



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Paula Rolin Schmitz

**ALIANDO GÊNERO E FÍSICA: UM PRODUTO DIDÁTICO SOBRE QUANTIDADE
DE MOVIMENTO E VISIBILIDADE DA MULHER NA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof^a. Dr^a. Aline Cristiane Pan
Orientadora

Prof. Dr. Terrimar Ignácio Pasqualetto
Coorientador

Tramandaí
Agosto de 2023

Paula Rolin Schmitz

**ALIANDO GÊNERO E FÍSICA: UM PRODUTO DIDÁTICO SOBRE QUANTIDADE
DE MOVIMENTO E VISIBILIDADE DA MULHER NA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Defesa em 18 de agosto de 2023.

Prof^a. Dr^a. Aline Cristiane Pan – MNPEF/UFRGS (Presidente da Banca)

Prof^a. Dr^a. Daniela Borges Pavani – IF/UFRGS

Prof^a. Dr^a. Liane Ludwig Loder – MNPEF/UFRGS

Prof^a. Dr^a. Marcia Cristina Bernardes Barbosa – IF/UFRGS

CIP - Catalogação na Publicação

Schmitz, Paula Rolin
ALIANDO GÊNERO E FÍSICA: UM PRODUTO DIDÁTICO SOBRE
QUANTIDADE DE MOVIMENTO E VISIBILIDADE DA MULHER NA
CIÊNCIA / Paula Rolin Schmitz. -- 2023.
144 f.
Orientador: Aline Cristiane Pan.

Coorientador: Terrimar Ignácio Pasqualetto.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte,
Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física, Tramandaí, BR-RS,
2023.

1. Ensino de Física. 2. Quantidade de movimento. 3.
Visibilidade de gênero. I. Pan, Aline Cristiane,
orient. II. Pasqualetto, Terrimar Ignácio, coorient.
III. Título.

À minha mãe que também acreditou na educação e na Física.

AGRADECIMENTOS

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), por capacitar professores da Educação Básica no domínio de conteúdos de Física e nas técnicas de ensino para aplicação em sala de aula. À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que faz parte da rede MNPEF através do Polo 50 no Campus Litoral Norte, por proporcionar um ambiente de aprendizagem enriquecedor e que se reinventa frente às dificuldades.

Aos professores do mestrado, pela variedade de perspectivas sobre a Física e o ensino, demonstrando um diálogo construtivo entre os dois. Em especial, à minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Aline Cristiane Pan, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Terrimar Ignácio Pasqualetto, pelo direcionamento que me deram e pela empatia que demonstraram nos momentos em que precisei.

À coordenação da Escola Estadual de Ensino Médio Affonso Charlier, que autorizou a realização desta proposta e aos meus alunos que participaram da aplicação do produto didático com empenho.

Por fim, mas não menos importante, a toda minha rede de apoio, principalmente minha mãe, meu pai e meu irmão, que respeitaram o meu tempo e me influenciaram de forma cordial a concluir mais uma etapa do meu crescimento como educadora. Aos meus demais amigos e familiares, que compreenderam minha ausência em alguns momentos, o que contribuiu para a conclusão deste trabalho.

"[...] Empenhemo-nos portanto em ter boa saúde, em não ter preconceitos, em ter paixões, em fazê-las servir à nossa felicidade, em substituir nossas paixões por gostos, em conservar preciosamente nossas ilusões, em ser virtuosos, em jamais nos arrepender, em afastar de nós as ideias tristes, em jamais permitir que nosso coração conserve uma faísca de amor por alguém cujo gosto esteja diminuindo e que deixe de nos amar. É preciso abandonar o amor um dia, por menos que se envelheça, e esse dia deve ser aquele em que ele deixe de nos fazer feliz. Por fim, trataremos de cultivar o gosto pelo estudo, esse gosto que faz nossa felicidade só depender de nós mesmos. Evitemos a ambição, e, sobretudo, saibamos bem o que queremos ser, enveredar para passar nossa vida, e tratemos de semeá-lo com flores. "

(Émilie du Châtelet, 1737)

RESUMO

Desafios diários são enfrentados nas escolas por professores de todas as disciplinas, tais como a adequação às tecnologias, falta de engajamento dos alunos e sobrecarga de trabalho. Na Física, apresentam-se os mesmos problemas acrescidos do desinteresse dos alunos pela disciplina, muitas vezes gerado pela ênfase na memorização de fórmulas e pela falta de contextualização dos conceitos trabalhados. Além disso, existem conteúdos que, embora sejam relevantes, acabam sendo “ocultados” da sala de aula, como o estudo da quantidade de movimento. Entre outros fatores, o excesso de tempo no estudo da cinemática, a dificuldade dos alunos em lidar com o formalismo matemático e a opção por outros temas da mecânica acabam levando a essa ausência. Há também a falta da contextualização histórica e social, na forma como é ensinada, e temas como a visibilidade da mulher na Ciência, que apesar de identificada pelos alunos, raramente repercute entre eles ou ganha espaço para discussão na sala de aula. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é oportunizar que o aluno possa ser protagonista do seu aprendizado, compreendendo os princípios físicos relativos à quantidade de movimento e engajando-se em discussões acerca dos estereótipos de gênero no contexto da Ciência. Para tanto, utiliza-se como estratégia metodológica a narrativa, a criação de *podcast*, os debates, as ferramentas tecnológicas (*Kahoot*, *Mentimeter*, Google Formulário, Google Sala de Aula) e as atividades experimentais. A proposta foi implementada em três turmas de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública. Mesmo com perfis de turma diferentes (quantidade de entregas, participação em aula, frequência dos estudantes) o engajamento nas atividades foi notável, demonstrando que explorar novas estratégias de ensino na disciplina de Física podem dar bons resultados e gerar mudanças em suas concepções da realidade. Um texto foi construído com os alunos e tarefas foram solicitadas, com o intuito de fazê-los participarem efetivamente do seu processo de aprendizagem. A narrativa foi utilizada como uma ferramenta condutora para introdução de questões relacionadas à equidade de gênero e como introdução para o conceito quantidade de movimento. O *podcast* é o formato escolhido para a apresentação do que foi entendido das discussões em aula sobre gênero e as ferramentas tecnológicas permearam a sequência, medindo o conhecimento dos estudantes nas atividades. A partir do experimento que aborda a quantidade de movimento de esferas de aço, os estudantes puderam ainda colocar em prática o conhecimento adquirido, testando o que aprenderam e revisando o conteúdo.

A combinação de conceitos teóricos e práticos na sala de aula, com a discussões sobre gênero da ciência, melhoram a experiência de aprendizado dos estudantes. Esses elementos não só fortalecem a compreensão dos alunos dos princípios da física, mas também promovem um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e engajado.

Palavras-chave: Ensino de Física. Quantidade de movimento. Visibilidade de gênero.

ABSTRACT

School teachers from all subjects face daily challenges, such as technology adaptation, lack of student engagement, and work overload. On Physics classes, the same problems appear, adding students' disinterest in the subject, which can be related to the emphasis on formulae memorization and the lack of context, considering the concepts studied in the classroom. Also, some contents, although relevant to the subject, ended up "concealed" in the classroom context, such as the Momentum study. Among several other factors, the time dedicated to Cinematics study, which can be too much, the hardship students face when they have to deal with the much too formal mathematics formulae vocabulary, and the choice for other themes on Mechanics subject, leads to the absence of any discussion concerning the Momentum topic. There is also the lack of historical and social contextualization, taking into account the approach employed in the classroom, and themes like Gender Visibility in science, even though recognized by the students, rarely reach a meaningful repercussion among them, not being discussed in the classroom. Therefore, the main object of this work is to allow the students a moment where they can be the protagonists of their learning process. This way, they can comprehend Momentum Physics concepts, to feel assured when discussing science gender stereotypes. Then, a narrative methodological strategy is employed, with many other approaches such as podcast production, debates, technological tools (*Kahoot*, *Mentimeter*, Google Forms, Google Classroom), and experimental activities. This project was implemented as a teaching proposal, in three freshman high school class groups, in a public school. Despite the differences between the three first-year class groups profiles (school activities finished and handed over, class participation, students frequency), the tasks engagement was remarkable, showing that the use of new approaches to teaching Physics come up with excellent results providing the changes needed on every reality assumptions the students might have. Considering the didactic product, even without the use of online resources, we realized that other types of tools are efficient, as well, such as printed activities, poster crafting, collages, student presentations, debates, and recycled material experimentation. This material can be made according to the school, teachers, class groups and students context (financial and social mainly), considering that the discussions implied in the topics mentioned show the product's essence. The theoretical and practical concepts combination in the classes, with the gender in science discussion, can improve the students learning

experience. These elements not only foster the students comprehension about the main topics on Physics, but also promote a learning environment, inclusive and engaged.

Keywords: Physics Teaching. Momentum. Gender Visibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Nuvem de palavras produzidas como resposta a uma pergunta realizada virtualmente.....	25
Figura 2.2 - Taxa de frequência escolar líquida ajustada no ensino médio.	32
Figura 2.3 - População de 25 anos ou mais de idade com ensino superior completo.	33
Figura 2.4 - Émilie du Châtelet em sua mesa.	34
Figura 2.5 - Astronautas ao tocar as mãos.	40
Figura 2.6 - Colisão de partículas.	42
Figura 3.1 - Levantamento de concepções acerca da produção científica.	45
Figura 3.2 - Contracapa do livro investigado.	48
Figura 3.3 - Conferência de Solvay de 1927 e 2011.....	50
Figura 3.4 - <i>Slides</i> sobre quantidade de movimento.....	53
Figura 3.5 - Formulário de levantamento de dados sobre a sequência didática aplicada.	57
Figura 4.1 - Respostas do <i>Mentimeter</i> sobre a caracterização da ciência para as turmas A, B e C.	60
Figura 4.2 - Representação de cientista feita pelos alunos para as turmas A, B e C na sequência.	61
Figura 4.3 - Respostas no <i>Mentimeter</i> sobre a caracterização de cientista para as turmas A, B e C.	62
Figura 4.4 - Respostas ao pré-teste no <i>Kahoot</i> para as turmas A, B e C.	64
Figura 4.5 - Envelope com a fotografia e a tarefa de comando entregue na Aula 2.	65
Figura 4.6 - Redações da turma A divididas em quatro categorias.	66
Figura 4.7 - Redações da turma B divididas em cinco categorias.	67
Figura 4.8 - Redações da turma C divididas em três categorias.	69
Figura 4.9 - Solicitação do <i>Podcast</i> apresentado aos estudantes.	72

Figura 4.10 - Leitura coletiva dos e-mails recebidos por Muriel projetados no quadro da sala de aula.	79
Figura 4.11 - Carta entregue aos alunos com as Leis do Movimento.	80
Figura 4.12 - Principia em Francês e Latim.	80
Figura 4.13 - Frame do momento antes do gigante de pedra soltar a rocha para definição de inércia.	81
Figura 4.14 - Quantidade de movimento dos carros azuis.	83
Figura 4.15 - Impulso do Honda Civic e do manequim em teste de segurança.	84
Figura 4.16 - Cálculo de colisão do <i>slide</i> 16 efetuado com os alunos.	85
Figura 4.17 - Prancheta com o roteiro entregue aos estudantes antes da realização do experimento.	86
Figura 4.18 - Organização, montagem e desenvolvimento dos grupos na aula experimental.	87
Figura 4.19 - Turma A realizando as atividades experimentais.	88
Figura 4.20 - Turma B realizando as atividades experimentais.	89
Figura 4.21 - Turma C realizando as atividades experimentais.	89
Figura 4.22 - Porcentagem das turmas ao refazer o pré-teste de quantidade de movimento.	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Vantagens do plano gratuito da plataforma <i>Kahoot</i>	23
Quadro 2.2 - Vantagens do plano gratuito da plataforma <i>Mentimeter</i>	24
Quadro 3.1 - Resumo dos objetivos e das atividades desenvolvidas em cada uma das aulas da sequência didática proposta.	43
Quadro 3.2 - Pré-teste investigativo.	45
Quadro 3.3 - Narrativa 01.	47
Quadro 3.4 - Tarefa 01-A.	49
Quadro 3.5 - Tarefa 01-B.	51
Quadro 3.6 - Narrativa 02.	51
Quadro 3.7 - Leis de Newton retiradas do livro <i>Principia</i>	52
Quadro 3.8 - Roteiro experimental.	54
Quadro 4.1 - Trechos da narrativa da turma A.	66
Quadro 4.2 - Trechos da narrativa da turma B de acordo com o objetivo.	68
Quadro 4.3 - Trechos da narrativa da turma B.	68
Quadro 4.4 - Trechos da narrativa da turma C.	69
Quadro 4.5 - Relatos dos alunos sobre a visibilidade de gênero observadas a partir da Figura 3.3.	71
Quadro 4.6 - Análise dos <i>Podcasts</i> sobre o papel da mulher na ciência da turma A. .	72
Quadro 4.7 - Análise dos <i>Podcasts</i> sobre o papel da mulher na ciência da turma B. .	74
Quadro 4.8 - Análise dos <i>Podcasts</i> sobre o papel da mulher na ciência da turma C. .	75
Quadro 4.9 - Respostas que se destacaram do questionário ao responderem sobre a sequência didática.	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Processo de Ensino-Aprendizagem	17
2.1.1 Narrativas	19
2.1.2 Recursos didáticos	21
2.1.2.1 <i>Kahoot</i>	21
2.1.2.2 <i>Mentimeter</i>	23
2.1.2.3 Google Sala de Aula	26
2.1.2.4 <i>Podcast</i>	27
2.1.2.5 Atividade experimental	28
2.2 Estereótipo de Gênero na Ciência	30
2.2.1 Dados sobre Gênero no Brasil	31
2.2.2 Émilie du Châtelet	34
2.3 Quantidade de movimento	37
3 METODOLOGIA	43
3.1 Aula 1	44
3.1.1 Aula 1 - Etapa I	44
3.1.2 Aula 1 - Etapa II	47
3.2 Aula 2	49
3.2.1 Aula 2 - Etapa I	49
3.2.2 Aula 2 - Etapa II	51
3.3 Aula 3	52
3.4 Aula 4	53
3.5 Aula 5	57
4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	58
4.1 Contexto da aplicação do produto educacional	58

4.2 Relato da aplicação	59
4.2.1 Aula 1.....	59
4.2.2 Aula 2.....	70
4.2.3 Aula 3.....	81
4.2.4 Aula 4.....	85
4.2.5 Aula 5.....	90
5 CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICE A - SLIDES DA AULA 3	104
APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL.....	107

1 INTRODUÇÃO

No trabalho de docentes com a disciplina de Física, são encontrados inúmeros problemas, entre eles a baixa valorização e condições precárias de trabalho do professor, poucas pesquisas translacionais com participação de docentes em exercício, carga horária semanal pequena da disciplina, ensino por testagem, indisposição dos alunos ao aprender Física, falta de contextualização e fragmentação dos conteúdos desenvolvidos com o cotidiano (MOREIRA, 2018).

Sabe-se que o ensino de Física costuma ser fragmentado, realizado a partir de aulas convencionais com perspectiva majoritariamente clássica e focada na mecânica, como pode-se notar ao comparar com temas de física moderna e contemporânea (MOREIRA, 2018). No entanto, mesmo tendo a Mecânica Clássica como foco, é comum que o professor não consiga finalizar o conteúdo programático da série devido a sua extensa demanda, dificuldades dos alunos com pré-requisitos, baixa carga horária para a disciplina, entre outros fatores.

Um exemplo de conteúdo muitas vezes relegado ao esquecimento ou superficialidade é o estudo da quantidade de movimento, que consta no cronograma de conteúdos do 1º ano do Ensino Médio. Trata-se de um tema que, na prática da sala de aula, costuma ser suprimido das discussões por fatores, como o excesso de tempo no estudo da cinemática, a dificuldade dos alunos em lidar com o formalismo matemático de um sistema de vários corpos e a opção por outros temas da mecânica (BELLUCO; CARVALHO, 2014).

