possível. Talvez tenham ficado ansiosos pela parte prática do projeto. Mais uma vez foi salientado que, antes da construção física, a pesquisa era de grande importância. Também foi destacada a orientação do material entregue às turmas (disponível no APÊNDICE I – MATERIAL DA ATIVIDADE 01), apontando que a pesquisa deveria ser guiada contemplando os seguintes itens:

- Buscar saber o que é um microscópio e como foi desenvolvido;
- Os tipos de microscópio existentes e de que forma cada um funciona
- Qual é a função da lente de aumento?
- O que significa Limite de Resolução (LR)? O que é escala microscópica?
- Finalizar o trabalho trazendo aplicações do microscópio no dia a dia e em diferentes ramos de trabalho da ciência.

Para finalizar a atividade, foi pedido que os estudantes preparassem as apresentações para um tempo de 10 minutos, visando receber a contribuição dos colegas por cerca de 50 minutos, já que foram formados cinco grupos de trabalho.

Fiquei bastante feliz com a integração dos estudantes e, embora o grande grupo estivesse dividido em cinco grupos menores, foi muito interessante ver como os alunos conversavam entre si, visando saber como estava sendo feito o trabalho, não com intenções de copiar, mas para saber se existia algo destoando muito da proposta.

4.3. Atividade 02 – Apresentação dos grupos sobre a pesquisa

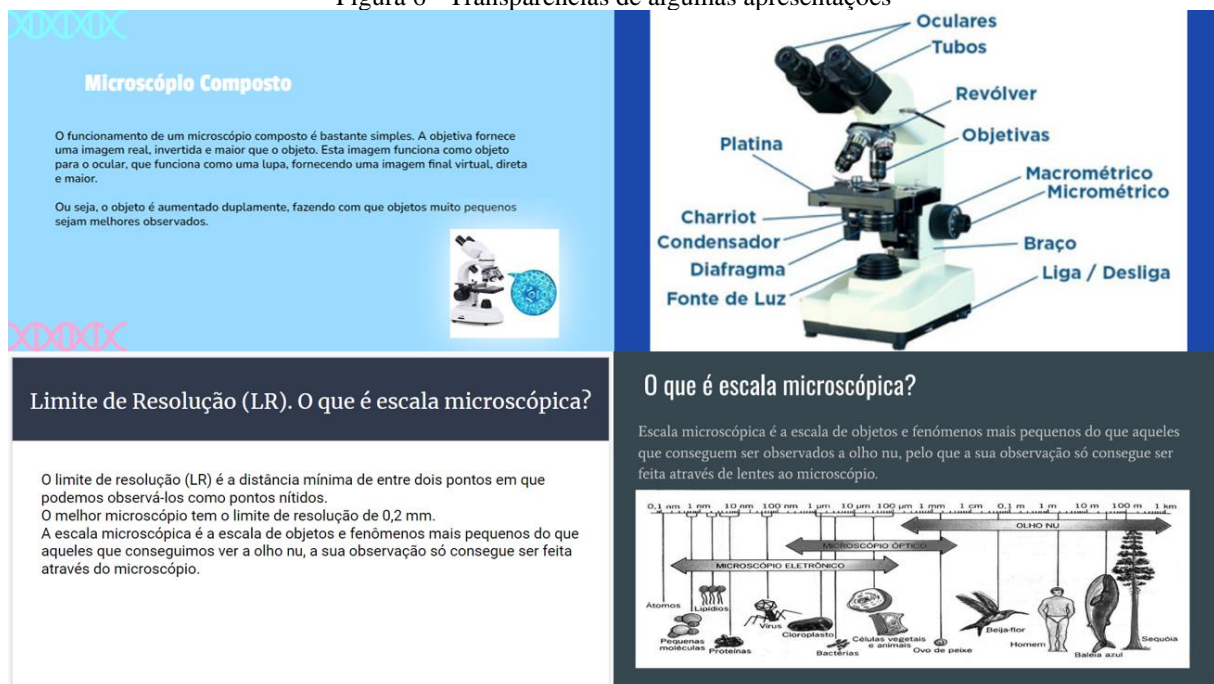
A segunda atividade visou identificar o quanto os estudantes pesquisaram sobre as recomendações apresentadas na Atividade 01. Com isso, as turmas foram levadas à Sala

Audiovisual 2 da escola (segundo andar), que possui quadro, projetor, computador e caixa de som.

Conseguí observar que algumas apresentações ficaram mais bem elaboradas do que outras, por consequência do engajamento dos integrantes de cada grupo de trabalho. Alguns disseram ter participado da pesquisa da Atividade 01, mas não se sentiam confortáveis em falar publicamente, portanto certas apresentações se restringiram à fala de poucos membros. Alguns, mesmo com receio de falar para o grande grupo, se disponibilizaram para fazer as contribuições, de forma individual, apenas para mim, o que foi dado parecer positivo.

A Figura 6 mostra algumas capturas de tela das transparências abordadas pelos estudantes, enquanto a Figura 7 traz a exposição de alguns grupos de trabalho, trazendo as pesquisas feitas de acordo com a lista de instruções.

Figura 6 - Transparências de algumas apresentações



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 - Algumas apresentações da Atividade 02



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi muito interessante verificar que os alunos, por mais timidez que tivessem, auxiliaram-se de forma coletiva sem deixar os colegas “na mão”. Fiquei surpreso com as apresentações trazidas pelos grupos, uma vez que não copiaram e colaram respostas prontas da *web*, mas sim se dedicaram a ler e reler os textos antes de colocá-los nas transparências. Eles explicaram como um microscópio ótico funciona utilizando as lentes (ocular e objetiva), o que seria um pré-requisito para melhor preparar as turmas para a montagem do *smart-microscópio*, que necessita um entendimento sobre a funcionalidade de cada uma das peças da construção.

4.4. Atividade 03 – Montagem do *smart-microscópio*

A terceira atividade parece ter sido o momento mais esperado pelos estudantes: o de poder juntar as informações previamente obtidas para criar o microscópio de baixo custo. Primeiramente foi entregue o material com as instruções, disponível no APÊNDICE II – MATERIAL DA ATIVIDADE 03. A primeira dúvida surgiu:

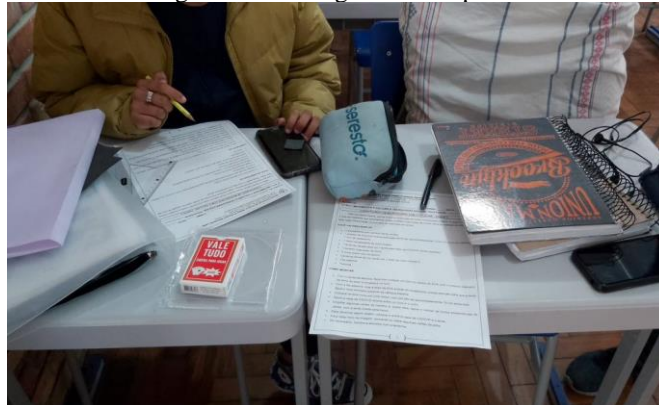
– *Sor, tu não falou que a gente tinha que comprar as coisas!*

Eles pareciam ter preocupação com o custo dos materiais. Foi explicado que eles deveriam, primeiramente, ler com calma as instruções, pois o material havia sido previamente comprado por mim e seria entregue na sequência. Então, foram entregues todas as peças, um *kit* de material para cada grupo de trabalho. Um dos estudantes fez uma brincadeira em tom sarcástico, argumentando duvidar da possibilidade de criar o microscópio com os materiais entregues:

– *Ah, não. Eu duvido que isso aqui funcione.*

Buscando um protagonismo dos estudantes, tanto nos acertos quanto nos erros, foi permitido que eles criassem a construção de forma completamente autônoma, apenas seguindo os passos do material de apoio.

Figura 8 - Montagem do Grupo 08



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 - Montagem do Grupo 06



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Montagem dos grupos 08, 02 e 03

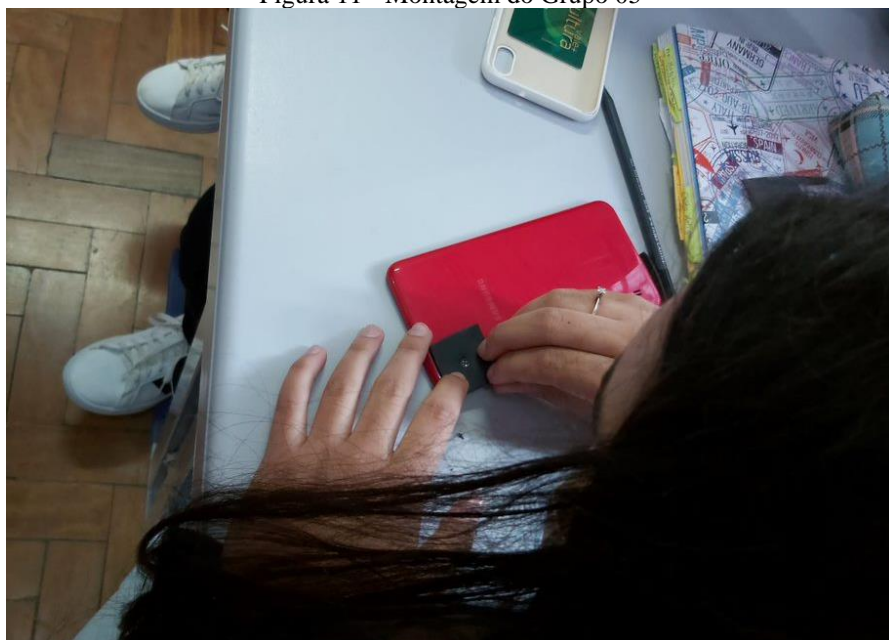


Fonte: Elaborado pelo autor.

