

INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO: RELATO DE EXPERIÊNCIA COM DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE FÍSICA MODERNA

Scientific initiation in high school: report of experience with scientific disclosure of modern physics

Jorge Augusto de Freitas de Oliveira [jorgeaugusto.oliveira77@gmail.com]

Bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá

Av. 15 de Novembro, 61 - Aeroporto, Araranguá - Santa Catarina, 88905-112, Brasil

Larissa do Nascimento Pires [larissa.n.pires@hotmail.com]

Bolsista de Apoio Técnico à Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá

Av. 15 de Novembro, 61 - Aeroporto, Araranguá - Santa Catarina, 88905-112, Brasil

Felipe Damasio [felipedamasioifsc@gmail.com]

Bolsista de Produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá

Av. 15 de Novembro, 61 - Aeroporto, Araranguá - Santa Catarina, 88905-112, Brasil

Recebido em: 13/12/2024

Aceito em: 09/08/2025

Resumo

O programa de divulgação científica IFSCience tem como objetivo enfrentar desafios associados ao desinteresse do público geral em ciências, muitas vezes gerado pelo chamado negacionismo científico. O objetivo deste trabalho é relatar uma pesquisa que visou a produção de materiais de divulgação científica que exploram os aspectos históricos do experimento da gota de óleo e seu impacto na Física, produção realizada por alunos de ensino médio, com apoio de estudantes da graduação. Esse experimento contribuiu na definição do valor da carga elementar do elétron e concebeu o Prêmio Nobel de Física de 1923 para o cientista Robert Millikan. Acredita-se que com a realização deste trabalho foi possível disseminar conhecimento científico em torno de tal evento histórico da Física ao público das redes sociais – principalmente alunos de ensino médio, gerando materiais educativos, divulgando ciência para um público amplo e contribuindo para combater o negacionismo científico ao aproximar pessoas do empreendimento científico.

Palavras-Chave: Robert Millikan; Harvey Fletcher; Redes Sociais; Educação Científica.

Abstract

The scientific dissemination program IFSCience aims to face challenges related to the general public's lack of interest in science, often driven by so-called scientific denialism. The objective of this work is to report research that aimed to produce scientific dissemination materials that explored the historical and phenomenological aspects of the oil drop experiment and its impact on Physics. This production was carried out by high school students, with support from undergraduate students. This experiment contributed to the determination of the electron's elementary charge and led to the Nobel Prize in Physics in 1923 for scientist Robert Millikan. It is believed that through this work, it was

possible to disseminate scientific knowledge about this historical event in physics to social media audiences—primarily high school students—by creating educational materials, promoting science to a broad audience, and helping to combat scientific denialism by bringing people closer to the scientific endeavor.

Keywords: Robert Millikan; Harvey Fletcher; Social media; Scientific Education.

Introdução

O termo Iniciação Científica (IC) pode ser definido de diversas formas. De acordo com Massi e Queiroz (2010), este é um processo em que é fornecido um conjunto de conhecimentos indispensáveis para dar início aos jovens nos ritos, técnicas e tradições da ciência. Simão et al. (1996) chamam a atenção que este processo é construído dentro das instituições de ensino superior no Brasil durante a graduação, em que o graduando começa a fazer parte de um projeto de pesquisa sob a orientação de um docente.

O início da Iniciação científica (IC) no Brasil tem alguns marcos históricos que refletem o processo de institucionalização e fomento à pesquisa. Um deles é a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na década de 1950 e o desenvolvimento de programas específicos, como Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), que marcaram o início do incentivo financeiro para pesquisa científica no país (COSTA; ZOMPERO, 2017). Esses marcos foram fundamentais para formação de novos pesquisadores, construindo uma cultura científica no Brasil. No entanto, como chama atenção Massi e Queiroz (2010), o CNPq não é a única agência que fomenta bolsas de iniciação científica; este papel também é desempenhado pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP), presentes em alguns estados do Brasil, como a FAPESC em Santa Catarina.

Em relação à Iniciação Científica no Ensino Médio, seus marcos históricos são muito mais recentes. Em 2003, o CNPq deu início ao programa de Iniciação Científica Júnior (ICEM), visando dar oportunidade ao acesso à pesquisa científica aos alunos das instituições escolares de ensino básico (COSTA; ZOMPERO, 2017). Segundo Oliveira e Bianchetti (2018), uma das razões para a criação e a expansão da ICEM é que este programa tem a capacidade de desenvolver nos alunos deste nível de ensino a identificação com a ciência, além de reconhecer talentos potenciais e de despertar o desejo de seguir a carreira acadêmica e científica.

Nesse contexto, é importante ressaltar que a IC e ICEM trazem consigo a oportunidade dos estudantes desenvolverem habilidades de pensamento crítico e reflexivo, essenciais para entender as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade (OLIVEIRA; CIVIERO; BAZZO, 2019). Pensando nisso, foi desenvolvido o IFSCience, que é um projeto de Divulgação Científica (DC) desenvolvido por graduandos de Licenciatura em Física e estudantes de cursos técnicos integrados ao ensino médio, com destaque para a presença de pesquisadoras femininas. Uma das temáticas que o projeto explora diz respeito à divulgação de marcos históricos da ciência. Um exemplo consiste no Prêmio Nobel de Física de 1923, concebido para o cientista Robert Millikan por seu trabalho sobre o experimento da gota de óleo, que contribuiu para a definição da carga elementar do elétron.