Na academia, também é possível identificar algum nível de esquecimento do tema em benefício de outros. Ao buscarmos por publicações que fazem menção ao estudo da quantidade de movimento, nos periódicos *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *A Física na Escola* e a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, entre os anos 2000 e 2020, encontram-se apenas 16 publicações. Em contrapartida, são encontradas 583 publicações que fazem menção às Leis de Newton nos mesmos periódicos. Esses dados corroboram com a hipótese de que a quantidade de movimento é um conteúdo pouco explorado em sala de aula, limitando a compreensão dos estudantes em relação a fenômenos físicos relacionados ao tema.

Nos mesmos periódicos e no mesmo intervalo de tempo, é possível observar um número irrisório de publicações envolvendo a questão de gênero na ciência. Encontramos apenas 6 publicações que abordam o assunto nas revistas três

brasileiras de Ensino Física. Esse dado sugere que a visibilidade de gênero na ciência, assim como a quantidade de movimento, é um tema pouco explorado em sala de aula. De acordo com Carli *et al* (2016), propiciar a visibilidade de gênero na ciência pode gerar a inclusão de mulheres na área de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM*).

Mediante isso, optou-se por debater, na sequência didática proposta, neste trabalho, o conceito quantidade de movimento, e a falta de visibilidade de gênero na Ciência, muitas vezes identificada pelos alunos, mas que raramente repercute entre eles ou ganha espaço para discussão na sala de aula. Ademais, o ensino mecanizado de Física não instiga o aluno a suas potencialidades, pois o limita a repetições de respostas a curto prazo (FREIRE, 1987). Dessa forma, a sequência propôs a utilização do pensamento narrativo (BRUNER, 1997), como estratégia didática, encorajando as capacidades já existentes e ainda não apuradas pelos discentes. Seu uso contribui com uma mudança de concepção do aluno acerca da Ciência e de seu fazer, que, muitas vezes, se mostra distante devido a uma imagem excêntrica do cientista, e estereotipada como gênio, louco e antissocial. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de oportunizar que os alunos pudessem ser protagonistas do seu aprendizado, compreendendo os princípios físicos relativos à quantidade de movimento, engajando-se em discussões acerca dos estereótipos de gênero no contexto da Ciência, utilizando como estratégia metodológica a narrativa, a criação de *podcast*, os debates, as ferramentas tecnológicas (*Kahoot*, *Mentimeter*, Google Formulário, Google Sala de Aula) e o experimento. Este trabalho com a utilização dos recursos didáticos citados acima, buscou promover a 9ª Competência Geral da Educação Básica da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza. (BNCC, 2018, p.10)

O estudo da quantidade de movimento possibilita o desenvolvimento de habilidades importantes. Os alunos podem analisar as conservações em sistemas que envolvem quantidade de movimento e fazer previsões sobre seu comportamento

(EM13CNT101)¹. Além disso, a capacidade de elaborar estimativas e justificar conclusões em situações-problema foi desenvolvida ao aplicar o conhecimento científico relacionado à quantidade de movimento (EM13CNT301)². Essas habilidades demonstram a importância do estudo da quantidade de movimento não apenas para compreender conceitos físicos, mas também para desenvolver habilidades analíticas, como a de previsão. O estudo desse conteúdo se justifica, portanto, pela importância que tem no nosso cotidiano, e está alinhado aos objetivos da BNCC, sendo possível relacioná-lo a muitas situações, inclusive a questões como a visibilidade de gênero. Essas habilidades fornecem uma compreensão fundamental da Física e também desenvolvem habilidades críticas que capacitam os alunos a analisarem situações reais.

¹ (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (BNCC, 2017, p. 555).

² (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BNCC, 2017, p. 559).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, é apresentada a fundamentação teórica utilizada na elaboração do presente trabalho, dividindo-se em quatro seções: processos de ensino-aprendizagem, narrativa, recursos tecnológicos, estereótipo de gênero na ciência e quantidade de movimento.

2.1 Processo de Ensino-Aprendizagem

Paulo Freire e Jerome Bruner são duas figuras importantes para o campo da pedagogia e para esta dissertação. O brasileiro Freire, nascido em 1921, intitulado doutor *Honoris Causa* por vinte e sete universidades, destacou-se como um defensor apaixonado pela educação crítica e conscientizadora, usando sua experiência como professor e, mais tarde, como Secretário de Educação de São Paulo para influenciar a pedagogia mundial. Exilado, após o golpe militar de 1964 no Brasil, devido à sua abordagem radical, Freire continuou sua missão educacional no exterior, servindo como professor na Universidade de Harvard e consultor para vários governos do Terceiro Mundo, evidenciando sua influência e importância para os estudos em educação (INSTITUTO PAULO FREIRE, s.d). Da mesma forma, o nova-iorquino Jerome Bruner, nascido em 1915, fez contribuições significativas tanto para a psicologia quanto para a pedagogia. Formado e com doutorado em Psicologia pela Universidade de Harvard, Bruner defendeu a importância da cultura e do diálogo no processo educacional. Além disso, valorizou a aprendizagem pela descoberta através da promoção de reflexão e engajamento (PRADA; NOVO, 2019). Ambos os pensadores, apesar de falecidos, Freire em 1997 e Bruner em 2016, continuam a influenciar o meio educacional.

Visando a superação de uma educação bancária (FREIRE, 1987), de modo que o aluno deixe de ser passivo e passe a ser ativo em seu processo de aprendizagem, o docente tem a função de mediador desta transformação e enriquece sua prática ao trazer elementos contextualizados como o meio social, cultural e econômico que ambos vivem. O ato de ensinar está relacionado a criar a possibilidade de produção e construção do conhecimento tanto para docentes quanto para discentes, afinal “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 2021, p.25). Neste contexto, o professor ao assumir uma

responsabilidade social e democrática para com seus alunos, nega práticas de desumanização e diálogos discriminatórios em sala de aula.

Na obra *Processos da Educação*, Jerome Bruner (1973) defende que os alunos, ao serem estimulados à utilização de suas potencialidades intelectuais totais, têm maior probabilidade de sobreviver democraticamente à complexidade de sua época. Para isso, é necessário ensinar uma estrutura fundamental, compreender a condição de aprender e a natureza da intuição. Qualquer que seja o nível do indivíduo, a atividade intelectual permanece a mesma, apenas com diferença de complexidade, mas para isso é necessário desejo de aprender e maneira de estimulá-lo.

O ato de aprender deve estar para além do prazer, deve se fazer servir no presente e se valer no futuro. Não se associa apenas a chegar a algum lugar, mas na possibilidade, posteriormente, de ir além, de maneira mais fácil, através do desenvolvimento de uma atitude em relação a essa aprendizagem por meio de investigação, intuição e resolução. Aprender um assunto está associado à aquisição, transformação e à crítica. O processo de aquisição refere-se a uma nova informação, que pode vir a substituir uma anterior a ela; já a transformação associa-se ao processo de manipular o que foi conhecido para novas tarefas; por último, a crítica é o processo que verifica se a manipulação da informação se adequa à tarefa desejada. Com base nisso, um episódio de aprendizagem deve refletir sobre o que veio antes dele e o que está para além desse, através da obtenção de fatos, sua manipulação e verificação de ideias (BRUNER, 1973).

De acordo com Bruner (1973), na aprendizagem, devem ser reconhecidos tanto os pensamentos analíticos quanto o pensamento intuitivo, pois são mutuamente complementares. Pelo pensamento intuitivo, pode-se chegar a soluções de problemas que não se chegariam de forma analítica, ou que a resposta seria obtida de maneira mais lenta por ela. Entretanto, após a descoberta de uma resposta, ela deve ser submetida ao pensamento analítico para a sua verificação, ou seja, será a análise que dará ao problema seu formalismo.

Para o autor, é perceptível que a aprendizagem escolar e seus meios de avaliação têm maior ênfase em formulações explícitas, pensamento analítico, e na capacidade do aluno de reproduzi-las, de maneira verbal ou numérica. O sistema de recompensa e punição que se perpetua na escola, por muitas vezes, pune a utilização do pensamento intuitivo, fazendo com que o aluno tenha medo de se permitir errar, gerando insegurança e desinteresse do discente (DE OLIVEIRA BORBA, 2021).

Tanto Bruner quanto Freire tinham visões semelhantes a respeito da aprendizagem. Acreditavam que a participação do aluno deveria ocorrer ativamente na sala de aula e que deveria produzir nele um significado. Em função disso, para transformar os alunos de passivos em ativos, os debates em sala de aula tornam-se uma estratégia em potencial, pois incentivam a expressão de opiniões, possibilitam a exploração de diferentes perspectivas, confronto de ideias, questionamento de hipóteses e desenvolvimento de um pensamento crítico. A discussão sobre a visibilidade de gênero na ciência, por exemplo, permite a todos os estudantes ampliar a compreensão das complexidades e desigualdades relacionadas ao estereótipo do indivíduo cientista, propiciando sua conscientização sobre o mundo ao seu redor.

Além disso, pode-se traçar um paralelo entre as reflexões desses autores e o uso da experimentação como uma forma de aprendizado e avaliação, pois os discentes são incentivados a colocar em prática seus conhecimentos, testar hipóteses e aprender com os resultados. Por consequência, acredita-se que a utilização de experimentos nas aulas de física permite aos estudantes, por meio de atividades práticas, compreender conceitos abstratos, construir seu próprio conhecimento no campo da física (como a quantidade de movimento) por meio de situações reais.

Por fim, Bruner ao afirmar que “ensinar é um meio admirável para aprender-se” (1973, p.84) e Freire, ressaltando que o papel tanto do professor quanto do aluno é aprender e ensinar (2021, p.25), reconhecem que ambos aprendem mutuamente nesse processo. Logo, essa ideia contribui para uma educação mais democrática e socialmente responsável, de maneira que sirva para o presente e tenha valor para o futuro. Por esse motivo, ao incluir questionamentos sobre a visibilidade de gênero na ciência nas aulas de física, os estudantes têm a oportunidade de adquirir conhecimento sobre como as construções sociais influenciam a participação e o acesso equitativo na produção científica.

2.1.1 Narrativas

O psicólogo Jerome Bruner discorre, em sua obra *Realidade mental, mundos possíveis* (1997), sobre a existência de dois modos de funcionamento cognitivo do indivíduo, o pensamento paradigmático e o pensamento narrativo, que se diferem nas percepções sobre experiências e construção da realidade de cada um. O primeiro

citado é aquele que convence através de argumentos a veracidade de algo, e o segundo o que utiliza de histórias sobre algo, para assemelhar-se com a vida.

O pensamento paradigmático (lógico-matemático) emprega argumentos bem forjados na tentativa de estabelecer a verdade através de um julgamento do argumento lógico como adequado ou correto, passando por um processo de verificabilidade em busca de verdades universais, transcendendo os casos particulares. Faz uso da intuição para conduzir um conjunto de mundos possíveis gerados logicamente e os conduz a hipóteses fundamentadas, ou seja, está associado ao desenvolvimento formal de conceitos por meio de consistências e não-contradição, classificando-os como conclusivos ou inconclusivos de maneira muitas vezes descontextualizada.

Já o pensamento narrativo utiliza da imaginação, através de uma boa história que estabeleça verossimilhanças com a vida, sendo as histórias reais ou fictícias: trata das vicissitudes das intenções humanas. Tal pensamento está comumente associado ao ato de fala, em que o enunciado tem a intenção de orientar a busca por significados possíveis através da organização de ideias sobre algo ou alguém. É através deste pensamento que os indivíduos entendem o mundo em que vivem e comunicam sua compreensão pessoal para o outro.

Diz-se que os personagens na história são interessantes em virtude de nossa capacidade de "identificação" ou porque, em seu conjunto, eles representam o elenco de personagens que nós, os leitores, inconscientemente carregamos dentro de nós. (BRUNER, p. 4, 1997)

Em 2013, foi realizado pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática uma revisão literária sobre o uso do termo Narrativa, em publicações datadas entre 2003 a 2013 (BOZELLI et al., 2013). Tal pesquisa foi efetuada tanto em produções de periódicos quanto de anais de eventos da área de Ensino de Ciências e Matemática, com ênfase em produções para o Ensino de Física e de Matemática. Diante da análise feita, em 74 resumos encontrados, foi afirmado que o termo é citado em trabalhos científicos, mas que não tem uma delimitação conceitual, portanto, é tratado na literatura como uma forma polissêmica (BOZELLI et al., 2013). A complexidade de sua delimitação refere-se ao seu uso, pois a narrativa pode ser empregada como instrumento de pesquisa educacional, método ou como uma metodologia, dando destaque aos sentidos atribuídos às experiências. Desta revisão

da literatura, concluiu-se que o termo é utilizado das seguintes formas: análise narrativa, narrativa histórica, entrevista narrativa, narrativa de aula, narrativas digitais, narrativa oral, analogia narrativa, pesquisa narrativa e exercício narrativo.

Na educação, a abordagem narrativa de Bruner ressalta a importância de envolver os alunos em experiências narrativas, que estimulam a imaginação, a reflexão e a conexão com o conteúdo. A utilização do enredo narrativo como uma estratégia no ensino de Física auxilia o desenvolvimento dos estudantes; assim, exercícios narrativos foram empregados neste trabalho, em que os alunos deram continuidade à escrita de uma história ficcional e produziram um *podcast*, abordando questões acerca do estereótipo do cientista. Além disso, foi proposto aos alunos a realização de uma leitura reflexiva que conduziu a um recorte de um documentário científico, retratando a trajetória científica de uma mulher cientista, Émilie du Châtelet, e sua relação com a Física.

2.1.2 Recursos didáticos

Nesta seção, destacamos quatro recursos digitais utilizados no produto didático em questão. O *Kahoot*, uma ferramenta educacional; o *Mentimeter*, uma ferramenta de apresentação; o Google Sala de Aula, uma plataforma de gestão de aprendizado; e o *podcast*, um formato de mídia que permite compartilhar diversas oralidades. Cada um desses recursos digitais pode contribuir para a educação e sua implementação torna-se eficaz quando se integra de forma estratégica e complementar a um plano de ensino.

2.1.2.1 Kahoot

De acordo com a plataforma *Kahoot!*³ (2023), sua fundação ocorreu em 2013, na Noruega, por Johan Brand, Jamie Brooker e Morten Versvik, em conjunto com um projeto da Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia. A plataforma define-se como educacional. Baseada em jogos, permite aos seus usuários criar, jogar e compartilhar *quizzes* interativos, os chamados *kahoots*, sobre diversos conteúdos em minutos, ou seja, possibilita um aprendizado envolvente e dinâmico. A empresa

³ Disponível em: <https://kahoot.com/> e tutorial sugerido: <https://www.youtube.com/watch?v=JNchq4-qbpk>

permite aos usuários criarem, jogar e compartilhar conteúdos diversos. O intuito da plataforma é ajudar a melhorar a educação. A ferramenta é popularmente utilizada por professores, que criam seus questionários ou fazem uso da biblioteca na plataforma, para dinamizar o envolvimento do aluno em sua disciplina. Ademais, sua aplicação pode se encaixar em outros contextos, como o treinamento de negócios e eventos de equipe.

A empresa oferece uma versão gratuita no *site* que permite qualquer usuário produzir um *kahoot*; entretanto, não tem todos os recursos oferecidos, como a variedade de tipos de pergunta. O Quadro 2.1 destaca pontos importantes do plano básico e gratuito da plataforma educacional. Na versão gratuita, os questionários interativos são de múltipla escolha e podem ser criados por qualquer indivíduo. Além disso, é possível incluir imagens e vídeos em suas criações. O *Kahoot!* pode ser acessado pela *web* ou por aplicativo, e sua escolha não altera a dinamicidade dos jogos, somente o tamanho da imagem produzida para o jogador. Para iniciar a partida, cada jogador deve inserir um *PIN*, fornecido pelo anfitrião do jogo, em um celular ou computador. Os jogos geralmente são disponibilizados com o intuito de realizar uma partida ao vivo, mas podem ser compartilhados para que os participantes joguem em seu próprio ritmo.