Depois de inúmeras tentativas, os grupos perceberam que a necessidade do trabalho em equipe era mais do que necessário. Era extremamente complicado fazer sozinho (a), por exemplo, o encaixe da lente com o EVA de forma alinhada com a câmera do celular e colar a fita de forma a manter o alinhamento, tudo no mesmo ato.

Finalmente, os grupos foram se encontrando e algo de interessante aconteceu que foi de encontro ao que se esperava: pensei que os grupos fossem se “visitar” para ver se a construção estava indo de acordo com o panorama geral, mas cada um decidiu resolver os problemas recorrendo ao auxílio do próprio grupo, visando fazer as devidas adaptações através de discussões e testes, que são alguns dos pressupostos do método científico.

Figura 11 - Montagem do Grupo 05

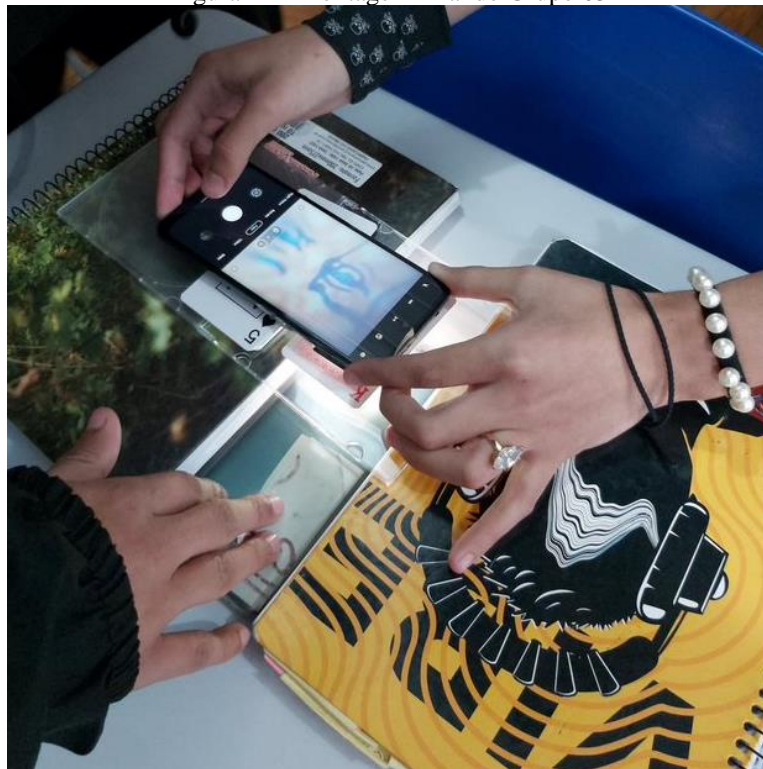


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 12 ilustra a construção final de um dos grupos, que aproveitaram o momento para testar a captura de uma foto utilizando uma das cartas do baralho. Coincidentemente, este grupo foi o que fez a brincadeira que “duvidava” da montagem

– *E não é que deu certo?*

Figura 12 - Montagem final do Grupo 03



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi extremamente enriquecedor ver a adesão dos grupos e, sobretudo, daqueles que pareciam desinteressados nas etapas iniciais.

Como os períodos de aula são de 50 minutos cada, foi explicado para os alunos que esta etapa serviu como momento de engenharia do projeto e as fotos ficariam para outro momento, pois seria destinado um (ou dois) períodos para a seleção das amostras e captura das fotos, novamente mediante instruções prévias.

4.5. Atividade 04 – Capturando microfotografias

A atividade que mais despertou a curiosidade e questionamentos de todos os grupos foi a captura das microfotografias. Foi esta a proposta da Atividade 04, que consistiu na coleta de amostras e nos testes das fotos.

O material de orientações, disponível no APÊNDICE II – MATERIAL DA ATIVIDADE 03, anteriormente entregue aos estudantes, continha breves instruções/dicas no verso da página sobre possíveis formas de melhorar as fotos. De antemão, já expliquei que não era possível fazer o experimento com nenhum tipo de animal, já que a atividade não tinha sido autorizada por um comitê de ética.

– *Não dá para fazer nem numa formiguinha?*

A Figura 13 mostra alguns dos grupos da Turma 102 elaborando um planejamento para coletar as amostras e criando possíveis testes de fotos.

Mais uma vez, foi dada a autonomia para as decisões dos grupos sobre estratégias de fotos e tipos de amostra.

Figura 13 - Grupos de trabalho da Turma 102



Fonte: Elaborado pelo autor

Inicialmente, alguns grupos pensaram em capturar fotos com rótulos de balas, com riscos na parede etc. Embora sejam elementos interessantes para serem analisados, um dos estudantes fez uma pergunta que mudou completamente o rumo da atividade:

– *Não dá para a gente sair para procurar algumas coisas legais?*

Isso gerou o interesse da turma em procurar, fora da sala de aula, itens que despertassem a curiosidade sobre a aparência do objeto na escala micro.

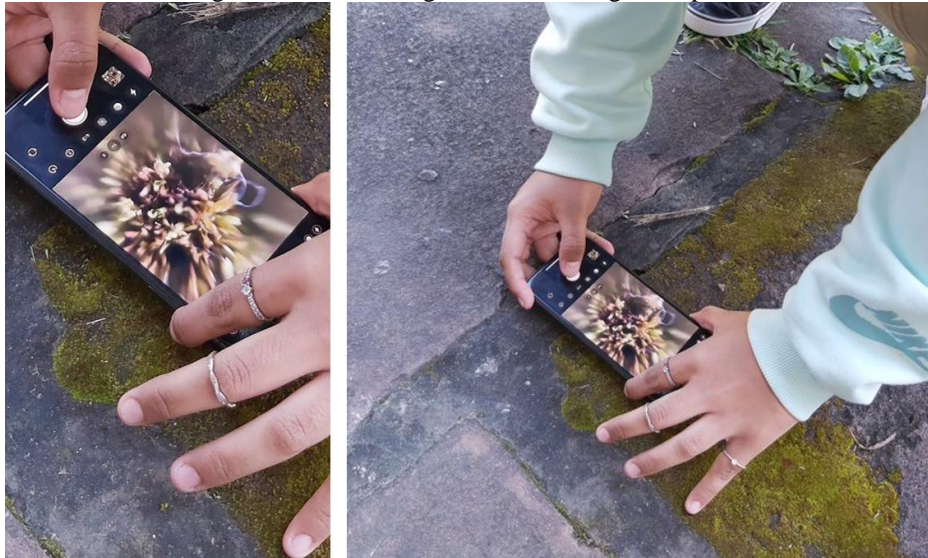
Figura 14 - Grupos da Turma 101 procurando amostras



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos ver, na Figura 15, que a foto foi tirada sem o auxílio da base do microscópio. Isto foi possível pois a estudante que capturou a foto utilizou os próprios dedos da mão como apoio para que o celular não capture uma foto tremida.

Figura 15 - Microfotografia de um musgo: Grupo 06



Fonte: Elaborado pelo autor.

Depois de selecionarem as amostras desejadas, elas foram levadas para a sala. Neste momento consegui perceber, de fato, o empenho dos estudantes pois foram várias as tentativas para tirar fotos de qualidade.

Muitas foram as vezes que os materiais (base, celular com lente e amostra) não permitiram boas fotos devido a problemas de foco. Foi neste momento que os estudantes viram

a necessidade do uso das cartas do baralho como regulador de foto, para aproximar ou afastar a lente da amostra.

Com os devidos ajustes supracitados e com o domínio da engenharia por parte dos grupos, as fotos foram sendo capturadas. Os alunos ficaram muito surpresos ao observar, nas amostras, características anteriormente imperceptíveis. As imagens Figura 16 e Figura 17 retratam momentos das capturas de microfotografias de diferentes grupos.

Figura 16 - Microfotografia de um capim



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 - Microfotografia de uma folha



Fonte: Elaborado pelo autor.

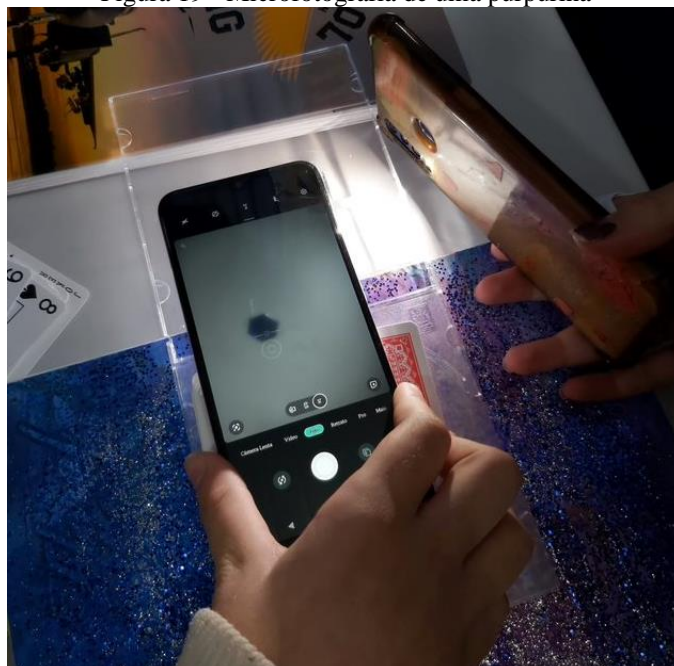
Por vezes, o problema não era o foco, mas sim, a iluminação. Com o foco ajustado e a fotografia escura, os grupos disseram ter entendido o motivo de existir, na lista de materiais, uma lanterna para auxiliar na luminosidade da amostra. Alguns utilizaram a lanterna abaixo da amostra, outros ao lado. A posição e necessidade de uma iluminação extra dependia de dois fatores que são, a saber, a cor da amostra e o brilho do ambiente.