Em tempos de excesso de informações nas redes surgem oportunidades para interpretações equivocadas de estudos científicos. A presença de movimentos negacionistas evidencia como a ausência de uma comunicação científica acessível pode dar espaço para informações distorcidas (ALMEIDA; DAMASCENO; MORENO-RODRÍGUEZ, 2024). Nesse sentido, a propagação do conteúdo científico tem um papel fundamental na disseminação de conhecimento e no estímulo de interesse pela ciência (LORENZETTI; RAICIK; DAMASIO, 2021; PINHEIRO, 2023; ALMEIDA;

DAMASCENO; MORENO-RODRÍGUEZ, 2024). O IFSCience conta com um perfil no Instagram e no YouTube, propostos para enfrentar desafios como o baixo interesse inicial do grande público pela ciência, o negacionismo e a desinformação. Apesar da importância de vários avanços científicos, muitas pessoas não têm conhecimento dessas contribuições devido à falta de acesso a materiais educativos (LORENZETTI; RAICIK; DAMASIO, 2022). Além disso, a crescente desinformação promove entendimentos problemáticos de certos acontecimentos históricos, colaborando para uma visão equivocada sobre o que é ciência (MELLO, 2021; LORENZETTI; RAICIK; DAMASIO, 2023). Mesmo com o potencial das redes digitais, ainda é necessário planejar conteúdos que sejam fundamentados em evidências e atrativos, de forma a enfrentar a resistência de grupos que disseminam versões alternativas dos fatos (MELLO, 2021).

Desta maneira, o objetivo geral do projeto relatado neste trabalho é descrever a produção de materiais de divulgação científica para o IFSCience que expliquem os aspectos históricos do experimento da gota de óleo e seu impacto na Física. No entanto, não se pretendeu fazer isto de maneira epistemologicamente desorientada, mas sim com fundamentação na epistemologia de Paul Feyerabend, tentando afastar a divulgação da ciência de um empreendimento feito por heróis isolados e gênios, ou seja, pessoas especialmente dotadas de características específicas que a maioria da pessoas não se identifica. Para tanto, pesquisou maneiras de mostrar que a ciência foi e é construída por pessoas com defeitos e qualidades, como em qualquer outra atividade. Com isto, espera-se que o público se identifique com os agentes científicos e, por consequência, com a própria ciência.

Como bem aponta Damasio e Peduzzi (2015), uma abordagem do ensino sobre ciência, à luz da epistemologia feyerabendiana, pode trazer contribuições significativas para a divulgação científica. Ao reconhecer a limitação de toda e qualquer regra, método, ao valorizar as circunstâncias e principalmente todas as formas de conhecimento pode-se criar um ambiente mais propício para a formação de pessoas críticas, ativas, flexíveis e sujeitas a mudanças.

Quanto aos objetivos específicos, a pesquisa elencou: (a) investigar fontes históricas sobre episódio do experimento da gota de óleo; (b) refletir sobre as potencialidades da produção de materiais de divulgação científica por bolsistas de IC; (c) produzir e publicar peças de divulgação científica acerca do tema.

Como hipótese deste trabalho, levou-se em consideração que a identificação dos produtores de ciência com o público em geral tem possibilidade de aumentar o interesse pelo empreendimento científico. Como chamam a atenção Jamal e Guerra (2022), não basta usar exemplos de cientistas excepcionais, como Marie Curie, para atrair o público e aumentar o interesse em ciências. Segundo Dahmouche et al. (2022), produzir materiais de DC que sejam compreensíveis é uma estratégia que permite ampliar a sua abrangência, promovendo ações de divulgação científica que tratam de questões negligenciadas, como de gênero e outras de cunho sócio-histórico-culturais. A ausência de exemplos de produtores de ciência em que o público possa se identificar na Ciência não é restrita apenas à História das Ciências contada comumente, mas também nos ambientes de educação científica, como apontado por Batista et al. (2013), tanto nos ambientes formais como não formais.

Portanto, a justificativa deste trabalho é procurar construir material de divulgação científica em que o público possa se identificar com seus autores e divulgar ciência de uma forma que aproxime-a do grande público. Para que os alunos de ensino médio possam se identificar com peças de divulgação científica, elas foram planejadas, produzidas e realizadas por também alunos de ensino médio, procurando mostrar que a ciência pode ser acessível a todos e a todas.

1. Sucinto resgate histórico do experimento da gota de óleo

No início do século XX, a Física Atômica passou por grandes avanços, com diversos pesquisadores contribuindo no conhecimento sobre partículas subatômicas. Um desses marcos foi o experimento da gota de óleo, conduzido por Robert Millikan (1868-1953) (Figura 1) e seu aluno de doutorado Harvey Fletcher (1884-1981).



Figura 1 - Robert Millikan. Fonte: Nobel Prize (1923).

Millikan nasceu no dia 22 de março de 1868 em Morrison, Illinois, e desde cedo mostrou interesse por matemática e ciências. Ele se formou em física pela Universidade de Columbia em 1895, com uma pesquisa sobre a polarização da luz, e continuou sua formação na Alemanha, onde estudou nas universidades de Berlim e Göttingen, em contato com os maiores cientistas de sua época. Em 1896, Millikan foi convidado pelo físico Albert Michelson para atuar como assistente no Laboratório Ryerson, na Universidade de Chicago, onde se tornou professor em 1910. Em 1921, mudou-se para o Instituto de Tecnologia da Califórnia, onde liderou o Laboratório Norman Bridge e transformou a instituição em um renomado centro de pesquisa científica (FLETCHER, 1964).