Um jogo do *Kahoot!* foi preparado para integrar o produto didático, sendo aplicado tanto na Aula 1 quanto na Aula 5, seção 3. Consiste em um jogo de perguntas de múltipla escolha, centrado no tema quantidade de movimento, uma das principais temáticas desta sequência de ensino. A ferramenta é utilizada em duas ocasiões distintas: no início, com o objetivo de mensurar o conhecimento prévio do aluno sobre o tema, e ao final, servindo para avaliar a evolução do entendimento do estudante. Este recurso possibilita a criação de uma avaliação interativa, que ajuda a traçar um panorama inicial dos conhecimentos do aluno, identificando possíveis lacunas na compreensão do conceito de quantidade de movimento. Após a abordagem do tema em sala de aula, a reaplicação do mesmo teste permite uma comparação da evolução dos alunos, oferecendo uma visão da eficácia das estratégias pedagógicas adotadas. Assim, o *Kahoot* mostra-se um recurso útil para a avaliação e engajamento dos alunos na aprendizagem.

Quadro 2.1 - Vantagens do plano gratuito da plataforma *Kahoot*.

Plano Básico do <i>Kahoot!</i> (livre de taxas)	
Recursos do professor	Descrição
Até 40 jogadores síncronos	Número de jogadores que podem participar de um <i>kahoot</i> ao vivo.
Plano Básico do <i>Kahoot!</i> (livre de taxas)	
Recursos do professor	Descrição
Até 5 equipes	Quando selecionado o modo equipe, os jogadores se juntam aos colegas, que foram atribuídos automaticamente às equipes, e competem contra outras equipes.
Questionário de múltipla escolha	Questões com até quatro alternativas para os jogadores escolherem.
Imagens como respostas	Imagens em vez de texto como alternativas de resposta.
Deslizar	Apresentação de slides para apresentar um tópico, explicar a resposta certa ou fornecer mais contexto.
Ver relatórios	Visualização dos relatórios do <i>kahoot</i> e <i>feedbacks</i> com as perguntas que precisam de atenção do professor.
Cursos	Possibilidade de organizar <i>kahoots</i> em coleções em torno de tópicos ou capítulos específicos para criar um curso.
<i>Kahoots</i> com ritmo de estudante	Possibilita disponibilizar o jogo para que seja respondido no ritmo do aluno em seus dispositivos pessoais na sala de aula ou em casa, sem tempo e <i>racking</i> .
Banco de questões	Utilização de perguntas criadas pela comunidade da plataforma.
Gerador de apelidos	Gera apelidos aos jogadores para editar nomes inapropriados. A plataforma cria apelidos compostos por um adjetivo e um animal.

Fonte: a autora (2022).

2.1.2.2 *Mentimeter*

A plataforma *Mentimeter*⁴, cuja empresa homônima foi fundada em 2014, na Suécia, por Johnny Warström e Niklas Ingvar, conta com recursos que permitem preparar, expor e analisar apresentações. A empresa oferece uma versão gratuita da plataforma, no modo individual ou para equipe, ou para professores e estudantes.

⁴ Acesso em: <https://www.mentimeter.com/> e tutorial sugerido: <https://www.youtube.com/watch?v=92Ydkvys3nY>

Pode ser acessado tanto através de um navegador *web* no computador ou no dispositivo móvel. A plataforma pode ser usada no modo trabalho, para reuniões, *workshops*, treinamento de equipe, ou no modo educação, para avaliação do conhecimento de alunos e iniciação de debates. A *Mentimeter* é escolhida por 95% das empresas listadas na *Fortune 500* e usada por 97 das 100 melhores universidades do mundo, segundo a própria empresa (MENTIMETER, 2023).

Além da apresentação de *slides* com texto e imagem, a plataforma possui recursos como: nuvem de palavras (*Word Cloud*), enquetes ao vivo e instantâneas, quizzes, perguntas e respostas informativas (*Questions & Answer*). As apresentações podem ocorrer de forma remota, híbrida ou presencial dependendo do contexto que o apresentador achar mais propício. O Quadro 2.2 destaca as vantagens do plano gratuito para membros de comunidades escolares.

Quadro 2.2 - Vantagens do plano gratuito da plataforma *Mentimeter*.

Plano Gratuito do <i>Mentimeter</i>	
Descrição	Vantagem
Tamanho do público	Ilimitado
<i>Slide</i> de conteúdo: inclui texto e imagem, mas não inclui perguntas	Ilimitado
<i>Slide</i> por apresentação: número de <i>slides</i> de perguntas por apresentação	2
<i>Quiz</i> por apresentação: número de <i>slides</i> de <i>quiz</i> por apresentação	5
Tipos de <i>slide</i> : total de <i>slides</i> interativos (<i>words cloud</i> , <i>quizzes</i> , votação e tópicos) e de conteúdos por apresentação	34
Perguntas e respostas: perguntas do público durante a apresentação	liberado
Exportar (jpeg ou PDF) a apresentação com ou sem as respostas da audiência	liberado

Fonte: a autora (2022).

Para acessar a apresentação como membro da audiência, os participantes precisam usar o código fornecido pelo apresentador. Eles podem acessar através do aplicativo ou pelo navegador no *site* www.menti.com, ambos com necessidade de acesso à internet. O código é necessário para acessar a apresentação interativa e responder às perguntas em tempo real. Não é necessário criar uma conta no *Mentimeter* para ser participante.

A utilização da *Mentimeter*, nesta sequência didática, ocorreu devido ao recurso nuvem de palavras, explicitado na Figura 2.1. Essa funcionalidade propicia uma representação visual de dados, já que a audiência deve elencar palavras a um determinado contexto estipulado pelo apresentador, e as palavras se formam na apresentação. As palavras maiores são aquelas que aparecem nas respostas mais frequentemente. Esse tipo de visualização ajuda os apresentadores a coletar informações de seu público rapidamente, devido ao destaques das respostas mais comuns. Ao mesmo tempo expõe esses dados para que todos possam ver as semelhanças e diferenças.

Figura 2.1 - Nuvem de palavras produzidas como resposta a uma pergunta realizada virtualmente.

Qual é seu trabalho atualmente?



537

Fonte: Mentimeter (2023).

Como uma ferramenta educacional, facilita as avaliações interativas, promove maior participação em sala de aula e apoia revisões criativas do material de estudo. Ela favorece a participação de todos os alunos em sala de aula, inclusive os tímidos, já que as respostas e opiniões são compartilhadas de forma anônima. Essa plataforma também possibilita a criação através de perguntas de múltipla escolha ou abertas, permitindo a coleta de *feedback* dos alunos durante a apresentação. O *Mentimeter* tem o potencial de aumentar o engajamento dos alunos e facilitar a colaboração dos educandos com seus professores. A plataforma foi utilizada no produto didático na Aula 1, seção 3, o recurso nuvem de palavras auxiliou a compreender a visão inicial dos educandos sobre a ciência e a figura do cientista.

2.1.2.3 Google Sala de Aula

A Google LLC é uma empresa multinacional de tecnologia, fundada em 1998, por Larry Page e Sergey Brin. Atualmente sua sede fica nos Estados Unidos, e é especializada em serviços e produtos relacionados à Internet. A Google tem como objetivo organizar informações do mundo e torná-las universalmente acessíveis e úteis, segundo o *site* da empresa (GOOGLE, 2023).

A empresa ficou conhecida inicialmente pelo seu motor de busca, mas com o tempo, expandiu seu escopo para uma variedade de produtos baseados na *web*, como na criação de um produto voltado à educação, o *Google for Education*. Integrada ao serviço citado anteriormente, há uma ferramenta, Google Sala de Aula, disponibilizada, desde 2020, pela Secretária de Educação (Seduc) do Rio Grande do Sul, às escolas públicas do estado. Os alunos da rede estadual de ensino possuem um endereço de e-mail com o domínio @educar para acessar sua turma (SEDUC, 2023).

O Google Sala de Aula, também conhecido como *Google Classroom*, é uma ferramenta gratuita que pode ser acessada via *web* ou por aplicativo em dispositivos móveis (GOOGLE FOR EDUCATION, 2023). Sua utilização facilita a interação entre professor e alunos, dentro e fora do ambiente escolar. A plataforma oferece recursos integrados para otimizar a experiência de ensino e aprendizagem em sua utilização. Entre eles: o Google Agenda, para organização de calendário; o *Google Drive*, um serviço de armazenamento em nuvem; o Google Documentos, para criação e edição de textos; Google Planilhas, para elaboração e formatação de planilhas em ambiente colaborativo; Google Apresentações, para a confecção de *slides* de apresentações; o *Google Meet*, uma ferramenta de videoconferência; e Google Formulários, uma ferramenta para criação de questionários *online* em que o criador tem acesso instantâneo às respostas.

A plataforma Google Sala de Aula esteve presente na implementação do produto didático, facilitando a entrega das atividades. Os alunos usaram o Google Documentos para dar continuidade à escrita de uma história narrativa fictícia, sobre a tradução de uma célebre obra de física, iniciada na Aula 1. Após a conclusão da história, eles foram instruídos a postá-la na plataforma, em uma atividade atribuída à turma. Além disso, os estudantes iniciaram a elaboração de um *podcast* na Aula 2, cujo *link* foi enviado também por meio da plataforma. Por fim, os alunos responderam

a um questionário no Google Formulários, fornecendo *feedback* sobre as atividades e conteúdos abordados durante a sequência didática.

2.1.2.4 Podcast

Em termos técnicos, o *podcast* é um formato de arquivo MP3; comumente é a produção de episódios de áudio que podem ser compartilhados pela *internet*. O termo *podcast* foi criado em 2004, por um jornalista britânico, Ben Hammersley; no entanto, a ideia é do início dos anos 2000. Acredita-se que o pioneiro do conceito *podcasting* seja Adam Curry, ex-VJ da MTV, por usar o *feeds* RSS para enviar arquivos MP3 aos assinantes de seu programa *online* (SINGER, 2019).

O *podcast* pode ser caracterizado para além de uma tecnologia de áudio, pois evidencia oralidades dentro de uma ampla gama de possibilidades, podendo veicular músicas e sons juntamente às falas. Inclusive pode ser utilizado com um viés pedagógico, já que possibilita oferecer novas formas de realizar atividades educacionais. Para Eugênio Paccelli Aguiar Freire, em *Podcast: breve história de uma nova tecnologia educacional* (2017), os discentes podem se expressar por meio da produção de programas, trazendo suas leituras de mundo para suas falas, já que aprender e ensinar nem sempre estão atrelados à prática escolar, dessa forma comunicar-se estaria atrelado à educar-se.

De acordo com Freire (2017), entre as práticas educacionais enriquecidas pela criação de *podcasts* pelos estudantes, destaca-se a oportunidade de dar voz a colegas e temas que frequentemente são negligenciados no ambiente escolar. Professores e alunos podem utilizar o *podcast* para fomentar a comunicação e a educação, exercitando um ato democrático que promove o encontro de falas e ideias de diversas perspectivas.

Considerando as potencialidades do uso do *podcast* em um contexto educacional, esse formato de mídia compartilhada *online* foi incorporado aos recursos digitais utilizados na sequência didática, especificamente na Aula 2, seção 3. Nesta ocasião, os alunos foram orientados a produzir, em grupos, um *podcast* sobre a importância das mulheres na ciência, destacando informações relevantes e suas respectivas perspectivas.

2.1.2.5 Atividade experimental

A prática experimental no âmbito educacional, especialmente no ensino de ciências naturais, como a Física, auxilia no processo de ensino-aprendizagem por meio da validação da experimentação para explorar e entender a natureza. O uso dessas atividades justifica-se por facilitar a assimilação de conceitos físicos, além de encorajar, motivar, desenvolver o raciocínio lógico e a comunicação em grupo do educando (PEREIRA; MOREIRA, 2017).

De acordo com Borges (2022), os docentes de ciências da educação básica, em sua maioria, acreditam que introduzir aulas práticas no currículo traria melhorias ao ensino de suas disciplinas. Embora algumas escolas disponham de equipamentos e laboratórios, muitos acabam não sendo utilizados por uma série de motivos, como: falta de tempo para o professor planejar as atividades experimentais; falta de atividades já preparadas para os professores; falta de materiais e componentes de reposição; laboratórios desativados e sem serviço de manutenção. No entanto, é um equívoco comum associar a prática de atividades experimentais a um ambiente equipado com instrumentos especializados, pois estas atividades podem ser conduzidas em qualquer sala de aula, sem a exigência de aparelhagem sofisticada ou instrumentos avançados. Temos, como exemplo, os professores que se adaptam a essa circunstância promovendo aulas experimentais e demonstrações utilizando materiais domésticos e de baixo custo.

No desenvolvimento deste trabalho, a aula experimental teve um papel importante, pois aproximou a teoria com um cenário real, além de ter instigado os alunos a manipular instrumentos de medição, analisando situações semelhantes. Ademais, os educandos também puderam aprender com os erros cometidos durante a atividade, elencando os possíveis motivos para suas ocorrências. A aula experimental proposta na sequência foi de baixo custo e pode ser replicada fora de laboratórios, ou seja, sua reprodutibilidade não é afetada pela infraestrutura da escola.

As teorias da Física são construções teóricas e expressas por meio da linguagem matemática; o conhecimento produzido por elas faz sentido quando se permite compreender o funcionamento do mundo e o motivo dos fenômenos serem como são e não de outra maneira. Logo, é essencial unir o ensino experimental ao ensino teórico para permitir ao estudante integrar ambos os conhecimentos, através de uma aprendizagem motivadora. As atividades experimentais de cunho didático

devem almejar uma postura ativa do educando, visto que todo aluno ingressa na escola com uma série de entendimentos pré-estabelecidos sobre o mundo, os quais podem contribuir ou interferir no aprendizado de conceitos científicos. A aula experimental, dessa forma, permite a realização de atividades que oferecem uma perspectiva estruturada dos fenômenos, para além da visão cotidiana. Porém, incorporar as atividades práticas em sala de aula não se faz suficiente para superar os obstáculos no aprendizado do estudante: o conhecimento científico precisa ser tratado como algo que requer compreensão e análise para seu entendimento, ao invés de um conjunto de memorizações. Os experimentos propõem uma visão fenomenológica dos eventos, às vezes contrárias às concepções construídas no dia a dia. Nem sempre os estudantes irão responder aos questionamentos como o planejado. Assim, cabe, nessas situações, induzir o aluno a investigar sobre os erros cometidos, para que possa, mesmo assim, agregar conhecimento com a atividade realizada (BORGES, 2022).

A pesquisa bibliográfica e o trabalho de campo de Benfica e Prates (2020) indicam que a implementação de experimentos nas aulas de Física estimula o interesse dos estudantes, desenvolvendo sua concentração e habilidades analíticas. Destacam que um dos aspectos importantes na realização de experimentos é o envolvimento do estudante, até mesmo seus erros passam a integrar seu processo de aprendizado. Os alunos gostam dos experimentos físicos, e esses auxiliam no desempenho e compreensão da disciplina. As atividades também incentivam o desenvolvimento do raciocínio lógico e facilitam a interação social entre colegas. Em resumo, a prática experimental nas aulas de Física promove uma relação de qualidade entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e fortalece o conhecimento sobre a disciplina.

Considerando as vantagens elencadas acima, sobre a utilização de aulas experimentais na disciplina de Física na educação básica, foram definidos dois períodos contínuos de aula, para realizar a tarefa experimental, especificamente as Aulas 7 e 8, secção 3. Na atividade, os alunos receberam roteiros para guiar o seu experimento, que ocorreu em grupos no ambiente escolar. A tarefa consistiu em analisar a quantidade de movimento de esferas maciças de aço, com tamanhos diferentes. Os discentes foram responsáveis pela montagem do aparato experimental, medições, registros e uma análise investigativa.

2.2 Estereótipo de Gênero na Ciência

A baixa representatividade feminina em áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (Science, Technology, Engineering, Arts and, Mathematics – STEAM) é associada a influência dos estereótipos de gênero associados aos estereótipos de cientistas e a falta da representatividade para que as mulheres passem a visar estas áreas com maior potencialidade (CARLI, 2016).

Neste sentido, Miller et al. (2018) realizaram, nos Estados Unidos, uma meta-análise abrangendo 5 décadas da extensa literatura de estudos: *Draw-A-Scientist*, que consiste em examinar os estereótipos de gênero das crianças ligadas à Figura de cientista através de seus desenhos. No estudo, nota-se que, nas últimas décadas, as crianças retratam com mais frequência cientistas do sexo feminino, entretanto a representação ainda é inferior as dos homens.