Figura 18 - Microfotografia de um galho



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19 - Microfotografia de uma purpurina



Fonte: Elaborado pelo autor.

– *Olha, sor. Tem a forma de um hexágono!*

Os relatos dos grupos sobre esta atividade foram muito satisfatórios. Eles demonstraram ter entendido que o propósito das microfotografias é entender o conceito de “micro” através da observação de características peculiares que não são possíveis de serem vistas a olho nu.

De todas as atividades propostas, esta foi a que gerou mais interação entre os estudantes. Diferentemente da construção do *smart*-microscópio, em que os grupos optaram por trabalhar de forma mais isolada, a captura de microfotografias fomentou a curiosidade em buscar saber o que outros colegas estariam capturando. Essa atitude deu espaço à oportunidade de observar mais fotos do que era possível apenas um grupo tirar no tempo que nos era disponível em cada período de 50 minutos.

4.6. Atividade 05 – Tratamento das microfotografias e montagem de apresentações

Na última atividade proposta aos estudantes, foi indicado que eles deveriam fazer um tratamento das fotos: dar sentido ao que foi produzido para poder compartilhar as fotografias.

Eles fizeram, dentro dos mesmos grupos de trabalho, a criação de apresentações com as microfotografias que mais chamaram atenção dos integrantes. Foi indicada, também, a necessidade de legenda nas fotos, uma vez que grande parte do que se observa no micro não nos possibilita concluir o que é a amostra vista no macro.

Um dos pontos altos dessa atividade foi o momento de reflexão dos grupos através do apontamento das facilidades e dificuldades na captura destas imagens, verificando que alterações foram feitas para obter melhor qualidade na resolução das figuras.

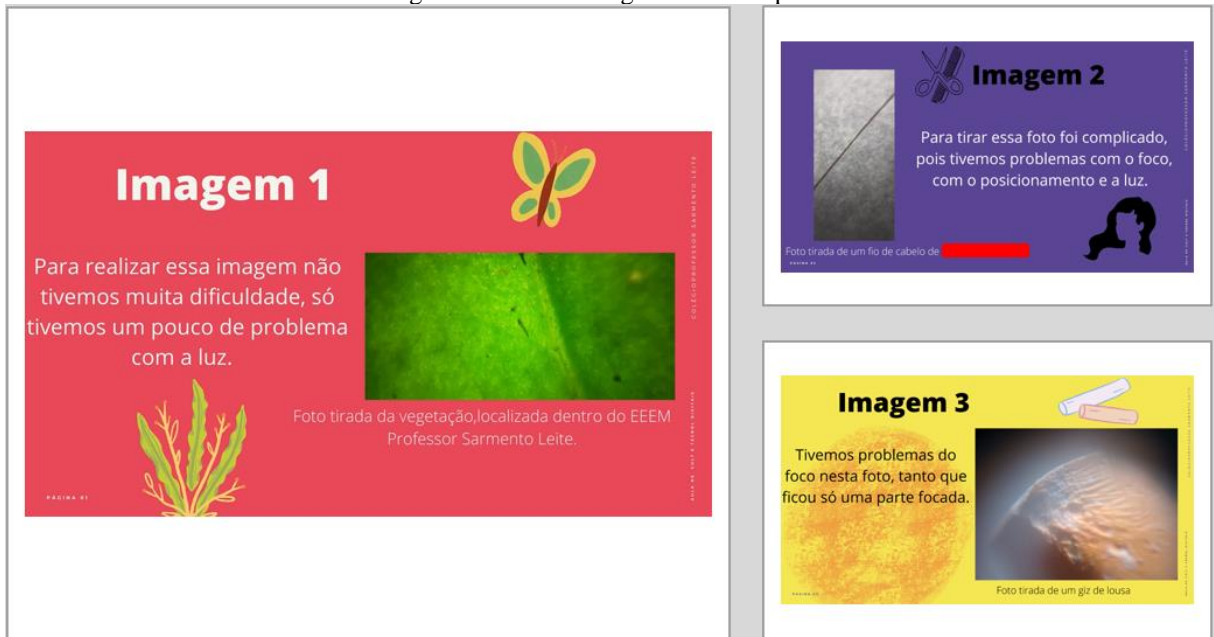
Na sequência, trago algumas apresentações dos grupos, que foram consideradas como destaques no panorama geral das turmas.

Figura 20 - Microfotografias do Grupo 04



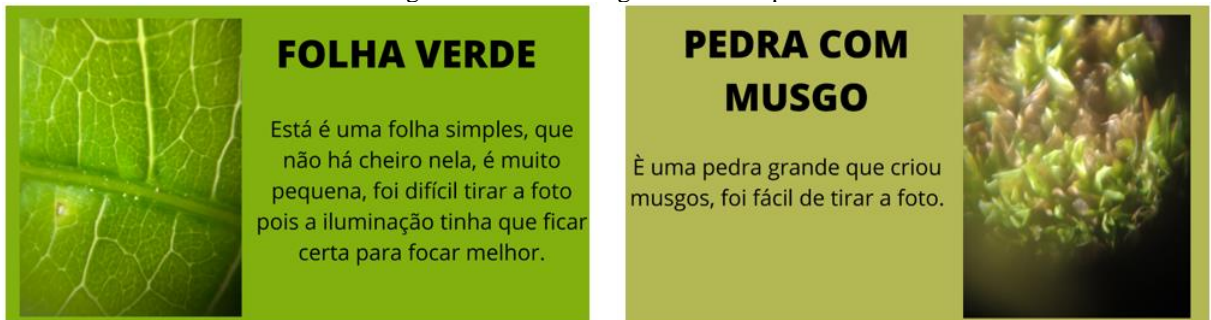
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21 - Microfotografias do Grupo 05



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22 - Microfotografias do Grupo 06



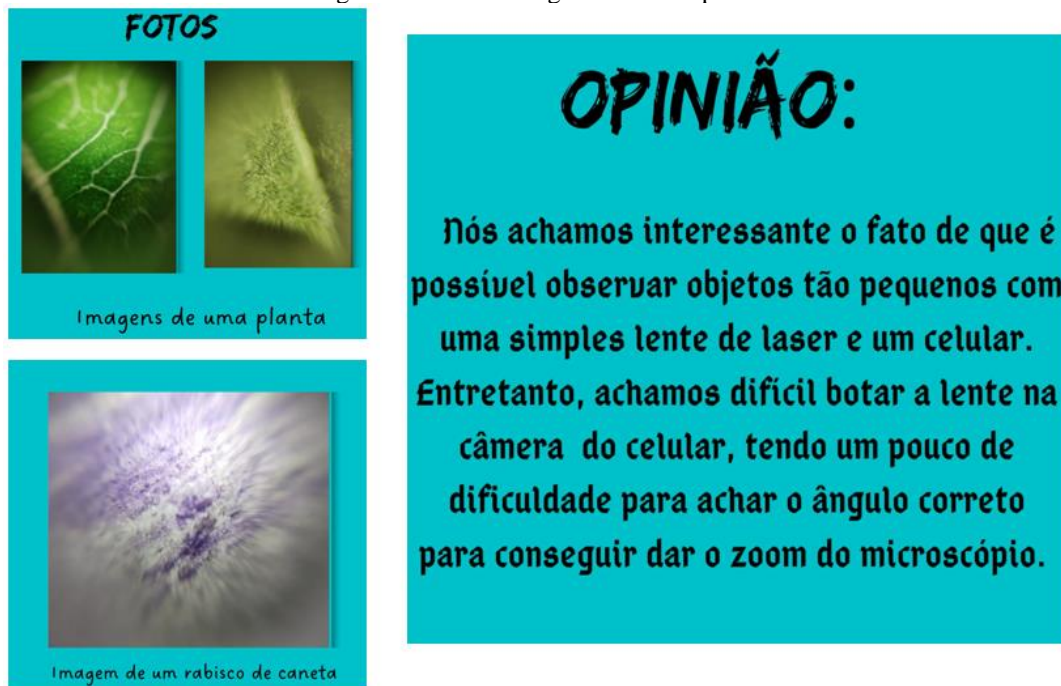
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 - Microfotografias do Grupo 07



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24 - Microfotografias do Grupo 08



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi extremamente gratificante ver o interesse, dedicação e cuidado dos alunos na criação e tratamento das fotografias. Cada um, do seu jeito, contribuiu para que este projeto tomasse forma e saísse do papel e do planejamento. Sem os grupos e a interação dos estudantes, isto não seria possível.

4.7. STEAM e as atividades desenvolvidas

Durante toda a prática pude observar o quanto os estudantes se engajaram. Pela diversidade dos alunos e das duas turmas observei, no início e durante a apresentação da proposta, que nem todos estavam interessados em participar. Os momentos de maior interação entre todos os integrantes dos grupos aconteceram no ato de montagem do equipamento e na captura das microfotografias. Entretanto, nenhum deles se recusou a participar em algum momento.