Enquanto Fletcher (Figura 2), nascido em 11 de setembro de 1884, em Povo, Utah, foi um físico e engenheiro americano conhecido por suas contribuições fundamentais tanto na área de física experimental quanto no campo da física acústica. Realizou seu doutorado na Universidade de Chicago, sob a orientação de Robert Millikan (FLETCHER, 1982). Após isso, em 1911, Fletcher direcionou sua carreira para a física acústica. Ele ingressou na Bell Labs, conduzindo pesquisas que transformaram o campo do som e da audição. Seu trabalho levou a melhorias significativas na qualidade sonora de telefones e aparelhos auditivos, além de contribuir para o desenvolvimento de audiômetros e outros dispositivos para testar a audição. Uma de suas contribuições mais notáveis foi a teoria de Fletcher-Munson, que descreve como a percepção do volume sonoro varia de acordo com a frequência e a intensidade, um princípio essencial no design de equipamentos de áudio modernos.

Fletcher também foi amplamente reconhecido por suas contribuições à acústica: em 1929, foi eleito presidente da Sociedade Acústica da América, e anos depois foi homenageado postumamente com o Prêmio Técnico do Grammy pela sua influência no som estereofônico. Em 2010, a Universidade Brigham Young (BYU) prestou-lhe homenagem como o reitor fundador de sua Faculdade de Engenharia. Harvey Fletcher faleceu em 23 de junho de 1981, aos 96 anos, em Provo, Utah, deixando um legado duradouro na ciência e na tecnologia de áudio (FLETCHER, 1964).



Figura 2 - Harvey Fletcher. Fonte: Brigham Young University (1914).

O experimento da gota de óleo foi uma evolução de um estudo anterior de Harold Wilson (1874-1964) (Figura 3), que utilizou uma câmara de bolhas para investigar partículas carregadas. Wilson havia desenvolvido uma técnica na qual gotículas de água se condensavam em íons; contudo, a rápida evaporação das bolhas dificultava a realização de medições precisas (SANTOS, 1995).



Figura 3 - Harvey Fletcher. Fonte: Brigham Young University (1914).

Millikan e Fletcher, então, aprimoraram essa técnica, substituindo as gotículas de água por óleo, que não evaporavam tão rapidamente, facilitando medições mais confiáveis da carga elétrica. Fletcher desenvolveu um aparato experimental (Figura 4) que incluía um borrifador manual, semelhante aos frascos de perfume da época, usado para gerar as pequenas gotas de óleo. Esse design, simples e mecânico, reflete a criatividade dos cientistas na adaptação de objetos comuns para experimentos científicos e evidencia como o contexto cultural e científico da época moldou o experimento. Ao observar o movimento de gotas de óleo suspensas em um campo elétrico, mediante a realização de inúmeros testes, os cientistas conseguiram calcular a carga elementar do elétron, estabelecida em $1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb. Em 1923, Millikan foi laureado com o Nobel de Física por essa descoberta (FLETCHER, 1982).

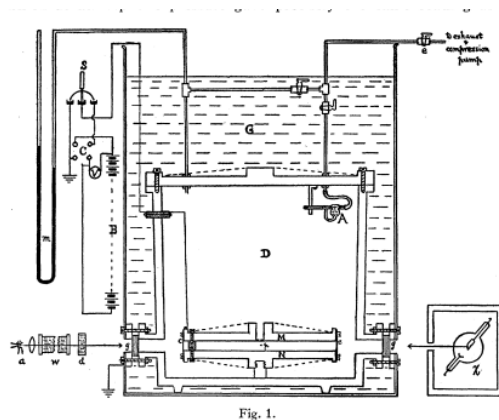


Figura 4 - Diagrama do Experimento da Gota de Óleo. Fonte: Millikan (1911b).

A controvérsia em torno do Prêmio Nobel de Física de 1923, concedido exclusivamente a Robert Millikan, levantou questões sobre a colaboração científica e a divisão de créditos em projetos de pesquisa. Embora Harvey Fletcher tenha desempenhado um papel fundamental no experimento da gota de óleo (Figura 5), que mediu a carga elétrica elementar do elétron, seu nome foi omitido da premiação.

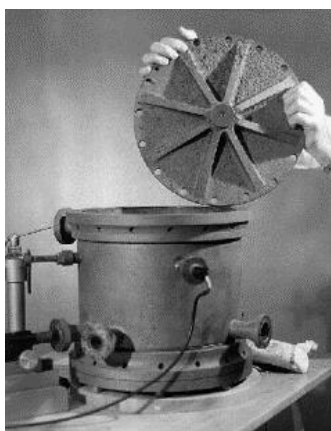


Figura 5 - Experimento da Gota de Óleo. Fonte: Lifeder (2022).

Não apenas sua omissão no Prêmio Nobel, Fletcher também teve seu nome omitido em publicações. Sobre esse aspecto, Millikan, que estava ciente da importância do papel de Fletcher, fez uma visita pessoal a ele para discutir o assunto, propondo uma solução que pudesse equilibrar o reconhecimento. Ele sugeriu que Fletcher publicasse, de forma independente, um artigo sobre o Movimento Browniano, outro tema de pesquisa no qual Fletcher também estava envolvido. Essa proposta ajudava a desviar o foco da questão do crédito no experimento da gota de óleo, permitindo que Millikan continuasse sendo visto como o único autor do experimento. Fletcher aceitou o acordo, em parte por conta das normas acadêmicas da época, mas também porque o Movimento Browniano oferecia outra oportunidade de destacar sua capacidade como pesquisador independente (FLETCHER, 1911).