O mesmo trabalho mostrou ainda que, à medida que envelhecem, as crianças associam mais a ciência aos homens, e isso pode ser devido a suas observações, pois veem mais cientistas do sexo masculino do que feminino, mesmo tendo aumentado a representação das mulheres na ciência ao longo do tempo. Da investigação, concluiu-se que os estereótipos da ciência produzida majoritariamente por homens podem limitar os interesses de meninas em atividades e carreiras relacionadas à ciência (MILLER et al., 2018). Na aplicação do produto didático, na primeira aula, a mesma estratégia foi replicada, entretanto, uma única vez e com adolescentes.

Segundo Carli et al. (2016), a literatura científica tem diversos trabalhos que comparam estereótipos de gênero ou estereótipos de cientista, mas são poucos os que fazem uma intersecção entre estereótipos de gênero e cientistas de sucesso. Na pesquisa realizada pelo Departamento de Psicologia da faculdade de Wellesley nos EUA, em 2016, aponta como nossa sociedade divide os indivíduos mulheres, homens e cientistas como sendo protagonistas ou coadjuvantes na sociedade. Desde o início da pesquisa, o cientista de sucesso é visto como um agente protagonista e os homens se assemelham a esses, enquanto as mulheres estão associadas a papéis de coadjuvantes e longínquos das ações científicas.

Tal visão ingênua sobre a relação entre gêneros, ciência e sociedade contribui com a discriminação e preconceito sobre a mulher cientista. Durante o aprofundamento da pesquisa citada, nota-se que quanto mais mulheres atuam no

campo científico, menos distantes se tornam os estereótipos de cientista com relação a elas, ou seja, passam a ser representadas como uma possibilidade viável (CARLI et al., 2016).

Os efeitos dos estereótipos apresentam potenciais obstáculos para as mulheres na ciência, conforme o estudo de Carli et al. (2016). Os estereótipos sobre mulheres, homens e cientistas, tentam justificar, erroneamente, o motivo pelo qual as mulheres não possuem qualidades necessárias para serem boas cientistas. Mesmo que não haja diferenças reais no desempenho de ciências e matemática entre os gêneros, essas ideias se perpetuam e reforçam a justificativa para uma baixa ocupação das mulheres nesses campos.

Ao notarmos diferenças no conjunto de características comumente usados pela sociedade para classificar quais são os homens e quais são as mulheres cientistas de sucesso, as mulheres são identificadas direta e indiretamente como ineficazes para ciência, mesmo que apresentem o mesmo conjunto de características que os homens. Isso demonstra que, além dos obstáculos para o avanço na ciência, elas estão sujeitas a ter que superar resistências e discriminações. Logo, o “desinteresse” pela ciência não se deve apenas à preferência por outras áreas, mas também pela internalização de estereótipos e a dificuldade de se manter e prosperar na ciência com os obstáculos preconceituosos e discriminatórios.

2.2.1 Dados sobre Gênero no Brasil

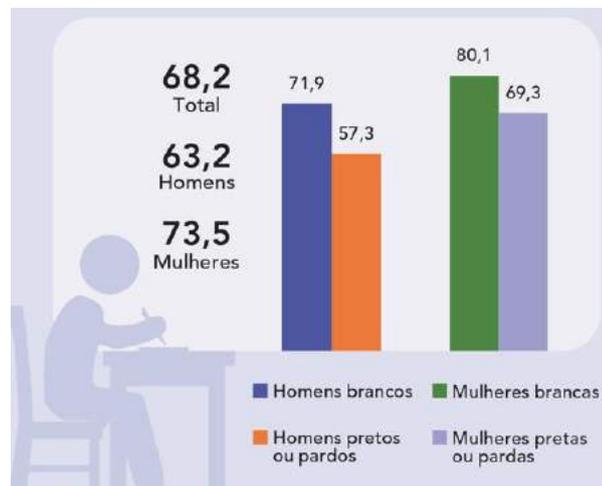
Para subsidiar as discussões sobre gênero e ciência, alguns dados sobre a composição populacional brasileira, proporções de homens e mulheres por nível de escolaridade, serão apresentados.

De acordo com os dados apontados pelo IBGE (2019), no Brasil temos uma composição populacional constituída por 51,8% de mulheres e 48,2% de homens. Embora nosso país possua uma ínfima diferença de gênero em sua composição, vivemos cenários de desigualdade de gênero em diferentes contextos. É possível citar, por exemplo, a informação do Global Gender Gap Report (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020), na qual o Brasil, em um ranking com 153 países, ocupa a 130.^a posição em relação à igualdade salarial entre homens e mulheres com o mesmo cargo de trabalho.

Em termos estatísticos, temos uma tendência geral de aumento da escolaridade de mulheres quando comparada a homens. Apoiado nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) de 2016 (IBGE, 2018), podemos notar uma pequena disparidade na frequência de alunos e alunas no ensino fundamental na faixa etária de 6 a 14 anos. Cabe ressaltar que o acesso ao ensino fundamental é um direito previsto na Constituição. Desta mesma pesquisa, são obtidos os dados de frequência escolar bruta, ou seja, independentemente do nível escolar: para a faixa de 15 a 17 anos e de 18 a 24 anos, a diferença se mostra de maneira mais aparente quando analisamos a última faixa etária em que a frequência das mulheres é 2,5% maior que o de homens.

Como os dados acima são referentes à taxa de frequência escolar bruta, não são evidenciadas as vantagens das mulheres quanto ao nível de escolaridade; entretanto, ao serem mensurados os dados sobre o atraso escolar e o nível de educação adulta, isso se torna evidente (Figura 2.2). As mulheres têm frequência escolar líquida de 10,3% a mais que os homens, ou seja, mais mulheres frequentam o ensino médio comparado aos homens.

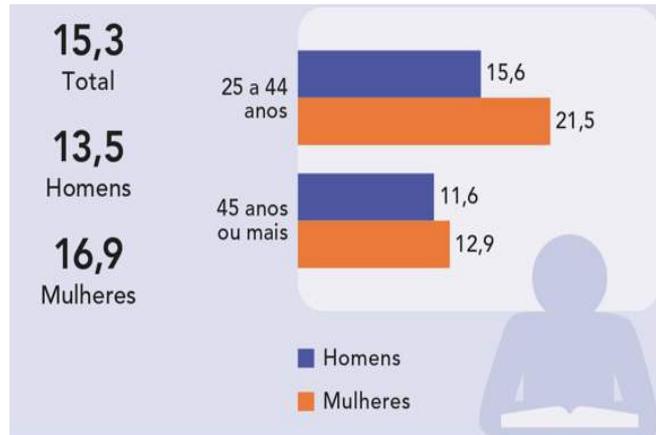
Figura 2.2 - Taxa de frequência escolar líquida ajustada no ensino médio.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016, publicado em 2018.

Outro percentual importante a ser discutido é o de ensino superior completo por sexo: para a faixa etária da população acima de 25 anos, as mulheres mais uma vez têm percentuais superior aos homens, ou seja, mais mulheres possuem diploma que os homens em nosso país (Figura 2.3).

Figura 2.3 - População de 25 anos ou mais de idade com ensino superior completo.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016, publicado em 2018.

As mulheres são maioria como concluintes nos cursos de ensino superior (IBGE, 2021) e estão com representação acima de 50% nas bolsas de pós-graduação (MEC, 2020). Além disso, estão na (co)autoria de metade dos artigos científicos produzidos no Brasil (ELSEVIER, 2017). Portanto, houve uma ampliação da participação qualificada de mulheres na base da carreira acadêmica. Entretanto, quando avaliada a distribuição percentual dos concluintes de graduação, por sexo, segundo as grandes áreas dos cursos, torna-se evidente a baixa representatividade das mulheres nas áreas de engenharia (37,3%) e tecnologias da informação (13,6%), em comparação às áreas de saúde (73,6%) e educação (73,8%) (IBGE, 2021).

Com isso, na Aula 2, seção 3, foram apresentadas informações sobre a representatividade de gênero na graduação brasileira. De acordo com Campos et al. (2011), os alunos, ao adquirir conhecimento, passam a ver o mundo real também por meio de elementos e argumentos estatísticos. Com base nessas informações quantitativas, os educadores podem encorajar o diálogo, a discussão e a valorização das ideias e deduções dos estudantes. Esse processo, implica no desenvolvimento de habilidades de interpretação e análise de dados estatísticos, facilitando na compreensão do mundo que os circunda. Ademais, a internalização do pensamento e raciocínio estatístico pode trazer benefícios ao aprendiz, como a capacidade de efetuar decisões fundamentadas em informações, avaliar argumentos pautados em dados e engajar-se criticamente. Tais competências são essenciais para a formação de um cidadão reflexivo e participativo na sociedade contemporânea.

2.2.2 Émilie du Châtelet

A vida de Émilie du Châtelet⁵, por tratar-se de uma personalidade do século XVIII, é cheia de desafios historiográficos. Em 17 de dezembro de 1706, nasce, na França, Gabrielle Émilie Le Tonnelier de Breteuil que será reconhecida como Émilie du Châtelet após seu casamento. Viveu no movimento iluminista, marcado pelo conhecimento racional e crítico em busca da superação de preconceitos e superstições perpassados desde a Idade Média. Ela foi uma matemática, física e escritora francesa que se destacou em um período da história em que as mulheres tinham poucas oportunidades de estudar e ter uma vida acadêmica. Ademais, a futura Madame du Châtelet, Figura 2.4, foi vulgarmente conhecida como “amante” de Voltaire, filósofo iluminista, ao invés das vastas qualificações que poderiam ser-lhe concedidas (ZINSSER, 2007).

Figura 2.4 - Émilie du Châtelet em sua mesa.



Fonte: Maurice Quentin de La Tour, séc. XVIII.

Émilie pertenceu a uma família nobre que propiciou privilégios e o maior conforto possível no início do século XVIII. Entretanto, ser uma mulher de uma família nobre, nesta época, não lhe assegurava direito aos estudos. Às vezes, na infância, as

⁵ O nome de Émilie du Châtelet pode ser identificado como Madame du Châtelet, Marquesa Châtelet, ou apenas pelo seu sobrenome Du Châtelet. A célebre cientista, em algumas publicações, tem seu sobrenome identificado como “Chastelet” em função da ortografia francesa anterior ao século XVII.

mulheres eram instruídas a ler e escrever em sua língua materna, estudar aritmética, de maneira rasa, e realizar estudos bíblicos com suas mães (PEREIRA, 2022).

Diferente da educação das demais mulheres de sua época, Émilie, durante a infância, teve a oportunidade de aprofundar seus estudos. Supõe-se que isso foi possível, pois um de seus irmãos mais novos, com idade próxima a dela, que estava destinado a igreja, precisava ter uma educação real. Considera-se, portanto, que foi permitido que ela frequentasse as aulas com esse irmão. Para isso, a família teria contratado um tutor que provavelmente lhes ensinou latim e matemática avançada, que pela época em que viveu seria geometria euclidiana. Acredita-se que ela possa ter aprendido italiano em função de seu pai, que era diplomata na Itália para Luís XIV, e inglês, pois tinha um primo inglês. A partir dos dez anos de idade, a criança recebeu permissão para permanecer no salão enquanto seus pais recebiam personalidades de destaque da época, incluindo Voltaire (ZINSSER, 2007).

Ao entrar na adolescência, teve seus estudos cessados, para viver a vida tradicional de uma mulher jovem e nobre. Suas vestimentas mudaram, passou a ser vestida adequadamente por sua mãe e aprendeu boas maneiras para ser uma cortesã. Aos dezesseis anos, foi apresentada à corte de Versalhes por seu pai e é seduzida pelos prazeres que esta vida oferece. Ela adorava o glamour e a vida extravagante de lá (PEREIRA, 2022).

Em 1725, se casa com o Marquês Du Châtelet-Lomont, escolhido pelo seu pai, em troca de um dote generoso. O Marquês trouxe status a sua família, já que, embora não tivesse muitas terras, fazia parte de um grupo de 500 famílias francesas mais antigas, próximas ao rei em Versalhes. A união matrimonial entre o marquês e a marquesa, na qual ele parecia estar fascinado pela sua inteligência, culminou em um relacionamento livre, com mais pessoas envolvidas em seu romance. Seu marido era militar e herdou o governo de uma cidade militar, Semur-en-Auxois, e foi onde ela morou. Nos primeiros anos juntos, teve três filhos, Gabrielle-Pauline (1726), Loren-Louise (1727) e François-Victor (1733). Ela não teve uma produção consistente até o nascimento de seu terceiro filho. Logo após dar à luz, decide voltar para Paris para as coisas frívolas vividas na corte: teatro, ópera e jogos. Além disso, a Marquesa du Châtelet aprofunda seus conhecimentos matemáticos, através da tutoria de Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, físico-matemático, defensor das ideias newtonianas. A aprendiz e o professor mantiveram uma longa amizade intelectual (ZINSSER, 2007).

No mesmo ano, Émilie reencontra Voltaire, e seus laços estreitam-se: o filósofo iluminista se apaixona pela marquesa, devido a sua beleza e seu intelecto. Entretanto, o escritor sempre teve problemas com a nobreza e foi protegido pela família de seu marido, Du Châtelet, e vai morar no castelo de Cirey. Apesar da vontade de participar ativamente dos diálogos científicos, Émilie du Châtelet encontrou obstáculos em normas sociais de sua época referente a gênero. As reuniões da Academia de Ciências de Paris, o cenário preeminente para debates sobre tópicos de pesquisa, estavam inacessíveis às mulheres, assim como os cafés parisienses, onde renomados cientistas frequentemente se encontravam para discutir. Em 1734, Émilie desafiou as convenções sociais, enfrentando as barreiras do gênero, disfarçou-se de homem e entrou em um desses cafés, onde pôde dialogar com diversos matemáticos, astrônomos e físicos. Esses diálogos ocorreram por meio de colaborações, não com uma relação professor-aluno, serviam também para que aprimorasse sua formação. Ao longo do mesmo ano, ocorreram mudanças significativas na vida da Marquesa Du Châtelet. Ela deixou a agitada Paris para se instalar em seu castelo em Cirey. Seu terceiro filho faleceu. Ela firma uma aliança com Voltaire, amorosamente e intelectualmente, e juntos se aprofundam em questões filosóficas e morais, sem deixar seus estudos sobre matemática e física para trás (ZINSSER, 2007).

Em 1738, após dois anos de árduo empenho, Émilie decidiu submeter anonimamente um trabalho para uma competição da Academia de Ciências, cujo tema central era a natureza e a propagação do fogo. Mesmo sem ganhar a competição, seu esforço não passou despercebido. A Academia honrou sua contribuição, decidindo publicar seu trabalho, um marco extraordinário para uma mulher naquela época. Inspirada por esse reconhecimento, Émilie aproveitou para criar um tratado de física dedicado ao seu filho. Assim surgiu o *Institutions de Physique* em 1740, um longo tratado filosófico que discute desde os princípios básicos do conhecimento até a natureza do espaço e do tempo, e a compreensão dos fenômenos naturais associados à gravidade. Devido a um desentendimento, foi disseminado que o trabalho estava sendo produzido por uma mulher, na tentativa de difamá-la em uma sociedade que rejeitava a presença de mulheres na ciência. Em razão do desdém da sua obra em Paris, ela foi traduzida para o italiano e alemão em 1743. A Academia de Bolonha elege a intelectual em 1746 (ZINSSER, 2007).

Em 1744, Du Châtelet embarcou em um projeto ambicioso: traduzir para o francês o *Principia Mathematica*, de Newton, originalmente em latim. Durante os anos

seguintes, ela dedicou-se a esta tradução complexa, decidindo, inclusive, adicionar comentários, expondo sua interpretação da obra, converter a complexa geometria do trabalho original em um cálculo mais contemporâneo e sugeriu possíveis caminhos para sua continuação. No meio deste processo, se apaixonou por Saint-Lambert e ficou grávida. Assombrada por um pressentimento de que não sobreviveria ao parto, ela se isolou em seu escritório em Paris por seis meses para concluir a grande obra. Infelizmente, no dia 10 de setembro de 1749, suas premonições se confirmaram, Émilie morreu de embolia pulmonar como resultado de complicações do nascimento de sua quarta filha aos 43 anos (SILVA; PEREIRA, 2022).