Com o propósito de estabelecer uma interseção entre as atividades desenvolvidas e o STEAM, me atrevo a inferir que as minhas expectativas foram alcançadas durante a condução e finalização da prática com os estudantes. Os relatos dos alunos e alunas, inclusive, foram bastante positivos.

No âmbito científico (S), os alunos praticaram o pensamento científico, através de hipóteses, testes, falhas e adaptações na prática. A apropriação sobre os conceitos por trás de um microscópio, envolvendo lentes e ramos de trabalho também contemplaram o S do acrônimo STEAM.

Sobre a tecnologia (T), o estudo da estrutura de vários tipos de microscópio, assim como a utilização de recursos digitais para a pesquisa e apresentação da parte teórica contribuíram para o projeto.

Para verificar o componente da engenharia (E), temos a montagem física do *smart*-microscópio, que trouxe a possibilidade do levantamento de adaptações e melhorias no produto, de acordo com a necessidade de cada um dos grupos.

Na área de artes (A), a captura de fotos e o tratamento delas possibilitou a visualização de algo que a maioria dos estudantes disseram nunca ter visto antes. E, para diferenciar STEM de STEAM não adianta inserir algo de arte, mas sim a arte que faça sentido na vida dos estudantes e da comunidade como um todo.

Para finalizar, a matemática (M) foi contemplada através da apropriação dos conceitos de escala, bem como sobre o mundo micro, na teoria e na prática. Aprender matemática não se restringe à aplicação de fórmulas e teoremas, mas possui um vasto leque de aprendizado na visualização desta área, por vezes tão abstrata, no nosso cotidiano.

Além do mais, o desenvolvimento das atividades propostas possibilitou aos estudantes discussões e descobertas sobre o quanto a geometria se encontra na natureza e nos objetos da realidade em que vivemos, sendo muitas vezes características imperceptíveis a olho nu, mas que dão forma a tudo o que conhecemos no mundo macro.

Vale ressaltar, inclusive, que fazer ciência está atrelada à prática de testes/simulações que foram contemplados no âmbito das adaptações feitas na montagem do microscópio, que gera uma interseção com a engenharia e a matemática, por exemplo, com a estrutura física do produto ou no ângulo de inclinação do celular de forma a gerar melhor iluminação.

Aprender ciência seria aprender a falar ciência e que “falar ciência não significa falar sobre a ciência. Significa fazer ciência através de sua linguagem”. Essa linguagem científica abraça não apenas a linguagem verbal da ciência, mas suas práticas e processos, como argumentar, planejar, levantar hipóteses, investigar etc. e, além dessas, conta ainda com a linguagem matemática e pictórica. (Lemke, 1997, *apud* Chernicharo, 2010, p. 20).

Me ancorando novamente na citação acima, outro ponto de destaque da matemática diz respeito à linguagem pictórica, ou seja, a comunicação através de imagens, para representar elementos de escala através das microfotografias produzidas, analisadas e tratadas pelos próprios estudantes. A matemática é uma prática social: trabalhada por pessoas e para pessoas.

Em função disso, a condução de atividades de matemática em sala de aula demanda um bom planejamento, a ressignificação dos papéis (de alunos e professores) na sala de aula para, então, possibilitar uma compreensão matemática que possibilite uma interpretação dos objetos do conhecimento no cotidiano, e para isso a integração com outras áreas foi de extrema importância.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar esta pesquisa posso inferir que as práticas envolvendo fotografia ganharam um sentido na perspectiva STEAM, sobretudo para os estudantes. As atividades conduzidas contemplaram a curiosidade dos estudantes e geraram o caráter social e científico previsto nas letras T, E e A. Fazer uma tarefa envolvendo figuras artísticas não fazem sentido quando possuem algo apenas para embelezá-la. Creio que as artes produzidas tiveram um impacto positivo com os alunos, enquanto sujeitos principais do processo.

Depois de finalizar um trabalho, é natural estabelecer uma autocrítica sobre o projeto, sobretudo salientando o que poderia ser alterado ou aperfeiçoado. Considero que, dentro da educação isso seja essencial, dado que é uma área com poucas certezas e tantas dúvidas. Posso citar, por exemplo, o tempo levado com a construção das atividades. Talvez uma sequência de atividades de tempo mais duradouro possa ser mais efetiva e produza ainda mais impacto e significado para os alunos.

Um dos empecilhos encontrados em diversos momentos, sobretudo naqueles que utilizavam os *chromebooks* da sala multimídia, diz respeito ao acesso à *Internet*. Muitos encontraram dificuldade no acesso à rede e eu tive que compartilhar os dados móveis do meu celular. Embora o roteador *wi-fi* do celular possa conectar em até 8 aparelhos concomitantemente, esta foi uma solução bastante assertiva.

Com sucessos e pequenos imprevistos, estes acontecimentos garantidos por uma (boa) estranheza e por algo que antes “não eram eu” contemplam o conceito de experiência de Larrosa.

Caso este trabalho se desdobre em produções futuras, considero pertinente a adaptação do projeto com uma janela de tempo mais extensa e que traga ainda mais contribuições e relatos aos alunos, através de questionários e *feedbacks* sobre cada um dos encontros produzidos ao longo das atividades, para então fazer a análise sob as inúmeras perspectivas dos autores que compõem o referencial teórico deste Trabalho.

Sobre a pergunta de pesquisa: **Que contribuições uma prática com a produção de fotografias usando um “microscópio” com o celular pode trazer para o contexto das aulas de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais de forma integrada?** Finalizo esta monografia respondendo-a. Nas circunstâncias da prática da pesquisa, verifiquei a importância

(e necessidade) de trabalhar componentes curriculares de maneira integradora. Se existem perguntas, respostas e propostas que transitam entre as disciplinas, por que não contemplar esta possibilidade? Ademais, quase nada encontrei a respeito de atividades com fotografia em aulas de matemática que contemplem uma proposta integradora utilizando conceitos de escala aplicados à microscopia.

Julgo pertinente retomar a citação de Larrosa feita na Introdução. A condução das práticas, enquanto formadoras de experiência, tiveram um papel decisivo na minha visão sobre a docência como um todo e do quanto o currículo ainda está engessado pelo sistema de educação. Existem propostas de currículo integrado e de práticas interdisciplinares nos documentos oficiais há décadas, mas a realidade ainda engatinha para uma efetiva mudança.

Em síntese, concluo que do experimento produzido emergiu uma experiência que gerou um impacto em minha formação, pessoal e acadêmica. Tenho vontade de repetir este projeto com outros estudantes para verificar quais procedimentos da pesquisa seriam alterados, mantidos, criados ou descartados. De qualquer forma, a única certeza que tenho é de que minha visão sobre docência mudou completamente depois deste trabalho. Com ele, tive a certeza de que quero continuar a minha formação acadêmica na área do Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando os conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BASSO, M.; RODRIGUES NOTARE, M. **Pensar-com Tecnologias Digitais de Matemática Dinâmica**. RENOTE, Porto Alegre, v. 13, n. 2, 2015. DOI: 10.22456/1679-1916.61432. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/61432>. Acesso em: 19 out. 2022.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular para Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018.
- BENJAMIN, Walter. **O Narrador**. In: BENJAMIN, Walter. *Magia e Técnica, Arte e Política - ensaios sobre literatura e história da cultura*. Obras escolhidas, volume I, 2ª edição, São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.
- BRITO, A. J.; DALCIN, A. **Fotografia no ensino de matemática: algumas possibilidades**. Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC, Belém/PA, v. 17, n. 40, p. 60-73, Jan.-Abril, 2022. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n40.p60-73.id504>.
- CHERNICHARO, Paula de Souza Lima. **Práticas Docentes e Cultura Científica – O Caso da Biologia**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- FERRAZ, D. S.; KALHIL, J. D. B. **O ensino da matemática e a importância da utilização do steam**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 6, p. 46245- 46262, jun., 2022.
- IMBERNÓN, F. *et al.* **A educação no século XXI: os desafios do futuro imediato**. Tradução: Ernani Rosa. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- LARROSA, Jorge. **Tremores: escritos sobre experiência**. Tradução: Cristina Antunes e João Wanderley Geraldi. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- LARROSA, Jorge. **Pedagogia profana: danças, piruetas e mascaradas**. Tradução: Alfredo Veiga-Neto. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.
- PUGLIESE, G. O. **#Novo Ensino Médio: projetos integradores: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2020.
- RS. Itinerários formativos: componentes obrigatórios. **Ensino Médio Gaúcho**. Disponível em: <https://ensinomediogaicho.educacao.rs.gov.br/Home#graduationcontents>>. Acesso em 09 set 2022.
- RS. **Referencial Curricular Gaúcho do Ensino Médio**. SEDUC – RS, 2021.
- SACRISTÁN, J. G. **A educação obrigatória: seu sentido educativo e social**. Tradução: Jussara Rodrigues. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SACRISTÁN, J. G. *et al.* **Educar por competências: o que há de novo?** Tradução: Carlos Henrique Lucas Lima. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SACRISTÁN, J. G. *et al.* **Saberes e Incertezas Sobre o Currículo.** N.p., Penso Editora, 2013.