Embora o acordo tenha funcionado na época, ele deixou marcas na reputação acadêmica de Fletcher, que foi privado do reconhecimento formal de seu trabalho no experimento da gota de óleo, mesmo décadas após o evento. Fletcher seguiu uma carreira de destaque na física acústica e recebeu prêmios significativos, mas o episódio com Millikan destaca como as práticas de atribuição de autoria podem impactar a história científica e moldar as carreiras de cientistas (FLETCHER, 1982). Essa controvérsia pode servir como um exemplo sobre a importância de reconhecer as contribuições individuais, principalmente em colaborações entre orientadores e estudantes. Por certo, a discussão sobre autoria é um tópico sensível no âmbito científico, tendo em vista que “[...] a atribuição da autoria aos responsáveis por trabalhos científicos é um assunto complexo que envolve aspectos subjetivos, objetivos e operacionais” (KROKOSCZ, 2019, p. 323). Ainda assim, Santos (2024) enfatiza que essas discussões possuem validade, por promoverem reflexões quanto à responsabilidade e integridade no trabalho científico.

2. A divulgação científica e o experimento da gota de óleo

O presente trabalho contempla um objetivo apresentado por Pires et al. (2019), a saber, a produção de materiais de divulgação científica que explorem eventos históricos da ciência para além da sala de aula. Nesta perspectiva, Damasio, Duarte e Pires (2018) discutem a importância de se explorar outras maneiras de disseminação do conhecimento científico para além do ensino formal. Neste sentido, para a divulgação dos aspectos históricos envolvidos no experimento da gota de óleo, optou-se por realizar vídeos no formato de *reels* para o Instagram, além de um vídeo completo abrangendo todos esses *reels* para publicação no YouTube. A escolha deste formato se justifica pela relevância crescente de redes sociais como ferramenta de divulgação científica, que acompanha as transformações tecnológicas e sociais (RODRIGUES; AMORIM NETO, 2022). O trabalho com as redes sociais, como o Instagram, promove a interação entre a academia e a sociedade por meio de processos científicos e educativos.

A metodologia deste trabalho foi dividida em oito etapas. Na etapa (i), o grupo de bolsistas de IC, composto por três estudantes do ensino médio e um estudante da graduação em Licenciatura em Física, procuraram por fontes acadêmicas, incluindo artigos científicos e entrevistas sobre os trabalhos realizados por Robert Millikan e Harvey Fletcher que se relacionam com o Prêmio Nobel de Física de 1923.

Na etapa (ii) foi realizada a leitura das fontes coletadas, bem como discussões dos pontos relatados nos materiais entre os bolsistas de IC e os professores do projeto, em sete reuniões que ocorreram entre os meses de março e junho de 2024. Quanto aos artigos científicos, os bolsistas se debruçaram, sob orientação dos professores de Física, no estudo de determinados aspectos de trabalhos originais dos cientistas envolvidos.

Por exemplo, o trabalho de Fletcher (1911), o trabalho sobre movimento browniano que Millikan sugeriu que Fletcher publicasse sozinho; o relato de Fletcher (1982), intitulado *My Work with Millikan on the Oil-Drop Experiment*, em que Fletcher descreve sua relação com Millikan e sua percepção sobre a construção do experimento; a transcrição do discurso de Millikan (1924) no Prêmio Nobel de Física de 1923; e a publicação de Millikan (1910) intitulada *The Isolation of an Ion*, a precision measurement of its charge and the correction of Stokes's Law, na revista *Science*, na qual o cientista anuncia o valor da carga elementar do elétron. Como fonte secundária, estudou-se o trabalho em português de Santos (1995), que discorre sobre as controvérsias envolvendo Millikan e Fletcher no desenvolvimento do experimento da gota de óleo. Entrevistas também foram exploradas, a exemplo da entrevista de Fletcher (1964), produzida por Vern Knudsen e W. James King, disponibilizada no repositório *Niels Bohr Library & Archives* da American Institute of Physics.

Na etapa (iii), foram elaborados roteiros adaptados para o formato curto e dinâmico do *reels*, com base nas fontes coletadas. Os roteiros eram redigidos pelas bolsistas IC de ensino médio com o auxílio do bolsista da graduação, trabalho supervisionado por uma professora de Física, colaboradora no projeto. Os bolsistas de IC eram responsáveis por também encontrar imagens condizentes com as discussões propostas no roteiro. No total foram escritos quatro roteiros para *reels* e um para o vídeo completo do YouTube.

O primeiro roteiro tratava de apresentar Millikan para o público, mostrando suas contribuições para a Física. O segundo versava sobre efeito fotoelétrico antes de discutir o experimento da carga elétrica que foi abordado no terceiro roteiro destacando o papel de Harvey Fletcher, muitas vezes negligenciado no material didático tradicional. Por fim, o quarto roteiro procurou trazer um novo formato para DC, mais informal. Nele escreveu-se uma paródia do programa de televisão “Casos de Família” que recebe convidados que têm algum conflito, intitulada “Caso da Física”. Neste roteiro procurou-se dar voz a Millikan e Fletcher em uma simulação de conversa sobre o “esquecimento” de Fletcher para laureado do Nobel de 1923.