A representatividade de Émilie du Châtelet foi e é de suma importância para a ciência. Esta cientista é usada como referência da prática metodológica deste trabalho, pois, por meio de sua tradução da obra *Principia*, de Newton, é exposto o papel do gênero feminino na construção e disseminação do conhecimento científico. Assim, durante a aplicação da sequência didática, em especial na Aula 1, é utilizada a leitura e continuidade de uma narrativa ficcional sobre a tradução produzida por Du Châtelet, problematizando o fato de o nome de uma mulher estar presente em um livro científico do século XVIII.

2.3 Quantidade de movimento

Um dos eixos temáticos desta dissertação é o conteúdo quantidade de movimento. O conceito permeia direta ou indiretamente esta proposta didática. Isso ocorreu nas atividades realizadas pelos alunos, como no pré-teste sobre a quantidade de movimento, na leitura dos postulados das leis de Newton, na apresentação conceitual e matemática do tema e na aula experimental. Todas as estratégias didáticas visaram envolver o aluno no estudo do conceito de modo interativo, para que se sentissem como parte integrante do próprio aprendizado.

Quando Isaac Newton apresentou seu segundo postulado, na obra *Philosophiae naturalis principia mathematica*, em 1687, a notação utilizada não era a mesma que encontramos nos livros didáticos convencionais, que comumente descreve a força como resultado do produto da massa (m) pela aceleração (\vec{a}), Equação 1. Newton não faz menção à grandeza aceleração no *Principia*, no entanto, afirma que a força resultante que atua sobre uma partícula é a taxa de variação da

quantidade de movimento (\vec{p}) no decorrer do tempo (t), equação 2. Cabe ressaltar que as leis de Newton são formuladas para referenciais inerciais (TIPLER; MOSCA, 2011).

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (2)$$

Quando as questões envolvem forças, estão sem informações suficientes para serem solucionadas através da segunda lei de Newton; pode-se utilizar o princípio de conservação da quantidade de movimento para obter a resposta. Isso aplica-se tanto para corpos que se deslocam a velocidades próximas da luz quanto para corpos microscópicos (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

A maioria dos livros didáticos tradicionais relacionam a força resultante de um sistema ao produto da massa pela aceleração, Equação 1. Fazendo as substituições adequadas a partir dessa equação pode-se chegar ao que foi proposto por Newton, Equação 2. Para isso é necessário, inicialmente, substituir a aceleração de um corpo puntiforme pela taxa de variação da velocidade em relação ao tempo ($\frac{d\vec{v}}{dt}$). Se a massa não mudar, ela é uma constante, dessa forma encontra-se $m\vec{v}$, que é a definição de quantidade de movimento, e alcança-se o proposto por Newton para definição de força, Equação 3.

$$\Sigma \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (3)$$

O que denominamos como quantidade de movimento, também pode ser identificado como momento, momento linear ou *momentum*. A velocidade é uma grandeza vetorial, e a quantidade de momento é o produto da massa pela velocidade, logo, ambas são grandezas de mesma orientação e sentido. Na Equação 4, estabelece-se a proporcionalidade entre as grandezas envolvidas. Quanto maior for a massa e o módulo da velocidade de uma partícula, maior será o módulo de sua quantidade de movimento, ou seja, a massa e velocidade são grandezas diretamente proporcionais à quantidade de movimento. A unidade de medida de quantidade de movimento, no SI, é dada por kg.m/s (HEWITT, 2011).

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (4)$$

O momento linear de um corpo está associado à sua inércia. Dois objetos ao se movimentarem a mesma velocidade, mas que possuem massas diferentes, têm quantidade de movimento distintas, neste caso quanto maior a massa do corpo maior será seu momento e sua inércia (HEWITT, 2011).

Ao analisar o tempo em que um objeto sofre a ação de uma força, está se analisando o conceito denominado impulso \vec{J} . Considerada a força resultante $\Sigma \vec{F}$ que atua sobre uma partícula de massa constante durante um intervalo de tempo Δt de instantes sucessivos, t_1 e t_2 . O impulso é definido pela força resultante multiplicada pelo intervalo de tempo, Equação 5.

$$\vec{J} = \Sigma \vec{F}(t_2 - t_1) = \Sigma \vec{F} \Delta t \quad (5)$$

O impulso é uma grandeza vetorial assim como a força resultante que o produz, ambos vetores têm a mesma direção e sentido. As unidades de medida de impulso, no SI, são dadas por N.s, um conjunto alternativo de unidades para a grandeza é kg.m/s, o mesmo da quantidade de movimento.

Para uma força resultante atuando sobre um corpo, haverá uma taxa de variação da quantidade de movimento em função do tempo, ou seja, a variação do momento $\vec{p}_2 - \vec{p}_1$ dividido pelo intervalo de tempo $t_2 - t_1$, Equação 6.

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\vec{p}_2 - \vec{p}_1}{t_2 - t_1} \quad (6)$$

Ao realizar a multiplicação de ambos os lados da equação 6 pelo intervalo tempo, temos a Equação 7,

$$\Sigma \vec{F}(t_2 - t_1) = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \quad (7).$$

Comparando a Equação 7 com a Equação 5, temos a Equação 8,

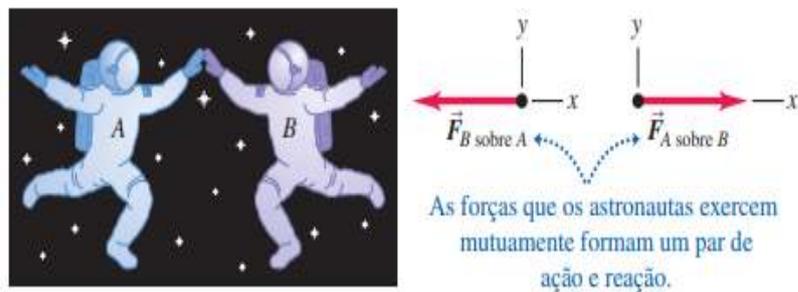
$$\vec{J} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \Delta \vec{p} \quad (8)$$

Em ocasiões que ocorrem interação entre dois corpos ou mais, o conceito de quantidade de movimento é importante. Por exemplo, dois astronautas, A e B, estão em uma região do espaço sideral onde não há campo gravitacional. Considerando que haja apenas forças internas, os astronautas exercem forças um sobre o outro, $\vec{F}_{A \text{ sobre } B}$ e $\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$, Equação 9.

$$\vec{F}_{A \text{ sobre } B} = \frac{d\vec{p}_A}{dt} \quad e \quad \vec{F}_{B \text{ sobre } A} = \frac{d\vec{p}_B}{dt} \quad (9)$$

Os astronautas, ao se tocarem, produziram forças de mesmo módulo e direção, porém sentido contrário $\vec{F}_{A \text{ sobre } B} = -\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$, Figura 2.5.

Figura 2.5 - Astronautas ao tocar as mãos.



Fonte: Young & Freedman, 2016, p.268.

As forças de interação são um par de ação e reação de acordo com a terceira lei de Newton, isto significa que $\vec{F}_{A \text{ sobre } B} + \vec{F}_{B \text{ sobre } A} = 0$. Fazendo uma substituição pela Equação 9, obtemos a Equação 10.

$$\vec{F}_{A \text{ sobre } B} + \vec{F}_{B \text{ sobre } A} = \frac{d\vec{p}_A}{dt} + \frac{d\vec{p}_B}{dt} = \frac{d(\vec{p}_A + \vec{p}_B)}{dt} = 0 \quad (10)$$

Assim como essas forças, as variações de quantidade de movimento têm o mesmo módulo e direção, entretanto sentidos opostos, com isso, a taxa de variação da quantidade de movimento total do sistema é nula $\vec{p}_A + \vec{p}_B = 0$. Logo, temos a Equação 11.

$$\vec{p}_{total} = \vec{p}_A + \vec{p}_B \quad (11)$$

Portanto, fazendo as substituições adequadas entre a Equação 10 e 11, obtém-se a Equação 12.

$$\vec{F}_{A \text{ sobre } B} + \vec{F}_{B \text{ sobre } A} = \frac{d\vec{p}_{total}}{dt} = 0 \quad (12)$$

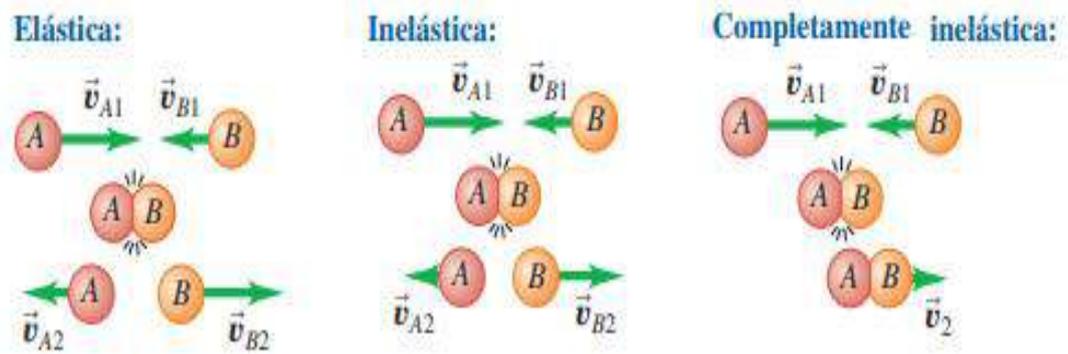
De acordo com a equação acima, a quantidade de movimento do sistema é constante, mesmo que possa haver variação entre os momentos lineares de cada astronauta que compõem o sistema. O momento total de um sistema conserva-se caso a soma das forças externas for nula, o que chamamos de lei da conservação da quantidade de movimento (TIPLER; MOSCA, 2011). Nessa conservação, tem-se que o momento de antes do evento, envolve apenas forças internas, é igual ao momento de depois, Equação 13.

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{depois} \quad (13)$$

A conservação da quantidade de movimento e da energia são dois princípios de conservação fundamentais na Física, embora abordem aspectos distintos do movimento e da interação de partículas. Enquanto a conservação da quantidade de movimento está relacionada ao movimento linear das partículas, a conservação da energia engloba todas as formas de energia presentes em um sistema, tais como energia cinética, potencial e interna (HALLIDAY ; RESNICK; WALKER, 2016).

Nos casos em que as partículas colidem, Figura 2.6, a quantidade de movimento também permanece conservada, desde que não haja interferência de forças externas. Colisões são eventos comuns na vida real, em que forças de curta duração e grande módulo provocam mudanças bruscas na quantidade de movimento dos corpos envolvidos. Todas as coleções preservam a quantidade de movimento. Nas colisões elásticas, os objetos colidem sem sofrer deformações permanentes ou gerar calor. Já nas colisões inelásticas, ocorrem deformações e geração de calor, podendo resultar na união dos objetos envolvidos. Nas colisões perfeitamente inelásticas, os corpos permanecem juntos após a colisão (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Figura 2.6 - Colisão de partículas.



Fonte: Young & Freedman, 2016, p. 268.

3 METODOLOGIA

Este trabalho propõe uma sequência didática para alunos do 1º ano do Ensino Médio; tais atividades tiveram por início com a identificação do conhecimento que os estudantes já possuem sobre quem produz a ciência e sobre o conceito físico de quantidade de movimento. Na sequência, há um conjunto de aulas que aborda as duas temáticas: quantidade de movimento e visibilidade de gênero.

A sequência didática compreendeu 5 aulas, sendo as 4 primeiras com 90 minutos e a última com 45 minutos de duração. As estratégias utilizadas foram: criação de uma chuva de ideias no *Mentimeter*, produção de um desenho, resolução de pré-teste no *kahoot*, leitura e criação de um texto, criação de *podcast*, realização de debate, apresentação de aula expositiva, execução de atividade experimental e elaboração de feedback do produto didático. Ressalta-se que todas as atividades propostas foram direcionadas pela narrativa central, ou seja, a história ficcional elaborada como “gancho” inicial desta sequência didática. No Quadro 3.1, há um resumo das aulas, com os objetivos da aprendizagem e as atividades propostas descritos.

Quadro 3.1 - Resumo dos objetivos e das atividades desenvolvidas em cada uma das aulas da sequência didática proposta.

AULA	OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM	ATIVIDADES PROPOSTAS
Aula 1 Etapa I (45 min.)	- Familiarizar os educandos com a proposta do enredo narrativo; - Coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos educandos; - Incitar reflexão sobre a produção da ciência e seus colaboradores.	- Apresentação da proposta didática a ser implementada; - Estabelecimento de um perfil inicial da imagem da turma sobre o que é ciência e características de cientistas utilizando o recurso chuva de ideias do <i>Mentimeter</i> ; - Aplicação do pré-teste sobre o conceito de quantidade de movimento utilizando a plataforma <i>Kahoot</i> .
Aula 1 Etapa II (45 min.)	- Visibilizar a cientista Émilie du Châtelet por meio da tradução francesa da <i>Principia</i> , de Newton.	- Leitura da narrativa 01 coletiva; - Retirada de dúvidas sobre os personagens da história; - Tarefa 01-A: continuação da história narrativa pelos alunos por meio de investigação.
Aula 2 Etapa I (45 min.)	- Discutir o papel da mulher na ciência e na sociedade.	- Exposição de dados sobre mulher na graduação, no Brasil; - Debate sobre as concepções de cientistas; - Tarefa 01-B: construção de <i>podcast</i> pelos alunos sobre o papel da mulher na ciência.

AULA	OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM	ATIVIDADES PROPOSTAS
Aula 2 Etapa II (45 min.)	- Comparar como as leis de Newton foram escritas em versão original com o que é visto no livro didático atual; - Introduzir o conceito de quantidade de movimento pelo enunciado da segunda lei de Newton.	- Leitura da narrativa 02 coletiva; - Exibição de vídeo biográfico sobre Émilie du Châtelet, retirado do documentário romanceado <i>Einstein's Big Idea</i> (2005). - Leitura das leis de Newton retiradas da obra <i>Principia</i> .
Aula 3 (90 min.)	- Ensinar conceitualmente e matematicamente o que é a quantidade de movimento.	- Slides com abordagem conceitual e matemática sobre quantidade de movimento, informações retiradas do livro Física Conceitual (HEWITT);
Aula 4 (90 min.)	- Introduzir a experimentação aos alunos; - Relacionar as variáveis do experimento com a quantidade de movimento.	- Atividade experimental, quantidade de movimento de esferas de aço.
Aula 5 (45 min.)	- Analisar pontos positivos e negativos do produto didático com a turma.	- Aplicação novamente do pré-teste, utilizando a plataforma <i>Kahoot</i> . - Relato dos alunos sobre a sequência didática aplicada.

Fonte: a autora (2022).

A seguir, é descrito, em detalhes, o desenvolvimento de cada uma das aulas que compuseram o produto didático em questão.

3.1 Aula 1

A aula número 1 foi dividida em duas etapas. Cada uma delas correspondeu a um período de 45 minutos, em sala de aula.

3.1.1 Aula 1 - Etapa I

Na primeira etapa, da Aula 1, foi apresentado aos alunos a proposta de aplicação desta sequência didática, ou seja, a familiarização dos educandos com as mudanças que ocorreram em sala de aula, ao se transmitir a organização e o conteúdo. Tanto a quantidade de movimento quanto a discussão sobre gênero na ciência foram evidenciadas como temática dessas aulas. O Quadro 3 apresenta, para melhor entendimento, o que foi abordado. Após a familiarização da aplicação, a aula foi dividida em dois momentos.

No primeiro momento, os alunos acessaram a plataforma interativa *Mentimeter*, para elaborar dois painéis de chuva de ideias, com o objetivo de caracterizar com três palavras o que entendiam como ciência, e qual o perfil de um cientista, com a finalidade de compreender a visão da turma sobre o que é ciência e as características de quem a produz. Além disso foi solicitado que desenhassem a figura “cientista”. A Figura 3.1 mostra como foi montado o *Mentimeter*.

Figura 3.1 - Levantamento de concepções acerca da produção científica.