SANTOMÉ, J. T. **A instituição escolar e a compreensão da realidade: o currículo integrado.** In SILVA, Luiz Heron (Org). *Novos mapas culturais novas perspectivas educacionais.* Porto Alegre, Sulina, 1996. P. 58-73.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Tradução: Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SIMON, Irmgard; DALCIN, Andréia. **Uso da fotografia e da tecnologia em aula de matemática numa escola do campo.** 2015. 32f. Trabalho de Conclusão de Especialização (Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

APÊNDICE I – MATERIAL DA ATIVIDADE 01



Escola Estadual de Ensino Médio Professor Sarmiento Leite

Rua Eugênio Du Pasquier – 280 – Cristo Redentor – Porto Alegre

Fone: (51) 3341 4933 – Fone/Fax: (51) 3345 2445

Email: professorsarmentoleite01cre@educar.rs.gov.br

ALUNO (A): _____ TURMA: _____ DATA: __/__/__

(3º Bim.) **MATEMÁTICA E CULTURA E TECNOLOGIAS DIGITAIS**: PROFESSOR: *Luís Oliveira*

CONSTRUINDO UM MICROSCÓPIO COM O CELULAR – PARTE 1

Nestas atividades buscaremos desenvolver um projeto que vai interligar nossas aulas de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais: a construção de um microscópio utilizando a câmera do nosso celular.

Antes de iniciar, devemos nos perguntar: *Onde se encontra a matemática nisso? Qual o objetivo desse projeto?* Um termo muito trabalhado nas nossas aulas é o conceito de **escala**. Basicamente, a escala indica a relação que existe entre diversas medidas, através de uma proporção. Num mapa é comum nos depararmos com legendas que indicam, por exemplo, 1:100 000. Isso significa que 1 parte do mapa representa 100 000 partes do contexto real da figura.



Fonte: Google Imagens

Para iniciar, faremos uma pesquisa na *web* para descobrir como um microscópio funciona. Portanto, para a pesquisa, alguns elementos norteadores devem ser observados:

1. O que é um microscópio? Como foi desenvolvido?
2. Como ele funciona? Que tipos de microscópio existem?
3. O que são as lentes de aumento? Como funcionam?
4. Busque saber sobre o limite de resolução (LR). O que é escala microscópica?
5. Finalize trazendo aplicações do uso de microscópios no dia a dia e em diferentes ramos de trabalho.

Faremos uma breve rodada de apresentações em grupos, então preparem uns 5 minutos de fala. O material de pesquisa deve ser entregue ao professor! O grupo deverá permanecer o mesmo até o final do projeto.

Indique, sempre, as fontes da pesquisa! Coloque-as ao final do trabalho.

APÊNDICE II – MATERIAL DA ATIVIDADE 03



Escola Estadual de Ensino Médio Professor Sarmiento Leite

Rua Eugênio Du Pasquier – 280 – Cristo Redentor – Porto Alegre

Fone: (51) 3341 4933 – Fone/Fax: (51) 3345 2445

Email: professorsarmientoite01cre@educar.rs.gov.br

ALUNO (A): _____ TURMA: _____ DATA: __/__/__

(3º Bim.) **MATEMÁTICA E CULTURA E TECNOLOGIAS DIGITAIS**: PROFESSOR: *Luís Oliveira*

CONSTRUINDO UM MICROSCÓPIO COM O CELULAR – PARTE 2

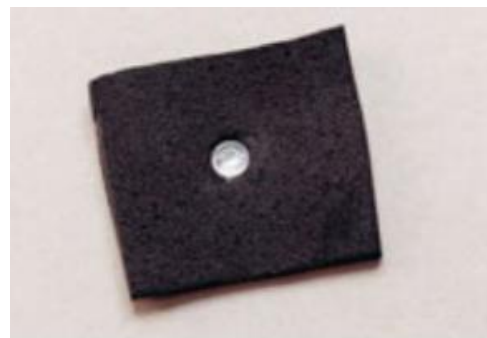
Mão na massa! Agora, vamos iniciar a construção do nosso microscópio caseiro. A seguir temos a lista de materiais que precisamos, então confirmam tudo antes de iniciar, para ter certeza de que não falta nada! Observação: é uma lista de materiais por grupo.

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- 1 *smartphone* com câmera (lente ocular)
- 1 pedaço de espuma vinílica acetinada (EVA) de, aproximadamente, 3 cm x 3 cm e, no máximo, 1 mm de espessura
- 1 capa transparente de DVD (mesa)
- 1 lente de caneta *laser* ou 1 lente para leitor de CD/DVD (lente objetiva)
- 1 baralho (regulador de foco)
- 2 livros (para usar de apoio)
- Lanterna (fonte de luz, pode ser o flash de outro celular?)
- Fita adesiva
- Tesoura

COMO MONTAR

- Com a ajuda da tesoura, faça com cuidado um furo no centro do EVA com o mesmo diâmetro da lente do *laser* e encaixe-a no furo.
- Com a fita adesiva, cole a peça de EVA à lente do *smartphone*; preste atenção para que a lente fique o mais alinhada possível da câmera traseira.



- Coloque os dois livros em uma mesa, com um vão de aproximadamente 10 cm entre eles.
- Apoie a capa de CD/DVD aberta entre um livro e o outro.
- Empilhe algumas cartas de baralho e, sobre elas, apoie o celular de forma perpendicular às cartas, com a lente virada para baixo.
- Para observar algum objeto, coloque-o entre a capa de CD/DVD e a lente.
- Para obter foco na imagem, aumente ou retire algumas cartas da pilha.



- Se necessário, ilumine a amostra com a lanterna.

RESUMO DO PASSO A PASSO

- **Etapa 1** – Furar o EVA e encaixar a lente do *laser*
- **Etapa 2** – Colar a peça do EVA à lente do *smartphone*
- **Etapa 3** – Montar a estrutura do *smart-microscópio*.
- **Etapa 4** – Seleção da amostra
- **Etapa 5** – Observação da amostra

DICAS

- Não manipule animais sob hipótese alguma! Pesquisa com animais precisa ser aprovada por um comitê de ética.
- Quanto mais plana e fina estiver a amostra, melhor será a visualização.
- Centralize a amostra sobre a mesa antes de procurar o foco.

APÊNDICE III – CARTA À DIREÇÃO DA ESCOLA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



Porto Alegre, 11 de julho de 2022.

Prezada Professora Maria Cristina Fagundes da Silva
Diretora da Escola Estadual de Ensino Médio Professor Sarmiento Leite

O aluno Luís Fernando da Costa de Oliveira, atualmente é graduando regularmente matriculado no Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Como parte das exigências do Departamento de Matemática Pura e Aplicada para obtenção do título de Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o graduando está desenvolvendo um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). O TCC produzido deve resultar em material didático de qualidade que possa ser utilizado por outros professores de Matemática. Neste sentido, torna-se extremamente importante realizar experimentos educacionais e, por esta razão, estamos solicitando a sua autorização para que este trabalho possa ser desenvolvido na escola sob sua Direção.

Em caso de manifestação de sua concordância, por favor, registre sua ciência ao final deste documento, o qual está sendo encaminhado em duas vias.

Enquanto pesquisador(a) e professor(a) responsável pela orientação do desenvolvimento do TCC pelo graduando, reitero nosso compromisso ético com os sujeitos dessa pesquisa colocando-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos durante e após a realização da coleta de dados. Para tanto, deixo à disposição o seguinte telefone de contato: (51) 992214760.

Agradecemos a sua atenção.

Cordialmente,

Andréia Dalcin
Professor(a) do Departamento de Matemática Pura e Aplicada

APÊNDICE IV – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA



TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, da turma _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada **UMA PRÁTICA NA PERSPECTIVA STEAM NO ENSINO MÉDIO: MICROFOTOGRAFIAS A PARTIR DE UM MICROSCÓPIO COM O CELULAR**, desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) Luís Fernando da Costa de Oliveira. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Andréia Dalcin, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone (51) 992214760 ou e-mail andrea.dalcin@ufrgs.br.

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Compreender o papel da Matemática e do itinerário formativo de Cultura e Tecnologias Digitais no contexto do Novo Ensino Médio a partir do proposto pelo Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio;

- Elaborar, aplicar e analisar atividades nos componentes curriculares de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais que envolvam a Metodologia STEAM.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc., bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc., sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento dos entrevistados ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho na escola. A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato das entrevistas. Além disso, asseguramos que o estudante poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação

Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre a contribuição da Metodologia STEAM em atividades integradas no Ensino Médio, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional.

A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o(a) pesquisador(a) responsável no endereço Rua Coronel Serafim Pereira, 456/(51) 991716506/nandoc.oliveira@hotmail.com.

Qualquer dúvida quanto a procedimentos éticos também pode ser sanada com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 51 3308 3738 e e-mail etica@propesq.ufrgs.br.

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, 11 de julho de 2022.

Assinatura do Responsável:

Assinatura do(a) pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da pesquisa:

APÊNDICE V – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Uma prática na perspectiva STEAM no Ensino Médio: microfotografias a partir de um microscópio com o celular” sob responsabilidade do(a) professor/pesquisador(a) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Luís Fernando da Costa de Oliveira. O estudo será realizado com a produção manual de um microscópio utilizando a câmera de *smartphone*. As produções dos estudantes ocorrerão nos momentos das aulas, em sala. Estes trabalhos serão utilizados como objeto de pesquisa para análise e documentação da pesquisa. O objetivo principal desta pesquisa é verificar que contribuições a Metodologia STEAM pode trazer para o contexto das aulas de Matemática e Cultura e Tecnologias Digitais de forma integrada. Os seus pais (ou responsáveis) autorizaram você a participar desta pesquisa, caso você deseje. Você não precisa se identificar e está livre para participar ou não. Caso inicialmente você deseje participar, posteriormente você também está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. O responsável por você também poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Você não terá nenhum custo e poderá consultar o(a) pesquisador(a) responsável sempre que quiser, por e-mail ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida.

Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações para a pesquisa em Educação matemática, sobretudo no âmbito da integração entre os componentes curriculares da educação básica.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto de pesquisa, forneça o seu nome e coloque sua assinatura a seguir.

Nome: _____

Data: _____, _____ de _____ de 20__.

 Participante

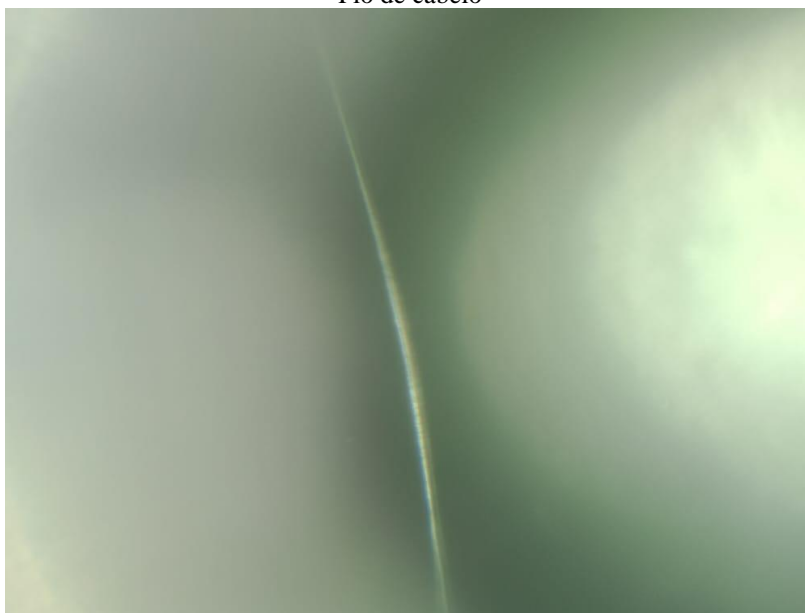
 Pesquisador(a) responsável

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao participante e a outra ao pesquisador.

Nome Pesquisador(a): Luís Fernando da Costa de Oliveira
Cargo/função: Estudante
E-mail: nandoc.oliveira@hotmail.com
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Rua Coronel Serafim Pereira, 456
Telefone: (51) 991716506

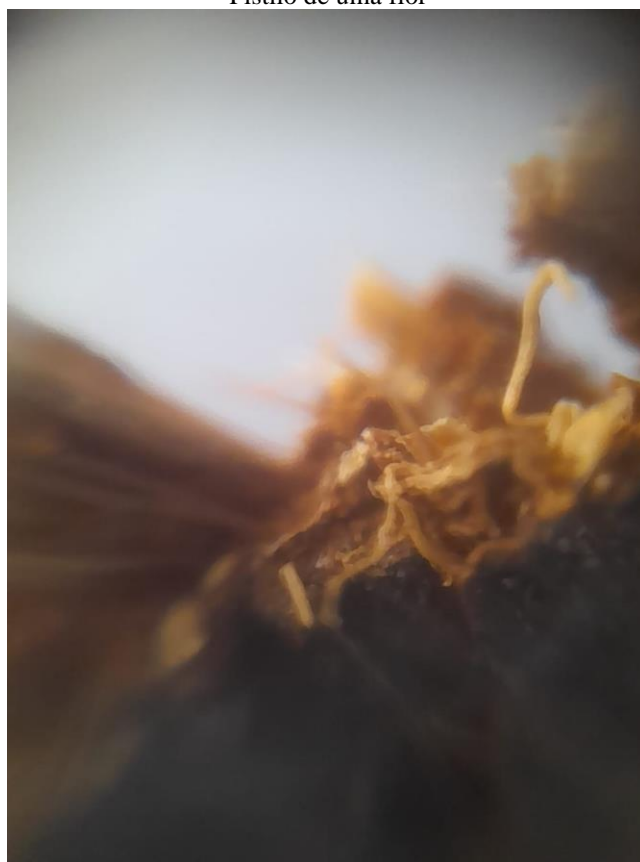
APÊNDICE VI – ÁLBUM DOS DESTAQUES DE FOTOS DOS GRUPOS

Fio de cabelo



Fonte: produzido pelos estudantes.

Pistilo de uma flor



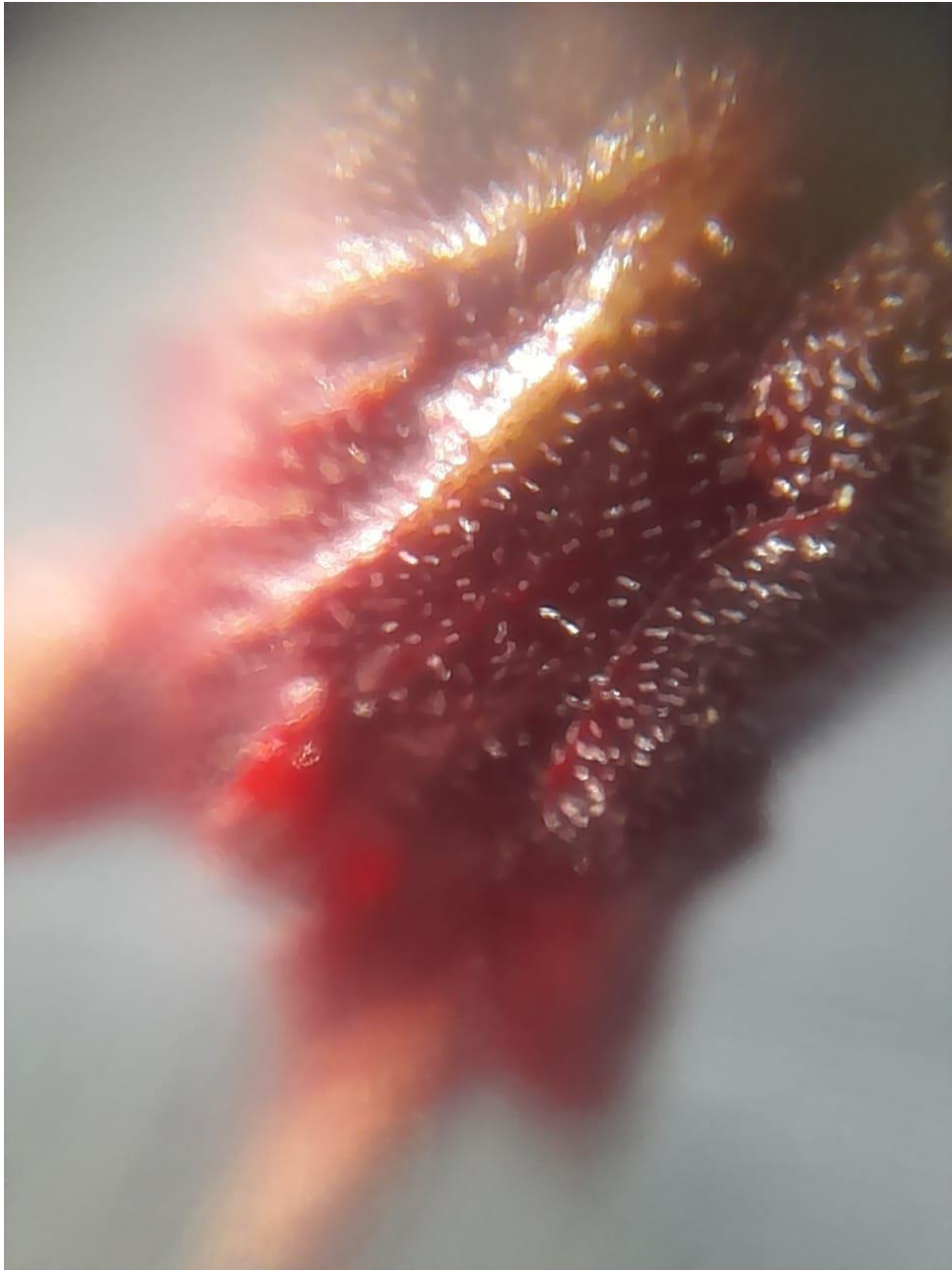
Fonte: produzido pelos estudantes.