Na etapa (iv) os bolsistas de IC realizaram a gravação dos áudios para os *reels*, no Laboratório de Mídias da instituição; em tal etapa, os bolsistas do projeto narraram os eventos históricos da vida dos cientistas, bem como apresentaram explicação dos conceitos da Física envolvidos no episódio histórico. O Laboratório de Mídias da instituição foi montado ao longo de diversos editais que programa de divulgação científica do campus foi contemplado. Este espaço conta com estações de trabalho para os bolsistas e estúdio de gravação de imagens e sons (Figura 6).

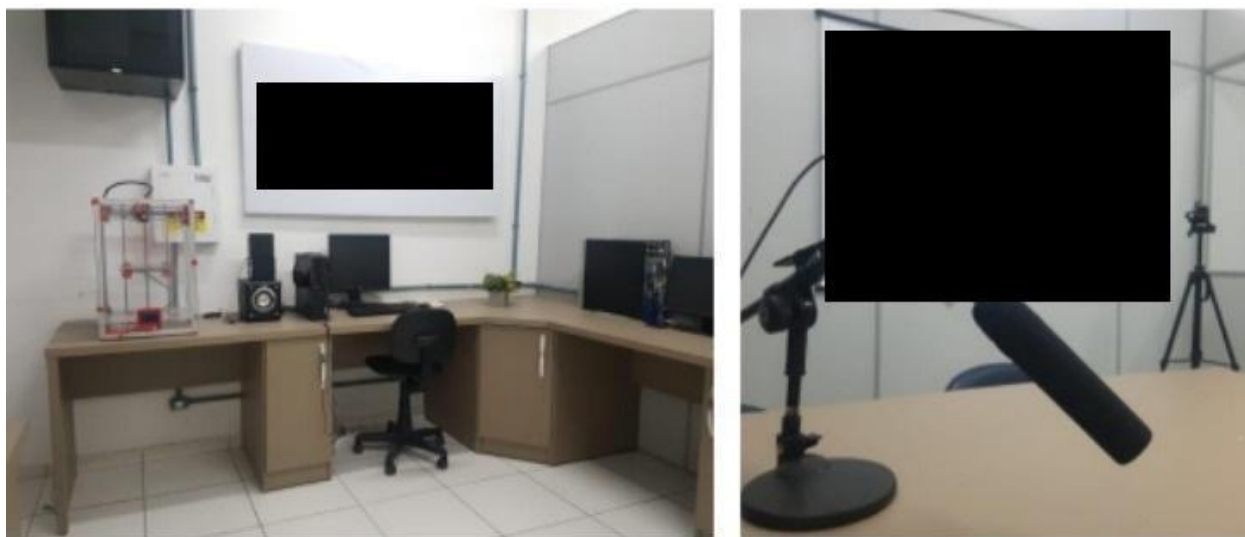


Figura 6 - Laboratório de Mídias. Fonte: Lorenzetti, Raicik e Damasio (2023).

Na etapa (v) foram desenvolvidos posts complementares (não planejados inicialmente) para o Instagram por meio do aplicativo Canva, peças de divulgação desenvolvidas por uma das bolsistas de IC de ensino médio, que apresentaram informações adicionais que não foram citadas nos *reels* por conta da sua curta duração. A etapa (vi) focou na edição dos *reels*, realizada por outra das bolsistas de IC, mediante o software After Effects.

Finalmente, na etapa (vii) o conteúdo foi publicado no perfil do Instagram do IFSCience pelos bolsistas (descrito na próxima seção). Cabe destacar que para cada *reels* produzido, repetiu-se da

etapa (iii) até a etapa (vii). Como conclusão das bolsistas de IC na etapa (vii) realizaram a produção de vídeo para YouTube, iniciando com um roteiro completo de toda a abordagem do projeto que contou com narrador e personagens para as figuras históricas de Millikan e Fletcher.

3. Resultados e discussão

A partir da implementação da metodologia, o projeto teve condições de contribuir na disseminação do conhecimento científico, como o experimento da gota de óleo, possibilitando a divulgação desses marcos históricos da física para parte do público das redes sociais de forma atrativa e ainda construídas de forma a aproximar a ciência do grande público procurando criar uma identidade entre os agentes científicos e o público em geral. A abordagem metodológica estruturada foi essencial para garantir a qualidade dos materiais produzidos, demonstrando que é possível transformar conteúdos científicos em formatos compreensíveis para o público em geral (FANFA; TOLENTINO NETO, 2023).

No total, foram publicados sobre esse tema quatro *reels*, quatro publicações complementares em forma de carrossel no Instagram. Além de um vídeo completo no YouTube, nos perfis do IFSCience.

A primeira produção (Figura 7) teve como temática “Quem foi Robert Millikan?”, introduzindo o cientista ao público, destacando sobre trajetória acadêmica e suas contribuições para a Física. Ele realizou estudos na área de Física Atômica, que lhe renderam o Prêmio Nobel, além de estudos envolvendo raios cósmicos. Uma curiosidade é o fato dele ter sido o único estudante de pós-graduação em Física da sua Universidade. As informações presentes no posts, que não foram mencionadas nos *reels*, foram suas premiações e honrarias, sua carreira e informações sobre seu falecimento.