 <p>Análise Investigativa</p>	<p>Cite três características da ciência:</p>
<p>Desenhe, na folha que você recebeu, o solicitado abaixo: cientista</p>	<p>Cite três características de cientista:</p>

Fonte: a autora (2022).

No segundo momento da aula, os alunos acessaram a plataforma *Kahoot* para realizar um pré-teste, conforme modelo de questões apresentadas no Quadro 3.2. As questões aplicadas foram de múltipla escolha e as respostas corretas estão em **negrito** e *itálico* simultaneamente. O pré-teste teve a intenção de analisar se os alunos já haviam estabelecido algum contato e se possuíam alguma noção do conceito físico a ser tratado.

Quadro 3.2 - Pré-teste investigativo.

Questão 1	Você já ouviu falar sobre quantidade de movimento?	
<i>Alternativas</i>	<i>Sim, sei o que é.</i>	<i>Não.</i>
	<i>Sim, mas não lembro.</i>	<i>Sim, mas não entendi.</i>

Questão 2	Para que um corpo tenha quantidade de movimento, ele deve estar _____.	
<i>Alternativas</i>	em repouso.	se movendo.
	imóvel.	morto.
Questão 3	O que tem mais quantidade de movimento: um carro parado em um sinal vermelho ou uma bicicleta movendo-se?	
<i>Alternativas</i>	Carro.	<i>Ambos são iguais.</i>
	Não temos como determinar com as informações fornecidas.	Bicicleta.
Questão 4	Qual dos seguintes tem a menor quantidade de momento?	
<i>Alternativas</i>	Uma formiga em repouso.	Uma formiga andando pelo chão.
	<i>Um elefante andando.</i>	<i>Um elefante correndo.</i>
Questão 5	Um caminhão grande sempre terá mais quantidade de movimento do que um carro pequeno.	
<i>Alternativas</i>	<i>Verdadeiro.</i>	Falso.
Questão 6	Objetos com velocidades iguais e massas diferentes não podem ter a mesma quantidade de movimento.	
<i>Alternativas</i>	Verdadeiro.	<i>Falso.</i>
Questão 7	Um menino está de pé em um skate. O skate não está se movendo. Ele irá lançar uma bola, o que ocorrerá com o skate?	
<i>Alternativas</i>	<i>O skate permanece imóvel.</i>	O skate irá se mover para trás mais devagar que a bola.
	<i>O skate irá se mover para trás mais rápido que a bola.</i>	<i>O skate irá avançar mais rápido que a bola.</i>
Questão 8	Qual a diferença entre um caminhão bater em uma parede ou em uma pilha de feno ?	
<i>Alternativas</i>	O impulso do caminhão batendo na parede é maior.	<i>A mudança no momento do caminhão batendo na parede é maior.</i>
	A força do caminhão batendo na pilha de feno é maior.	O tempo de colisão do caminhão batendo na pilha de feno é maior.
Questão 9	Defina "quantidade de movimento":	
<i>Alternativas</i>	<i>resistência.</i>	massa em movimento.

	<i>algo que vai rápido por muito tempo.</i>	<i>quantidade de massa de um objeto.</i>
--	---	--

Fonte: a autora (2022).

3.1.2 Aula 1 - Etapa II

Na segunda etapa, da Aula 1, pretendeu-se estabelecer o “fio condutor” das demais; pois foi a partir da primeira narrativa apresentada que as outras se sucederam. O propósito da narrativa foi o de trabalhar a invisibilidade de mulheres cientistas ao estabelecer uma conexão para introduzir, posteriormente, a problematização de como vemos as Leis de Newton nos livros didáticos da escola. Para isso, foi elaborada uma história narrativa pela docente e proposta sua continuação pelo aluno.

A história inicial, no Quadro 3.3, conta sobre as férias de uma adolescente na casa de sua avó. O ponto chave desta primeira narrativa se estrutura quando a menina encontra o livro *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, que lhe lembra a obra citada por sua professora na disciplina de Física, mas que “curiosamente” em sua contracapa tem o nome de uma mulher. Nesta aula, o objetivo foi de atentar à “descoberta” da tradução da obra de Newton para o francês, além de abordar a vida de Émilie Du Châtelet e o papel da mulher na ciência.

Quadro 3.3 - Narrativa 01.

No ano de 2022, Muriel passa alguns dias com sua avó, Mila, durante o recesso de inverno. Ela está no 1º ano do Ensino Médio e precisa escrever uma narrativa, uma história sobre algo que ocorreu em suas férias para a disciplina de Português. Embora seja criativa e versada em exatas, Muriel tem receio em se aventurar na escrita. Vamos ajudá-la! Leia seu texto e siga as instruções.

NA CASA DA VOVÓ, TEM MULHER CIENTISTA

Escrito por Muriel Martin Silva

Início das férias de inverno e lá fomos nós, eu e minha mãe, viajar por três horas e meia para casa de minha avó na região sul do estado. Minha avó é uma pessoa legal, sempre tem mil histórias pra contar, algumas verídicas, outras repetidas e algumas inventadas, acho que toda avó e avô é assim, pelo menos os que conheço são. Toda vez que chego na casa da minha avó, ela nos espera com bolo e café preto, detalhe: o café é sem açúcar, que *cringe*, minha mãe vai embora amanhã e eu vou ficar uns três dias e voltar de ônibus.

Eu e vovó gostamos de passar o tempo juntas. Você deve estar pensando: que chatice de férias, mas eu discordo de você, ela é a minha pessoa favorita. Embora alguns dias sejam monótonos, outros não são. Ela sempre inventa algo que possamos fazer juntas e é muito inteligente, mesmo tendo feito apenas “segundo grau” como diz ela. Hoje ela é aposentada, mas trabalhou como bibliotecária da Escola Técnica de Pelotas e sempre devorava os livros, paixão que ela manteve. Na sala, tem uma estante, que ocupa a parede inteira, cheia de livros muito bonita e

com livros em outros idiomas, ela é assim: apegada ao antigo e conectada na tecnologia. Acredita que aqui tem fibra óptica e placa solar?

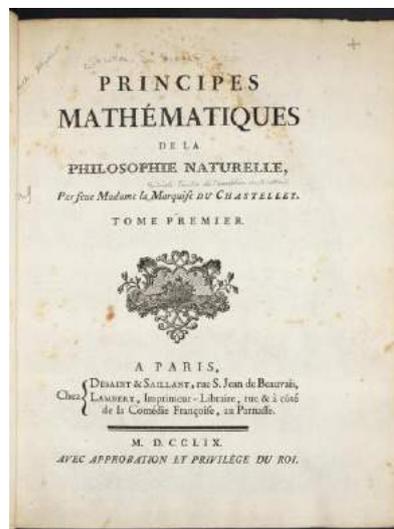
Na estante, tem alguns livros em outra língua que não reconheço. Vovó sempre pede que eu leia algo, pois eu não tenho esse hábito. Aproveitei a brecha e perguntei sobre os livros que eu não identificava as palavras.

- Vó, esses livros na terceira prateleira, não parecem inglês e nem espanhol.
- Sim e não são, estão em Francês.
- Mas por que em Francês?
- Porque sim! São antiguidades! Você sabe que eu adoro guardar as coisas da família e acabei ficando com eles. Lembra, já te contei algumas vezes que nós somos descendentes de franceses que vieram para Pelotas, por volta de 1800?
- Então todos os livros são de antes de 1800?
- Não. Alguns vieram depois. Seu bisavô gostava de ter uma biblioteca cheia, alguns ganhou de presente de filhos de estancieiros que iam estudar fora. Se quiser podemos pesquisar os títulos? Pode ser que encontremos algo que lhe agrade....
- Achei que só soubesse espanhol, vovó!
- Mas eu só sei espanhol. Pra isso existe o Google Tradutor.
- Tá bem! Vamos começar por este, parece o mais antigo. É de capa dura e não tem nome na capa. Deixe-me ver..... o título é *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*. Esse nome não me parece estranho, acho que já ouvi em algum lugar.
- Muriel, segundo a tradução, o nome deste livro é *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*.
- Acho que a professora falou uma vez sobre esse livro em aula, mas o nome do cientista é Isaac Newton que não está na contracapa.

Fonte: a autora (2022).

Foi entregue dentro de um envelope uma cópia impressa da “Narrativa 01” e uma imagem (Figura 3.2), para cada aluno. Assim, os discentes fizeram, inicialmente, uma leitura individual, e em seguida, o mesmo texto foi lido para a turma, pela docente, com auxílio de dois voluntários para uma leitura dinâmica do texto; a professora se encarregou da leitura do narrador. Como a história está inacabada, coube aos alunos continuar o diálogo entre Muriel e sua avó, Tarefa 01-A.

Figura 3.2 - Contracapa do livro investigado.



Fonte: Cynthia J. Huffman, 2017.

Quadro 3.4 - Tarefa 01-A.

Ajude Muriel e sua avó a decifrar a contracapa do livro!
 Com base na contracapa, reúna informações sobre o livro. Utilize o meio de tradução de sua preferência.
 De acordo com o que foi encontrado, continue o diálogo entre Muriel e sua avó Mila, traga elementos da época em que o livro foi escrito, pesquise e faça uma breve apresentação sobre a autoria do texto, ou seja, tente determinar quem escreveu o livro, quem auxiliou no processo (se isso ocorreu) e especifique se o livro foi redigido originalmente em francês. Pesquise também sobre versões do livro em outros idiomas.
 Não se esqueça de manter o diálogo entre as duas protagonistas.

Fonte: a autora (2022).

Os discentes tiveram o restante da aula para iniciar a tarefa e questionar a professora sobre a história referida, solicitando mais informações sobre as personagens. Esperou-se que os alunos problematizassem, em suas narrativas ou na própria aula, o fato do livro “*Principia*” não ser de autoria de Émilie du Châtelet. Cabe aqui ressaltar que, quando se faz uma pesquisa pelo nome da cientista, pode-se encontrar tanto Émilie du Chastellet ou Émilie du Châtelet, pois ambos se referem a mesma pessoa. O propósito da Narrativa 01 e da Tarefa 01-A foi de dar visibilidade à cientista Émilie du Châtelet por meio da investigação da contracapa.

3.2 Aula 2

A aula 2 foi dividida em duas etapas, e cada uma delas correspondeu a um período de 45 minutos em sala de aula, assim como na primeira aula.

3.2.1 Aula 2 - Etapa I

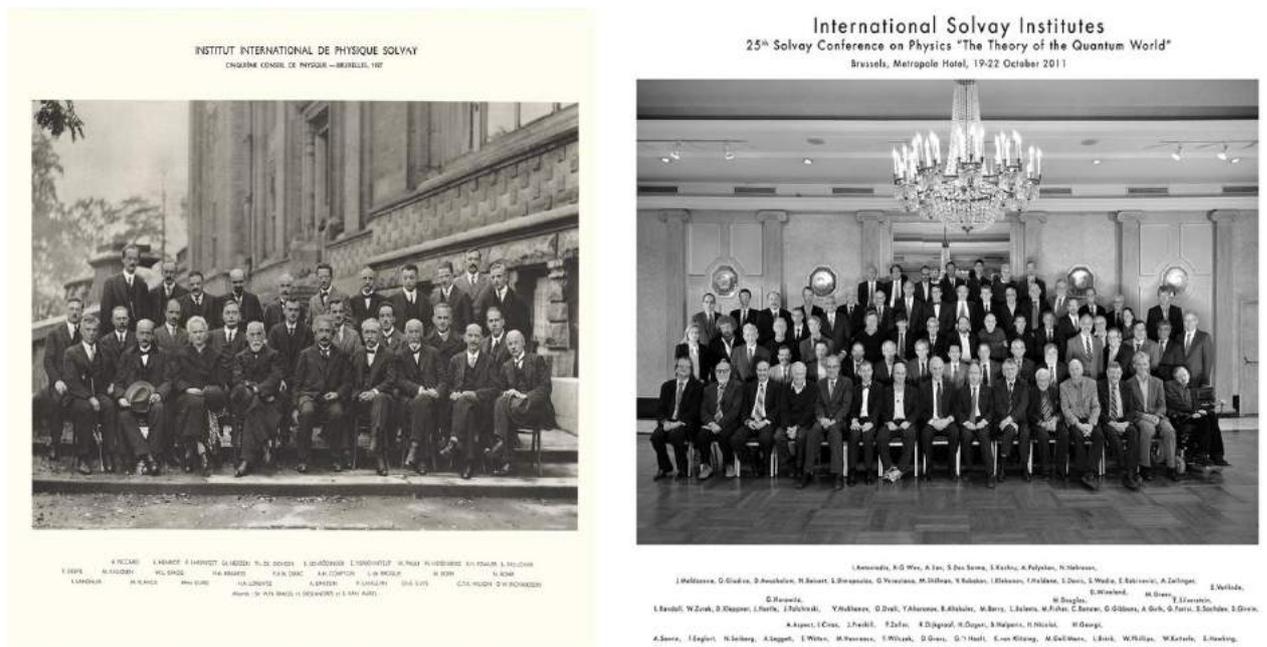
Na primeira etapa da Aula 2, os alunos foram induzidos a discutir sobre a representatividade de gênero na produção científica, através do questionamento sobre a quantidade de mulheres presentes na conferência de *Solvay* de 1927 e a de 2011, como mostra a Figura 3.3.

Além das imagens, é apresentado um informativo produzido pela *Parent in science*⁶. Nele é destacado a presença de 57% dos estudantes de ensino superior serem mulheres em 2020 no Brasil; os dados do efeito tesoura em nosso país, em

⁶O Parent in Science é um movimento que surgiu com o intuito de levantar a discussão sobre a maternidade e a paternidade dentro do universo da ciência do Brasil. Link do informativo - https://www.parentinscience.com/_files/ugd/0b341b_6ac0cc4d05734b56b460c9770cc071fc.pdf

que mulheres têm 55% das bolsas de iniciação científica e essa porcentagem se reduz a 36% das bolsas de produção científica, ou seja, a medida que se tem um avanço na carreira científica, as mulheres começam a desaparecer; a representação das profissionais mulheres na área da Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação é de 13,6%, enquanto em cursos da área de Educação é de 75,6%; sobre a sub-representação de mulheres negras e indígenas com ensino superior completo com idade maior que 25 anos, cabe ressaltar que 54% da população brasileira se autodeclara preta ou parda, em que temos 17,7% de mulheres brancas, 6,7% das mulheres pretas ou pardas e 0,68% dos estudantes matriculados são indígenas; um em cada 10 estudantes de graduação de ensino superior federal (entre homens e mulheres) possui filhos. Esses dados estatísticos corroboram com as discussões sobre produção científica (PARENT IN SCIENCE, 2021).

Figura 3.3 - Conferência de Solvay de 1927 e 2011.



Fonte: Solvay Institute, 1927 e 2011.

Para finalizar a aula, os alunos organizaram-se para realizar a Tarefa 01-B, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.5, ou seja, a produção de um *podcast* em forma de diálogo, em que discorreram sobre o papel da mulher na ciência. Sua produção foi iniciada em aula, com o tempo disponível, sendo importante ressaltar que a professora indicou aos alunos a elaboração de um pequeno roteiro para o *podcast*, antes da gravação deste, para lhes fosse otimizado o tempo de execução da tarefa.

Quadro 3.5 - Tarefa 01-B.

Agora, depois de ter feito a sua pesquisa e descoberto o mistério que ronda a autoria do livro, responda a seguinte pergunta:

Qual o papel da mulher na ciência?

A entrega deve ser feita através de áudio, no formato de um *podcast*. O material deve ter no mínimo 3 minutos. Monte uma equipe, com três integrantes, e gravem da forma que mais lhes agradar.

Fonte: a autora (2022).

3.2.2 Aula 2 - Etapa II

Na segunda etapa da Aula 2, foi realizada a leitura da narrativa 02 (Quadro 3.6), em que a professora leu a parte do narrador e dois alunos voluntários fizeram as leituras dos e-mails. O propósito desta narrativa foi de manter o vínculo com a primeira parte e dar prosseguimento à sequência didática. No texto, foi reforçado positivamente a importância de se abordar questões de gênero em diversas áreas, por duas professoras de disciplinas distintas; também foi exposta a existência de uma produção documental que exhibe brevemente a vida e contribuições de Émilie du Châtelet, com uma alusão à próxima tarefa, realizada pelos alunos.