Pistilo de uma flor



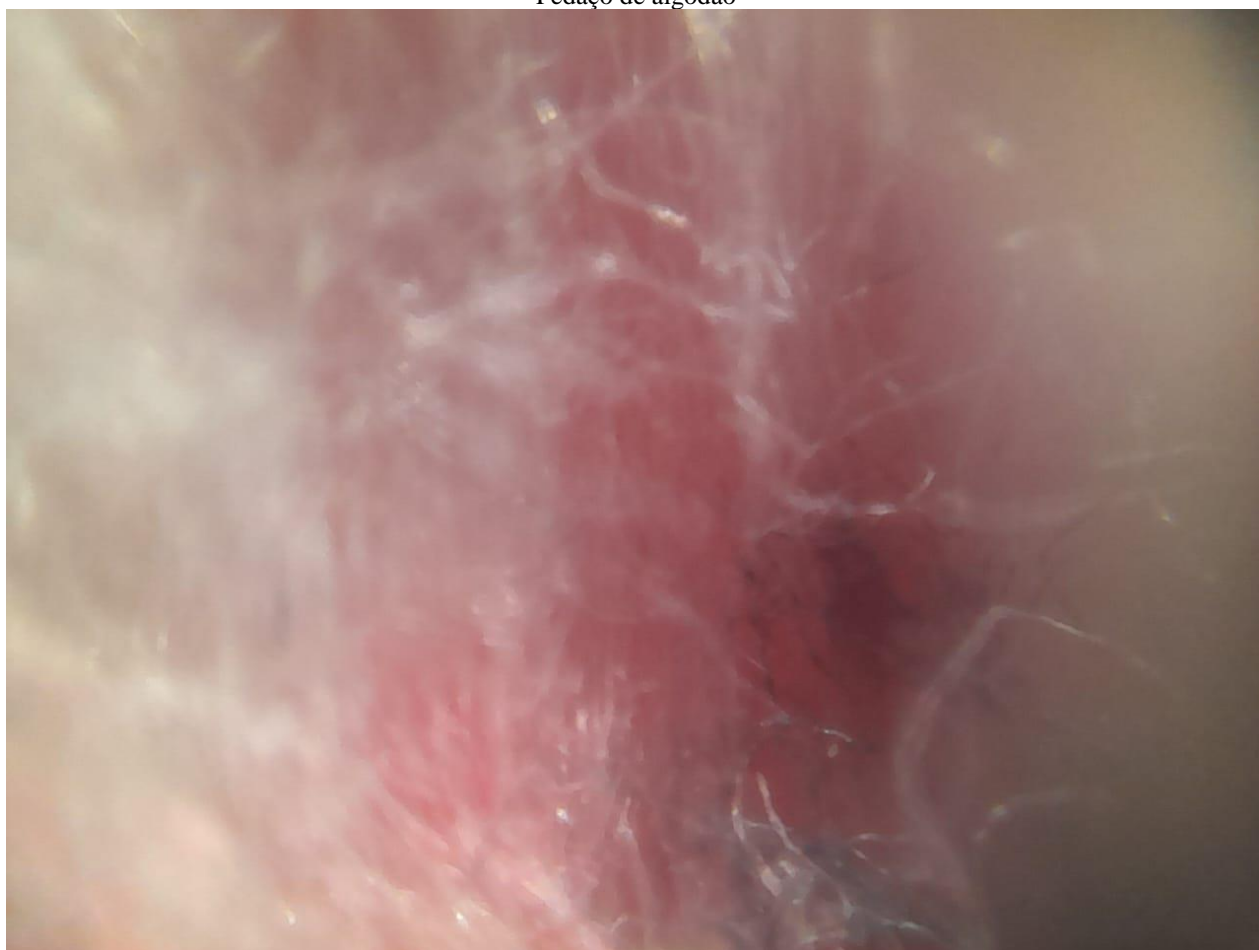
Fonte: produzido pelos estudantes.

Pétala de uma flor



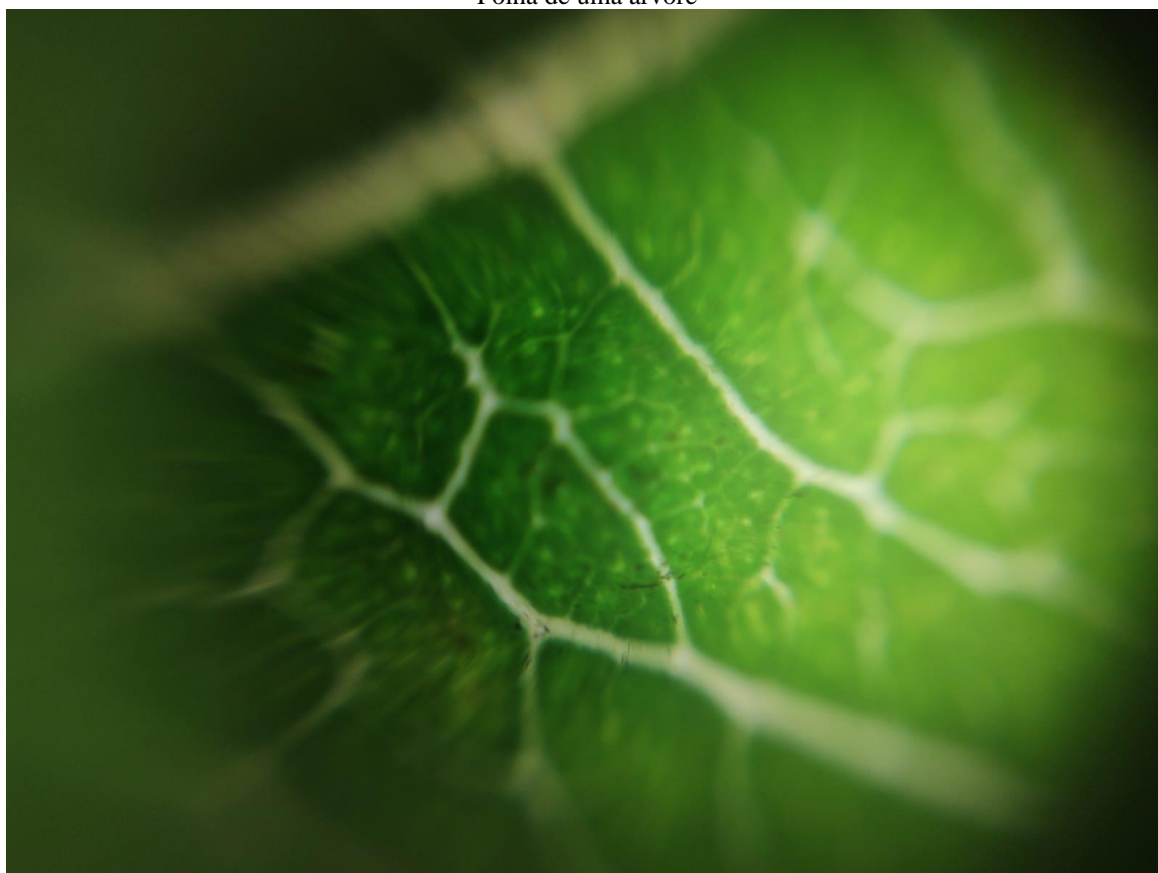
Fonte: produzido pelos estudantes.

Pedaco de algodão



Fonte: produzido pelos estudantes.

Folha de uma árvore



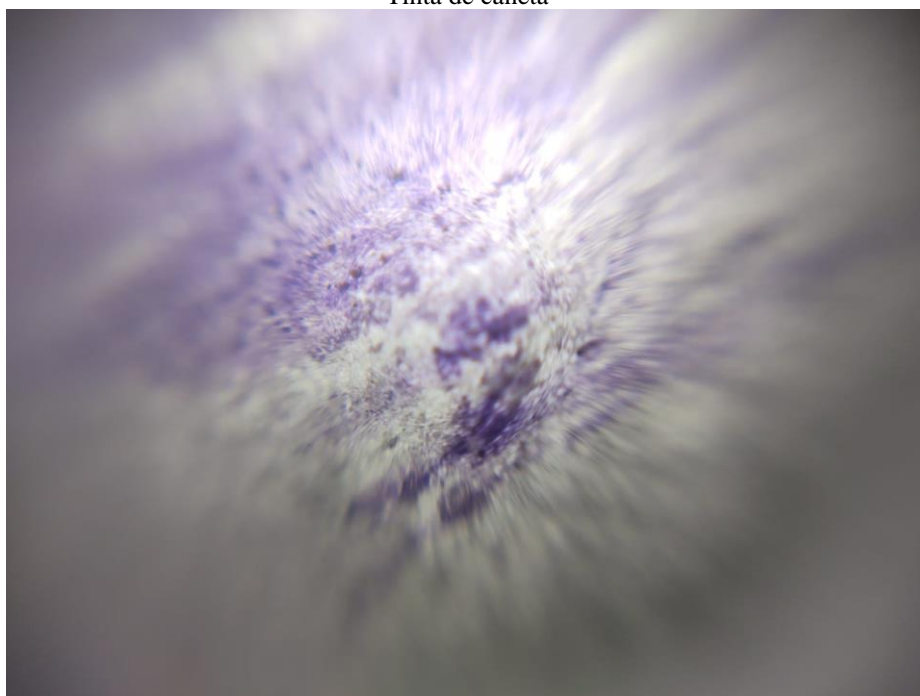
Fonte: produzido pelos estudantes.