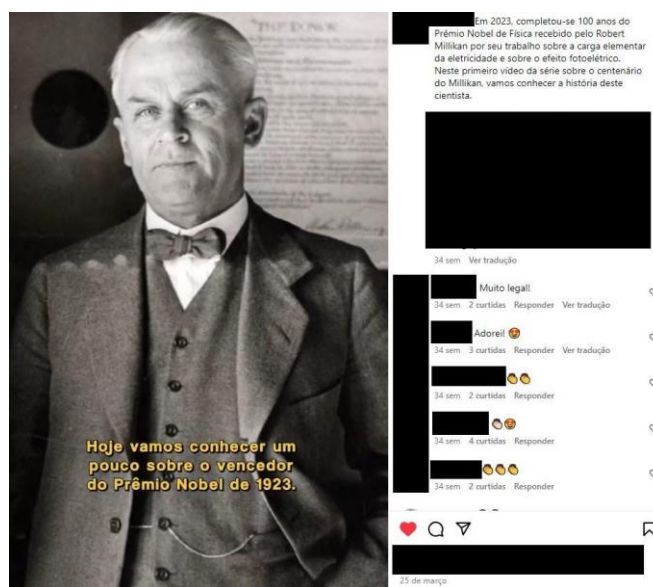


Figura 7 - Primeiro *reels* da série. Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A segunda produção (Figura 8) teve a temática “Prêmio Nobel de Física de 1923”, explicando de forma simplificada o conceito da carga elementar e o efeito fotoelétrico. O *reels* focou na

explicação do Efeito Fotoelétrico, enquanto o post, além da explicação do Efeito Fotoelétrico também abordou mais detalhes sobre a Carga Elementar.

O experimento do Efeito Fotoelétrico contém um par de placas metálicas, uma positiva e outra negativa, que ao incidir raios luminosos na frequência do ultravioleta, os elétrons saltam do negativo para o positivo. Com base na equação de Planck, Einstein propôs a função linear $E = hf - W$, onde E é a energia cinética máxima dos elétrons que pode ser medida por meio da aplicação de uma voltagem aplicada à superfície do material fotossensível, hf é a energia do fóton incidente e W a energia gasta pelo elétron para sair do material. Essa ideia foi corroborada após dez anos de trabalho experimental de Millikan. Outro conceito que Millikan contribuiu é o da carga elétrica, propriedade fundamental da matéria, podendo ser negativa ou positiva.

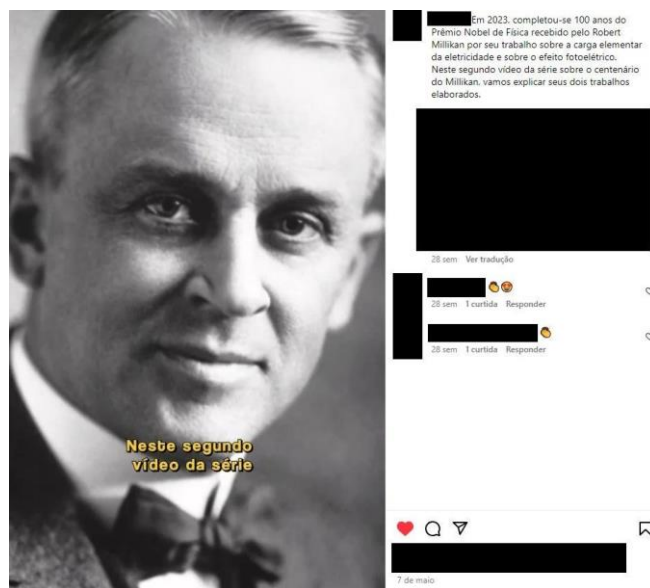


Figura 8 – Segundo *reels* da série. Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Já a terceira produção (Figura 9) teve como temática “O experimento da gota de óleo”, focando no desenvolvimento do experimento, descrevendo sua construção pelos cientistas envolvidos. O *reels* demonstrou que o aparato experimental, feito por Millikan e Fletcher, foi construído com base em trabalhos anteriores, como a câmara de bolhas de Wilson e o estudo de raios catódicos de do físico J.J. Thomson. Esse estudo identificou que os feixes de elétrons eram de fato partículas individuais, denominando-as de corpúsculos. Já no post foi apresentado mais informações sobre a Lei de Stokes. Partindo da Lei de Stokes e observando a gota descendo e subindo foi construída uma equação para determinar a quantidade de carga elétrica.



Figura 9 – Terceiro *reels* da série. Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A quarta produção (Figura 10) teve como temática “Controvérsias no experimento da gota de óleo: Fletcher e Millikan” tendo como formato uma entrevista fictícia baseada em documentos de entrevistas reais de Millikan e de Fletcher e formato inspirado no programa televisivo “Casos de família”. Dessa vez, o *reels* se deu de forma mais descontraída, mas apresentando fatos com base em entrevistas dadas tanto por Millikan e Fletcher.



Figura 10 – Quarto e último *reels* da série. Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Já os quatro posts em forma de carrossel iniciaram com uma apresentação de Millikan, seguido por um acerca do Prêmio Nobel de 1923; o terceiro contava acerca do experimento da gota de óleo. O post final em forma de carrossel apresentava a vida e obra de Fletcher. Por fim, o vídeo publicado no YouTube (Figura 11) foi elaborado reunindo todas as informações dos *reels* e dos posts.

Já que não havia limitador de tempo na plataforma, houve um grau de liberdade maior para produção, resultando em um vídeo de 10 minutos.