Quadro 3.6 - Narrativa 02.

Já se passou uma semana desde que Muriel voltou da casa de sua avó, Mila. As férias de inverno passaram voando e ela acaba de receber um e-mail, em sua conta escolar, referente à redação de Português.

NOTIFICAÇÕES

“Prezada Muriel.

Gostei muito da sua história narrativa, está de parabéns. Fiquei intrigada com a história da cientista que tu contaste. É muito importante que comecemos a evidenciar mulheres em todas as áreas, pois lugar de mulher é onde ela quer estar. Entrei em contato com a professora de Física, ela ficou animada com o texto, acredito que ela vá entrar em contato com você.

Att,

Profa. Maria Albuquerque ”

No mesmo dia Muriel recebe um e-mail da professora de Física:

“Prezada Muriel.

Fiquei muito animada com o texto que tu produziu para a profa. Maria, e me surgiu uma ideia a partir dele! Está mais que na hora de comermos a evidenciar mulheres que fazem ciência, por isso em nossa primeira aula presencial iremos iniciar com um recorte do documentário *Instein's Big Ideia* na parte que conta sobre a vida de Émilie Du Châtelet. Aproveitando que estamos encerrando o conteúdo sobre as Leis de Newton, que tal problematizar? Irei levar uma cópia para cada com os enunciados da obra traduzida que tenho aqui em casa, será que está da mesma forma que em nosso livro didático?

Att, Profa. Alice Rolin”

Fonte: a autora (2022).

Após a leitura, foi exibido o vídeo biográfico sobre Émilie du Châtelet, retirado do documentário romanceado *Einstein's Big Idea* (2005), como indicado na narrativa. Os alunos receberam uma cópia da parte referente a Axiomas e Leis do Movimento da 2ª edição do livro *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural-Livro I* conforme pode ser visualizado no Quadro 3.7. Na obra, as leis são descritas de maneira distintas do livro didático utilizado na escola.

Quadro 3.7 - Leis de Newton retiradas do livro *Principia*.

<p>AXIOMAS OU LEIS DO MOVIMENTO</p> <p>LEI I <i>Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.</i></p> <p>LEI II <i>A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.</i></p> <p>LEI III <i>A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas.</i></p>
--

Fonte: adaptado de Newton, 2008, p. 53 - 54.

Os discentes foram orientados a comparar o que lhes foi entregue com o que está escrito no livro didático utilizado nas suas aulas “Física aula por aula: mecânica” de Benigno Barreto Filho e Cláudio Xavier da Silva. O intuito foi de que os alunos apontassem a diferença entre a 2ª lei de Newton e sua apresentação no livro didático, seguindo-se de um questionamento acerca da relação entre a mudança de movimento e a aceleração.

3.3 Aula 3

Inicialmente, foi exibido o curta *A Tale Of Momentum & Inertia* em que o protagonista, um gigante de pedra, tenta salvar um vilarejo de uma rocha gigante que ele deixou cair de uma colina. Os discentes tiveram de descrever oralmente o que ocorreu na animação e sua ligação com o conceito físico inércia.

Após essa etapa, foi realizada a apresentação de slides (Figura 3.4). Os estudantes foram indagados sobre as leis de Newton, sobre o conceito de mudança de movimento e como quantificá-lo. Além disso, foi apresentado o conceito e as equações sobre quantidade de movimento, impulso, conservação da quantidade de movimento e colisões.

Figura 3.4 - Slides sobre quantidade de movimento.

	<p>PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA</p> <p>Quais são as 3 leis de Newton?</p> <p>Do que se trata o Princípio da Inércia?</p> <p>Do que se trata o Princípio Fundamental da Dinâmica?</p> <p>Do que se trata o Princípio da Ação e Reação?</p>	<p>2º lei</p> <p>A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.</p>
<p>O que é a mudança de movimento?</p>	$\vec{F} = m\vec{a}$ $\vec{a} = \Delta\vec{v}/\Delta t$ $\vec{F} = m(\Delta\vec{v}/\Delta t)$ $\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$	<p>Como quantificar o movimento?</p>
<p>Quantidade de movimento significa que um corpo/objeto está em movimento.</p>	<p>$\vec{p} = m\vec{v}$</p> <p>[p] quantidade de movimento [kg.m/s] [m] massa [kg] [v] velocidade [m/s]</p> <p>A grandeza quantidade de movimento, assim como a velocidade são grandezas vetoriais.</p>	<p>15 kg $\vec{p} = m\vec{v}$</p> <p>no momentum 0 m/s</p> <p>more momentum 10 m/s</p> <p>most momentum 20 m/s</p>
<p>IMPULSO</p> <p>Impulso = $\vec{F}\Delta t$</p> <p>Impulso = $\Delta(m\vec{v})$</p>	<p>$\vec{F}\Delta t = \Delta(m\vec{v})$</p> <p>$\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$</p> <p>[F] força [N] [t] tempo [s] [m] massa [kg] [v] velocidade [m/s]</p>	
<p>$\vec{F} = \text{variação do momentum}$</p> <p>$\vec{F} = \text{variação do momentum}$</p>	<p>Camera View-03 Frame # 214 Time 0.214</p>	<p>conservação de quantidade de movimento</p>
<p>Colisões</p> <p>\vec{P} total antes da colisão = \vec{P} total depois da colisão</p>	<p>Colisões</p> <p>\vec{P} total antes da colisão = \vec{P} total depois da colisão</p>	

Fonte: a autora (2022).

3.4 Aula 4

Na penúltima aula, os alunos realizaram uma experiência investigativa com esferas maciças de aço e uma rampa sobre quantidade de movimento. Nesta

atividade foi importante instigar os alunos nos processos de previsão, observação e discussão sobre a experiência realizada.

Os alunos se reuniram em grupos de 3 integrantes, sendo que os materiais para realização do experimento foram solicitados na aula anterior: 2 réguas de 60 cm, um tubo pvc de diâmetro 20 mm, fita adesiva e cronômetro. As esferas de aço foram disponibilizadas pela professora (5 esferas por grupo com 4 massas diferentes). Para a problematização inicial da experiência, foi entregue um roteiro de atividade (Quadro 3.8) para cada grupo, sendo realizada uma leitura dinâmica para retirar eventuais dúvidas.

Quadro 3.8 - Roteiro experimental.

ROTEIRO EXPERIMENTAL - QUANTIDADE DE MOVIMENTO

1. Objetivo

Introduzir a experimentação aos alunos, manusear instrumentos de medição (régua, balança e cronômetro). Identificar as grandezas físicas que influenciam na quantidade de movimento de um objeto. Analisar a conservação da quantidade de movimento em colisões.

2. Materiais utilizados

Duas réguas de 60 cm, fita adesiva dupla face, cinco esferas maciças de aço, 20 cm de cano pvc de \varnothing 20 mm, balança digital, livros para usar de apoio e cronômetro.

3. Experimento

Para realizar o experimento é necessário montar um trilho com as réguas e posicionar o tubo de pvc, como na figura abaixo.



Fixem as régulas na mesa com auxílio de uma fita dupla face, mantenha as régulas paralelas e 2 cm de distância entre si. Após, posicionem o tubo de pvc na ponta da régua, onde a graduação do instrumento marca 0 ou 60 cm, para elevar o cano use de um a dois livros como apoio. Terminada a montagem seu grupo irá receber 5 esferas de aço.

Passo 1: desvendando a balança

Escolham um integrante para fazer as medições das massas das esferas, na balança. Após obter os valores organizem as esferas em ordem decrescente, insira os dados na tabela.

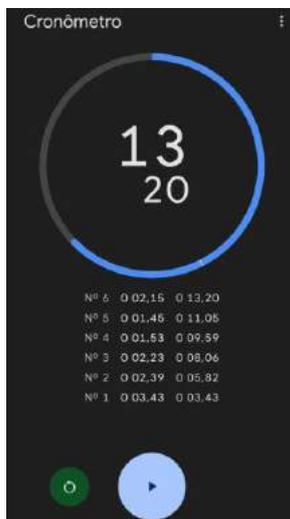


Responsável pela medição na balança: _____

Esfera	m (kg)
A	
B	
C	
D	
E	

Respondam:

Algumas dessas esferas possuem a mesma massa?



Passo 2: o tempo passa

Agora vocês irão utilizar a montagem do trilho para realizar o experimento. O procedimento será descrito para a esfera A, mas o grupo deverá fazer os mesmo procedimentos com a esfera B e C também.

Cada integrante terá uma função neste passo: soltar a esfera pelo tubo, cronometrar o tempo de deslocamento da bola A e realizar o registro na tabela. Serão realizadas 6 medições para cada esfera (A,B e C).

Responsável por soltar a esfera: _____

Responsável pelo tempo: _____

Responsável pelo registro: _____

Posicione a esfera E na marcação final da régua e a A na metade do comprimento do trilho. A esfera D deve ser solta pelo tubo, certifique-se que o responsável pelo cronômetro está atento, assim que as esferas colidirem ele deve acionar o cronômetro e quando a A encontrar a esfera que está na da ponta do trilho deve cessar a contagem, não esqueçam de registrar os dados. Ao terminarem calcule o tempo médio de cada esfera.

esfera	Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	Δt_3 (s)	Δt_4 (s)	Δt_5 (s)	Δt_6 (s)	$\Delta \underline{t}$ (s)
A							
B							
C							

Passo 3: quantidade de movimento

O grupo deve preencher a tabela abaixo de acordo com as informações dos passos anteriores e por meio desses obter a velocidade máxima e a quantidade de movimento de cada esfera.

esfera	m (kg)	Δs (m)	$\Delta \underline{t}$ (s)	$v_{m\acute{a}x}$ (m/s)	p (kg.m/s)
A					
B					
C					

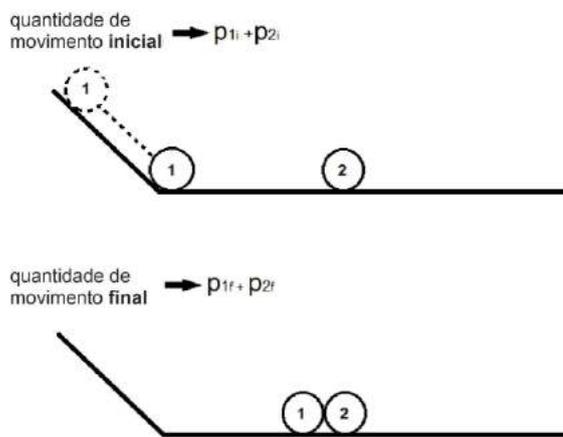
Respondam:

a) Qual foi a esfera mais veloz?

b) Qual foi a esfera com uma maior quantidade de movimento?

c) Quais são as grandezas físicas que influenciam na quantidade de movimento de um corpo?

Passo 4: conservação de quantidade de movimento



A quantidade de movimento de um sistema se conserva, logo, a quantidade de movimento inicial é igual a quantidade de movimento final. O esquema ao lado ilustra a condição inicial e final das esferas, ou seja, antes de colidir e depois de colidir.

$$p_{inicial} = p_{final}$$

Análise as equações e retire as grandezas anuladas, deduza a equação final para esta nossa situação e a relação entre grandezas físicas.

Fonte: a autora (2022).

3.5 Aula 5

A última aula da sequência didática teve por intuito a conclusão da proposta, ou seja, foi um momento de analisar os pontos positivos e negativos de como se seguiram as aulas, conjuntamente com os alunos. Além do diálogo, foi realizado novamente o pré-teste da primeira aula, com a finalidade de mensurar se os alunos compreenderam melhor o conceito de quantidade de movimento. Por fim, foi proposto aos discentes o preenchimento de um formulário no Google (Figura 3.5), o que auxiliou no encerramento da proposta didática.

Figura 3.5 - Formulário de levantamento de dados sobre a sequência didática aplicada.

<p>E-mail *</p> <input type="text"/>	<p>Qual seu maior sonho? *</p> <input type="text"/>
<p>Nome completo: *</p> <input type="text"/>	<p>O que você achou de aprender sobre quantidade de movimento? *</p> <input type="text"/>
<p>Qual sua idade (responder com o número)? *</p> <input type="text"/>	<p>O que você achou sobre as discussões levantadas acerca da representatividade de gênero na ciência? *</p> <input type="text"/>
<p>Com qual gênero você se identifica? *</p> <p><input type="radio"/> homem</p> <p><input type="radio"/> mulher</p> <p><input type="radio"/> não binário</p>	<p>O que você achou da aula experimental? *</p> <input type="text"/>
<p>Seus pais/responsáveis tem alguma formação além ensino médio? Se sim, qual? *</p> <input type="text"/>	

Fonte: a autora (2022).

4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo relata a aplicação do produto educacional, que ocorreu entre novembro e dezembro de 2022, em três turmas de primeiro ano do Ensino Médio. Foram 4 aulas de 2 períodos cada e um período isolado; cada período teve a duração de 45 minutos. Durante os diferentes momentos do processo de aprendizagem explorados nos encontros dessa sequência, ressaltam-se os resultados obtidos através do *Mentimeter*, *kahoot*, escrita criativa, debate em aula, construção de *podcast* e experimentação. Além disso, foram mensurados os resultados para compreender os impactos desta proposta implementada em sala de aula.

4.1 Contexto da aplicação do produto educacional

Considerando a organização da sequência didática já apresentada, (capítulo 3 - Metodologia), fornecem-se detalhes sobre o contexto da implementação para auxiliar na compreensão do ambiente em que ela foi efetuada. A aplicação ocorreu na Escola Estadual de Ensino Médio Affonso Charlier, uma escola pública urbana pertencente à rede estadual de ensino do Rio Grande do Sul, localizada no município de Canoas. O colégio foi fundado em 1975 e tem uma área total de 20.000 m², mas apenas 5.100 m² são de construções de estruturas para as atividades escolares.

A instituição atende nos três turnos e oferta para comunidade o Ensino Fundamental 2 e o Ensino Médio, além disso possui turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola conta com 44 professores, 16 funcionários e 473 alunos matriculados no ano de 2022. Possui onze salas de aulas ativas, um refeitório, laboratório de ciências, um laboratório de informática, um auditório, uma biblioteca, uma sala de ginástica e duas quadras esportivas.

No entanto, no laboratório de ciências há poucos equipamentos, a maioria está danificado e o espaço é pequeno, sendo utilizado pelos docentes da área de ciências da natureza. O laboratório de informática possui quarenta *Chromebooks* e uma TV; não há responsável pelo ambiente e seu uso é comum entre todos os professores. Já o auditório da escola é amplo, possui um *datashow* e uma TV, também é de uso comum. Além disso, há uma biblioteca na escola que funciona com o auxílio dos alunos como monitores em turno inverso ao seu.

Os alunos do 1º ano do Ensino Médio da escola foram os escolhidos para participarem da aplicação do produto, devido à organização curricular do componente de Física. Três turmas foram envolvidas (turma A, B e C), com 30, 26 e 24 estudantes matriculados respectivamente, no turno da manhã, com idades entre quinze e dezoito anos. A maioria dos alunos da turma A frequentam a escola desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, enquanto os da turma B e C são oriundos de outras escolas. A matrícula ativa não garante a constância dos alunos em sala de aula, e a infrequência é mais recorrente com as últimas duas turmas. O ano letivo de 2022 foi dividido em quatro bimestres e a aplicação do produto didático aconteceu no último.

4.2 Relato da aplicação

Nas seções seguintes, descreveu-se o que ocorreu em cada período das aulas que compuseram este produto didático, destinado a debater a visibilidade de gênero na ciência e o conceito quantidade de movimento.

4.2.1 Aula 1

A aplicação desta aula ocorreu na sala destinada a cada turma. O espaço físico destinado aos 1º anos do Ensino Médio possui projetor, por isso não houve necessidade dos estudantes serem realocados. A conexão de internet da escola não é boa, mas permitiu que os alunos a utilizassem quando necessário. O relato será demarcado pela primeira e segunda etapa desta aula.