Folha de um tronco



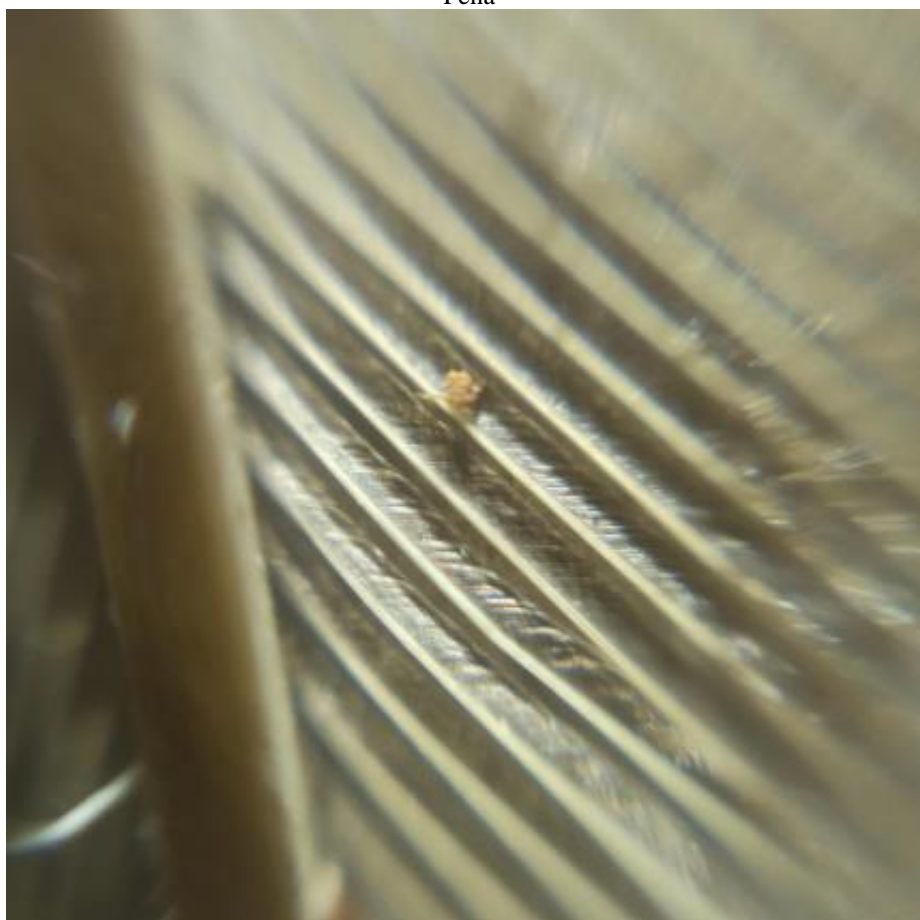
Fonte: produzido pelos estudantes.

Tinta de caneta



Fonte: produzido pelos estudantes.

Pena



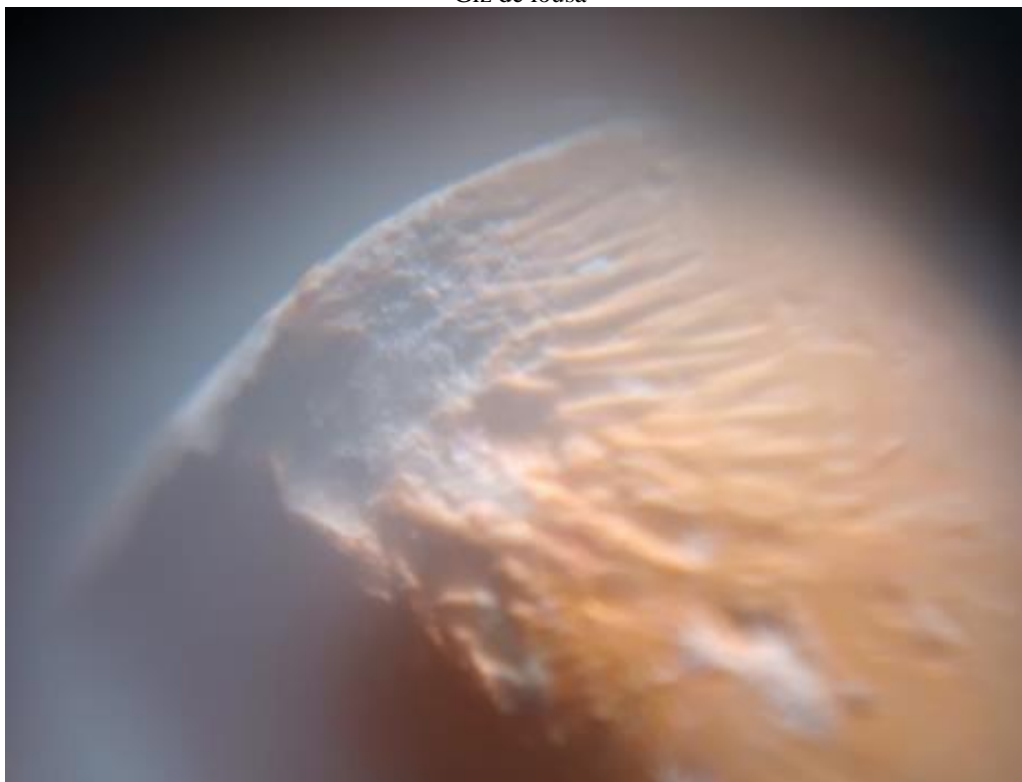
Fonte: produzido pelos estudantes.

Folha de uma árvore



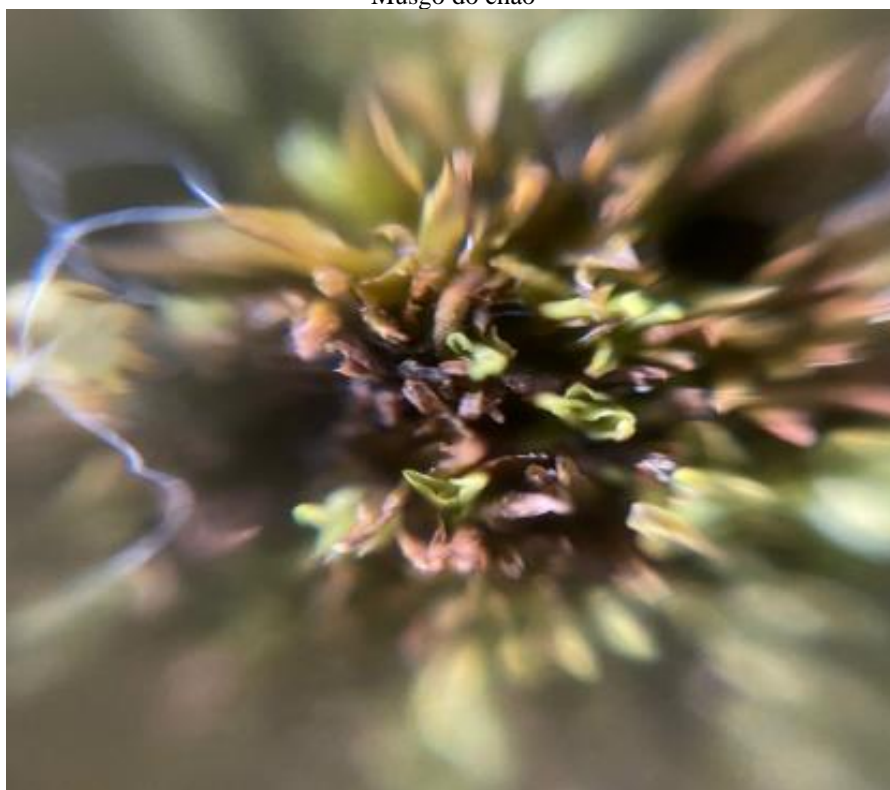
Fonte: produzido pelos estudantes.

Giz de lousa



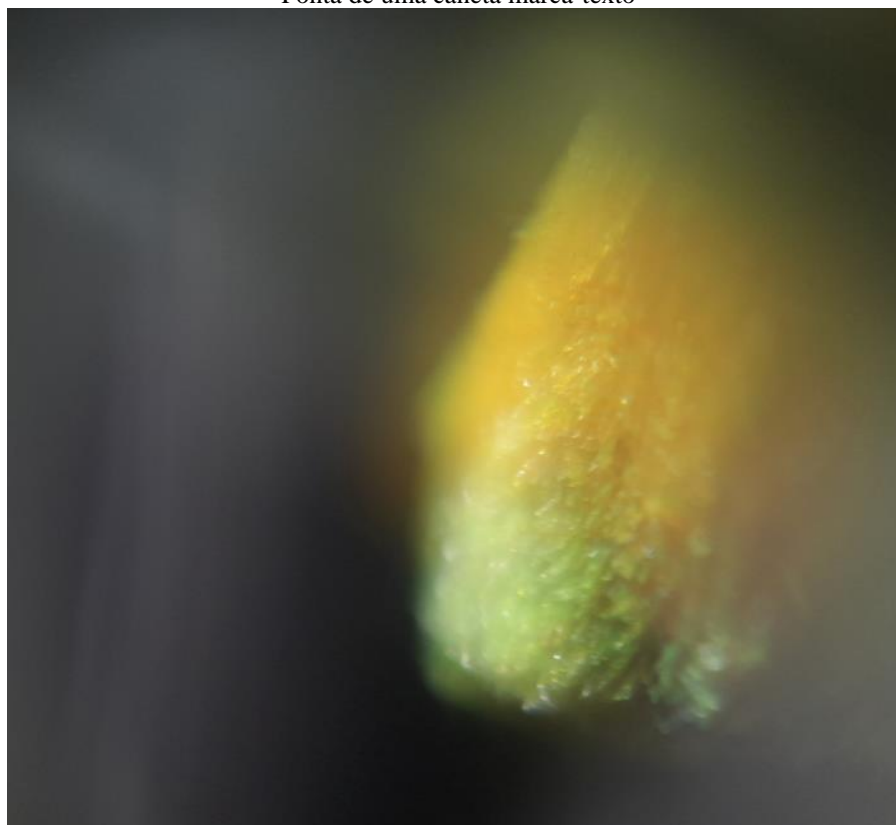
Fonte: produzido pelos estudantes.

Musgo do chão



Fonte: produzido pelos estudantes.

Ponta de uma caneta marca-texto



Fonte: produzido pelos estudantes.