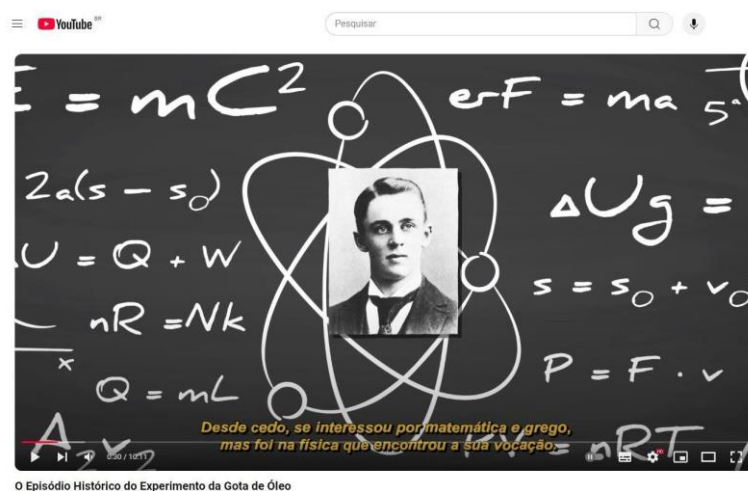


Figura 11 – Vídeo completo no YouTube. Fonte: Acervo pessoal, 2024.

As oito publicações no Instagram foram concluídas em 15 de julho de 2024. Já o vídeo no YouTube foi postado em setembro de 2024. Os dados de audiência e interação foram bem positivos com dois meses de publicações encerradas. Os *reels* no Instagram tiveram todos perto de mil visualizações, sendo o mais assistido com quase três mil visualizações. O vídeo no YouTube também teve cerca de mil visualizações. O ponto mais positivo é que por meio da interação com as publicações pode-se perceber que o público atingido foi muito além das pessoas geograficamente próximas à instituição onde o material foi produzido, o que mostra que a DC pelas redes sociais tem um potencial de atingir pessoas e divulgar ciência para além dos ambientes formais e não formais de educação.

Considerações finais

Por tudo que foi exposto neste trabalho, têm-se indícios que o objetivo geral da pesquisa foi alcançado, tendo em vista que os bolsistas de IC produziram uma série de *reels* e posts complementares para o perfil do IFSCience no Instagram, abordando os temas científicos envolvidos no Prêmio Nobel de Física de 1923, como carga elementar e efeito fotoelétrico.

Por meio da investigação dos aspectos históricos do experimento da gota de óleo, um dos objetivos específicos, foi possível perceber que a ciência é um trabalho coletivo e que até mesmo no meio acadêmico temos algumas problemáticas como a controvérsia Millikan-Fletcher, que é fruto das regras daquela época. Também é observado que foram realizados inúmeros testes até ser obtido o valor da carga elementar (MILLIKAN, 1911a), utilizada até hoje, mostrando que a ciência é um processo longo que envolve persistência de todos os envolvidos.

Quanto ao segundo objetivo específico da pesquisa, refletimos que a atividade aqui discutida contribuiu para a formação profissional dos bolsistas envolvidos, proporcionando experiência na prática de pesquisa, de comunicação científica e de produção de conteúdo audiovisual. As dificuldades enfrentadas incluíram a adaptação dos conceitos complexos para um formato acessível e necessidade de manter a duração dos *reels* no que tamanho que é requisitado pelo Instagram.

Outro aspecto importante que o trabalho trouxe foi uma preocupação trazida por Lorenzetti, Raicik e Damasio (2021). Os autores sinalizam a necessidade de trabalhos de divulgação científica que reflitam acerca de aspectos metafísicos, trazendo questões de para quê e para quem divulgar ciência. Neste sentido, este trabalho procurou trazer “para quê divulgar ciência” objetivando mostrar uma ciência acessível a todos, contando o marco histórico da física orientado pela epistemologia de Paul Feyerabend, procurando desconstruir a ideia de ciência produzida de maneira metódica, por pessoas especialmente dotadas de habilidades sobre humanas.

Além de mostrar que a ciência é multifacetada, cheia de detalhes, longe da versão mais divulgada que traz um empreendimento científico envolto em metodologias fixas e em intersubjetividades. A questão de “para quem divulgar ciência”, este trabalho teve como objetivo especialmente alunos de ensino médio; todo o trabalho foi realizado por alunos de ensino médio, trazendo temas complexos de física de uma maneira acessível. Desta forma, procurou-se produzir DC para que este público pudesse se identificar. Pelo que foi exposto neste trabalho, existem indícios que as preocupações metafísicas trazidas por Lorenzetti, Raicik e Damasio (2021) estão presentes na produção dos alunos de iniciação científica. Está bem presente a preocupação de “para quê” e “para quem” o material de DC foi produzido.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.V. V.; DAMASCENO, M.L; MORENO-RODRÍGUEZ, A.S. Potencialidades das redes sociais virtuais na Divulgação Científica. *Revista Educação Pública*, v.3, n.3, 2024.
- BATISTA, I. L. et al. Saberes docentes e invisibilidade feminina nas Ciências. In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais [...]*. Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Física, 2013.
- BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY. The Banyan. Associated Students of Brigham Young University. 1914. Disponível em: <https://archive.org/details/banyan1914brig/mode/2up>. Acesso em: 5 set. 2024.
- COSTA, W. L.; ZOMPERO, A.F. A iniciação científica no Brasil e sua propagação no Ensino Médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 8, n. 1, p. 14-25, 2017.
- DAHMOUCHE, M. S. et al. Exposições sobre mulheres na ciência: divulgação científica e inclusão social de gênero. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*, v. 15, n. 2, p.237-253, 2022.
- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. A coerência e complementaridade entre a teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e a epistemologia de Paul Feyerabend. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 3, p. 61-83, 2015.
- DAMASIO, F.; DUARTE, L.; PIRES, L. N. O desenvolvimento de materiais e atividades de divulgação científica como forma de possibilitar a docência na educação básica alinhada com os avanços produzidos pela pesquisa em educação científica. In.: Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 7., 2018, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina, p. 605-607, 2018.

FANFA, M. S.; TOLENTINO NETO, L. C. B. Espaços não formais: Envolvimento dos licenciandos na alfabetização e divulgação científica. *Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 20, n. 34, p. e23013-e23013, 2023.

FLETCHER, H. A verification of the theory of Brownian movements and a direct determination of the value of NE for gaseous ionization. *Physical Review Series I*, v. 33, n. 2, p. 81, 1911.

FLETCHER, H. Oral History Interviews: Harvey Fletcher. [Entrevista concedida a] Vern Knudsen e W. James King. Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, Washington, 1964, Disponível em: <https://www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4535>. Acesso em: 13 nov. 2024.

FLETCHER, H. My work with Millikan on the oil-drop experiment. *Physics Today*, v. 35, n. 6, p. 43-47, 1982.

JAMAL, N.; GUERRA, A. O caso Marie Curie pela lente da história cultural da ciência: discutindo relações entre mulheres, ciência e patriarcado na educação em ciências. *Ensaio - Pesquisa em Educação e Ciências*, v. 24, e35963, 2022.

KROKOSZ, M. Autoria na redação científica. *Informação & Informação*, Londrina, v. 20, n. 1, p. 319-333, 2015.

LIFEDER. Robert Andrews Millikan: biografía, cálculo del electrón, otros aportes. 2022. Disponível em: <https://www.lifeder.com/robert-andrews-millikan/>. Acesso em: 5 set. 2024.

LORENZETTI, C. S.; RAICK, A. C.; DAMASIO, F. Divulgação científica: para quê? Para quem? Pensando sobre a história, filosofia e natureza da ciência em revisão na área de educação científica no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. e29395-27, 2021.

LORENZETTI, C. S.; RAICK, A. C.; DAMASIO, F. “O Sonho de Mendeleiev” e a construção da tabela periódica: análise de um material de divulgação científica à luz de aspectos de natureza da ciência. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 15, n. 2, p. 209-236, 2022.

LORENZETTI, C. S.; RAICK, A. C.; DAMASIO, F. No decorrer de uma licenciatura—um relato: A formação inicial de uma pesquisadora e divulgadora científica no âmbito do IFSCience. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 14, n. 2, p. 1-25, 2023.

MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. Estudos sobre iniciação científica no Brasil: uma revisão. *Cadernos de Pesquisa*, v. 40, n. 139, p. 173-197, 2010.

MELLO, F. C. O. O pensamento crítico-reflexivo como defesa na era da desinformação. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) — Universidade Federal do Rio de Janeiro; Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2021.

MILLIKAN, R. A. The Isolation of an Ion, a Precision Measurement of its Charge, and the Correction of Stokes's Law. *Physical Review (Series I)*, v. 32, n. 4, p. 349-397, 1911a.

MILLIKAN, R. A. On the elementary electrical charge and the Avogadro constant. *Physical Review*, v. 32, p. 349-397, 1911b.

MILLIKAN, R. A. The electron and the light-quant from experimental point of view. Nobel Lectures, p. 54-66. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1923/millikan/lecture/>. Acesso em: 5 set. 2024.

OLIVEIRA, A.; BIANCHETTI, L. Iniciação Científica Júnior: desafios à materialização de um círculo virtuoso. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v.26, n. 98, p. 133-162, 2018.

OLIVEIRA, F. P. Z; CIVIERO, P. A. G; BAZZO, W. A. A Iniciação Científica na formação dos estudantes do Ensino Médio. *Debates em Educação*, v. 11, n. 24, p. 453-473, 2019.

PINHEIRO, A. P. A divulgação científica no combate ao negacionismo científico: contribuições de uma feira de ciências. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2023.

PIRES, L. N. et al. IFScience: A ciência no IFSC é para todos. *In.: Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC*, 8., 2019, Chapecó. *Anais [...]*. Chapecó: Instituto Federal de Santa Catarina, p. 104-106, 2019.

SANTOS, S. T. Análise das Políticas de Autoria em Revistas de Ciências Agrárias na Web of Science. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biblioteconomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2024.

RODRIGUES, P. V.; AMORIM NETO, D. P. Divulgação científica por meio do Instagram: uma ação extensionista desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. *Em Extensão*, v. 21, n. 2, 2022.

SANTOS, C. A. D. A participação de Fletcher no experimento da gota de óleo de Millikan. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 17, n. 1, p. 107-116, 1995.

SIMÃO, L. M. et al. O Papel da iniciação científica para a formação em pesquisa na pós-graduação. *In.: Simpósio de Pesquisa e Intercâmbio Científico da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Psicologia*, 6., 1996. Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: ANPPEP, p.111-113, 1996.