A primeira etapa, da Aula 1, iniciou com a explicação da proposta para a classe e apresentação do Quadro 3.1 do capítulo 3 (Metodologia). Foi importante apresentar ao aluno aquilo em que eles iriam participar, para que não houvesse estranhezas e ansios sobre as novas práticas. Os alunos ficaram atônitos por não encontrarem menção à prova no material exposto, alegando estar cansados dos três primeiros bimestres, já que não gostavam de realizar esse tipo de avaliação. Junto com a supervisora escolar, foi acordado que não seria necessário realizar a avaliação padrão, mas que as atividades realizadas seriam somadas e iriam compor a nota de cada aluno no bimestre em questão. Logo, essa informação foi transmitida a eles.

Após a apresentação, foi disponibilizado um código para acessar uma apresentação dentro da plataforma *Mentimeter*, Figura 3.1. Foi a primeira vez que

enviavam as palavras, elas eram projetadas no quadro da sala de aula. Alguns colocaram características relacionadas à física, por se tratar de uma aula da disciplina, mesmo que não tenha sido solicitado no enunciado.

Na turma A, houve a participação de 20 alunos na elaboração da chuva de ideias. As três características da ciência mais citadas foram: conhecimento, experimentos e inteligência. Além disso, surgiram conceitos que podem ser diretamente relacionados à física, como: teoria da relatividade, força da gravidade e teoria de Newton. Na turma B, houve a participação de 22 alunos, e as três características mais citadas foram conhecimento, estudos, experimentos, além de surgiram nomes de físicos cientistas, como Nikolas Tesla e Albert Einstein. Na turma C, houve a participação de 15 alunos, e as características destacadas foram: exato, importante, racionalidade, sem menção a conceitos físicos.

Após a análise da chuva de palavras, os alunos receberam $\frac{1}{4}$ de uma folha A4, e na projeção do quadro foi apresentado o seguinte comando: "Desenhe, na folha que você recebeu, o solicitado abaixo: cientista", terceiro *slide* do *Mentimeter*. Os desenhos dos alunos estão presentes na Figura 4.2.

Figura 4.2 - Representação de cientista feita pelos alunos para as turmas A, B e C na sequência.



Fonte: a autora (2022).

A realização do desenho foi importante para traçar o perfil da turma sobre sua percepção de quem produz ciência, e se houve, majoritariamente, associação à figura masculina, feminina ou igualitária. A turma A apresentou 23 desenhos, dos quais foram: seis cientistas mulheres, dois que representam o cientista homem e mulher no mesmo cenário, treze cientistas homens e dois desenhos de objetos. A turma B entregou 22 desenhos, duas cientistas mulheres, dez cientistas homens e duas

a palavra. A intenção dessa instrução foi de verificar se o discente utilizou características neutras ou se as relacionou a algum gênero específico.

Nas três turmas, encontraram-se majoritariamente características masculinas, tais como: questionador, estudioso, curioso, inovador, louco, revolucionário, articulado, frio, necessário, maluco, esperto, investigador, esforçado, conhecedor, pesquisador, criterioso, criativo, desorganizado, comunicativos, mal humorado, esquizofrênico e organizados. Apenas duas turmas utilizaram características femininas: a turma A escreveu curiosa e focada, e a turma B, pesquisadora. A docente circulou, na projeção, as palavras masculinas e questionou os alunos sobre suas escolhas: eles alegaram que estão acostumados a usar o gênero masculino como neutro, deram o exemplo “professora, quando queremos falar da nossa espécie falamos homens”, e que não conhecem muitas mulheres cientistas.

Concluída a apresentação dos *slides* na plataforma *Mentimeter*, os alunos receberam um código para acessar o *Kahoot* e realizaram um pré-teste sobre o conceito quantidade de movimento. As perguntas que compuseram o jogo constam no Quadro 3.2. O tempo de resposta de cada questão variou: há perguntas com 30 segundos e outras com 60 segundos para responder.

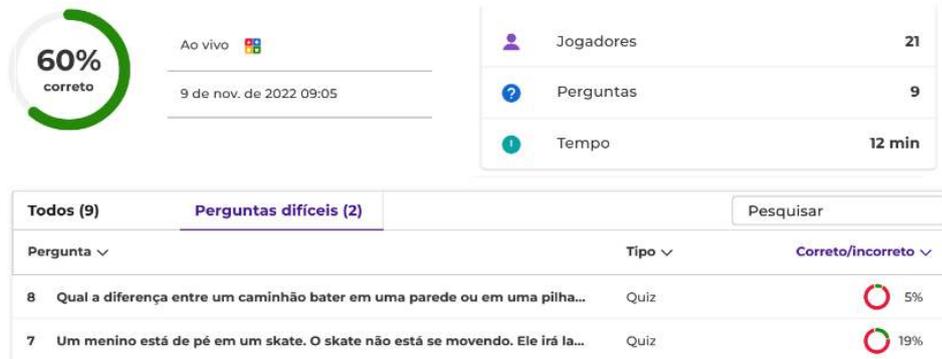
Mesmo que o conteúdo a respeito da quantidade de movimento não tenha sido abordado em aula, é algo que está relacionado ao cotidiano do aluno, logo este possui conhecimentos prévios sobre o assunto e esse instrumento visa medi-lo. Os dados do pré-teste foram comparados a um novo teste, com as mesmas perguntas, para analisar se houve ganho de aprendizado acerca do conceito durante a aplicação da sequência didática. O desempenho de cada turma está detalhado na Figura 4.4.

A turma A teve 60% de acertos e a B 61%; ambas tiveram um rendimento acima do esperado, pois ainda não havia ocorrido uma apresentação formal do conceito, logo esperava-se um rendimento de até 50%. A turma C obteve 42% de acertos, um rendimento esperado, e foi a turma com mais perguntas classificadas pelo próprio *Kahoot* como difíceis. Os alunos manifestaram curiosidade sobre o conteúdo ao longo da partida e questionaram se seria visto nas aulas de Física no último bimestre.

A etapa II difere da etapa I, pois a primeira expôs a sequência didática, fazendo um levantamento das concepções dos discentes sobre o que é a ciência e o perfil de quem a produz. Além disso, mensurou conhecimentos prévios do conceito físico quantidade de movimento. O segundo bloco foi conduzido por uma narrativa ficcional continuada pelos alunos.

Figura 4.4 - Respostas ao pré-teste no Kahoot para as turmas A, B e C.

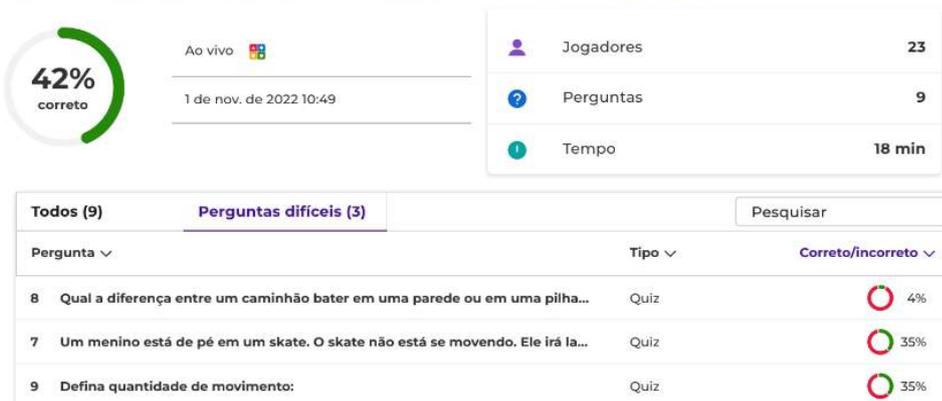
Pré-teste quantidade de movimento, resultados da turma A



Pré-teste quantidade de movimento, resultados da turma B



Pré-teste quantidade de movimento, resultados da turma C

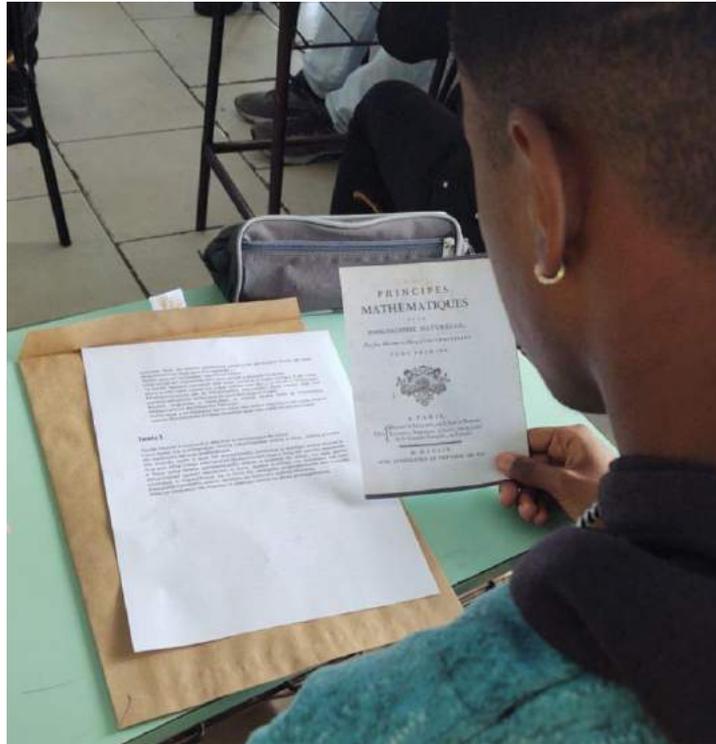


Fonte: a autora (2022).

A leitura do texto (Quadro 3.3) junto com a tarefa de escrita criativa (Quadro 3.4) teve por objetivo visibilizar a existência de mulheres na ciência, neste caso a francesa Emilie du Châtelet. Entretanto ela não é citada no texto, mas seu nome consta na contracapa da tradução francesa do livro *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, Figura 3.2, uma fotografia que os alunos investigaram para dar continuidade à história. A ficção, fotografia e tarefa de comando foram entregues, para

cada um da sala, impressas e em um envelope pardo lacradas, Figura 4.5. A forma como o material foi entregue causou muita curiosidade entre os alunos, inclusive colocaram o envelope contra a luz para tentar enxergar antes do momento de abrir.

Figura 4.5 - Envelope com a fotografia e a tarefa de comando entregue na Aula 2.



Fonte: a autora (2022).

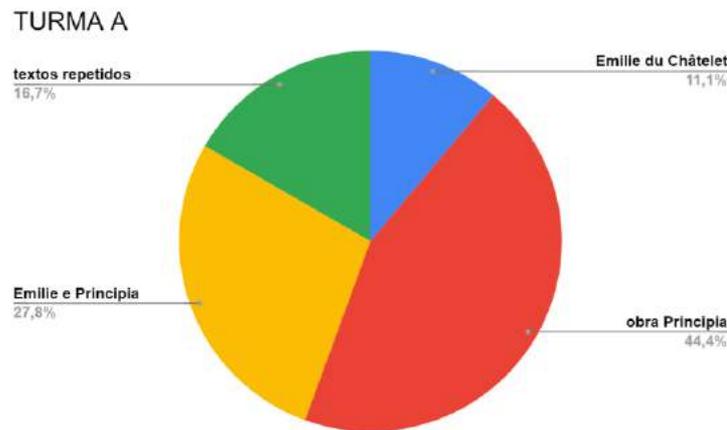
Após os alunos a abertura do envelope, foi realizada uma leitura coletiva. Nas três turmas, os discentes foram participativos com a leitura em grupo, sempre com voluntários para sua execução. Foi indicado que fizessem a pesquisa sobre os elementos da contracapa, fotografia entregue, e que a tarefa fosse feita em casa e anexada à atividade criada no Google Sala de Aula da turma.

O esperado era que os alunos investigassem sobre o livro, e se questionassem sobre o porquê de o nome do autor da obra não estar na contracapa, enquanto havia o nome de uma mulher, mantendo-se a dúvida sobre quem era essa mulher. Para analisar as escritas, foram elaboradas três categorias sobre a abordagem mais presente no texto de cada um, que foram: Emilie du Châtelet, obra *Principia*, Emilie e *Principia*. Além disso, foram necessárias mais de uma categoria: a de textos repetidos, pois os alunos mudaram o nome e mandaram o mesmo texto; alguns dos discentes não compreenderam a proposta de continuação da escrita narrativa, ao invés de

escreverem sobre a cientista copiaram informações da obra de Isaac Newton da internet.

A turma A realizou 18 devolutivas na plataforma, sendo que 3 alunos repetiram os textos, ou seja, os três enviaram o mesmo texto. As porcentagens por categoria seguem na Figura 4.6. A maioria dos discentes focou em destacar informações do livro *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, e uma das redações foi centrada na cientista, sem sinalizar para as dificuldades ou a importância da presença da mulher na ciência.

Figura 4.6 - Redações da turma A divididas em quatro categorias.



Fonte: a autora (2022).

Nessa turma, foi possível visualizar o objetivo esperado para a produção textual em 4 redações entregues. Três delas são de autoria de meninas (1A, 2A e 3A) e uma de um menino transgênero (4A). Alguns trechos dos textos dos alunos foram destacados, no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Trechos da narrativa da turma A.

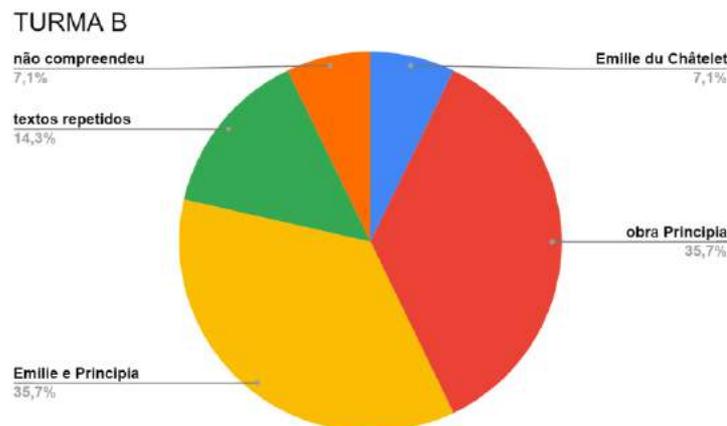
Aluno	Trechos da narrativa
1A	— Pois é. Voltando a versão francesa, quem publicou foi a Emille du Chatelet, em parceira com um homem. — Eu adoro descobrir feitos importantes de mulheres. Principalmente na Ciência. Será que algum dia nós faremos história assim, Muriel.
2A	— Mas afinal Vó, quem foi essa cientista? — Gabrielle Émilie le Tonnelier de Breteuil, ficou conhecida como Marquesa du Châtelet. Foi uma grande cientista do seu tempo, que contribuiu muito para os estudos da obra dos princípios matemáticos de Newton. Não se engane novamente ao relacionar títulos grandiosos da ciência a homens, mulheres têm as mesmas capacidades que qualquer homem pode ter, e a contribuição delas com a ciência é tão grandiosa quanto a dos

	homens.
3A	— É muita coisa para processar, ainda mais uma mulher cientista em 1750. — Todas as mulheres são importantes, é são extremamente inteligentes, não devia ser surpresa as mulheres estarem em toda a história, principalmente nas ciências.
4A	— Uau! Mas você disse que nunca vão mencionar ela, porquê? Só porque ela é uma mulher? — A ciência, e não só ela, exclui as mulheres. Nós, meu docinho, somos colocadas na sombra. Quando você pensa em cientista, por exemplo, você pensaria em quais características? — Eu acho que inteligentes! Muito dedicados e até meio malucos para ser sincera. — Percebe que você só pensou em um cientista? No masculino? É isso que a sociedade faz, querida.

Fonte: a autora (2022).

A turma B realizou 14 entregas na plataforma, sendo que 2 alunos repetiram os textos e 1 não compreendeu a proposta. As porcentagens finais, por categoria, estão representadas na Figura 4.7. Os discentes enfatizaram em seus textos tanto a obra de Newton isoladamente, quanto o livro e a cientista.

Figura 4.7 - Redações da turma B divididas em cinco categorias.



Fonte: a autora (2022).

Foram produzidas 3 redações nesta turma que estão de acordo com o objetivo da atividade. Duas delas são de autoria de meninas (1B e 2B) e uma de um menino (3B). São apresentados, no Quadro 4.2, abaixo, alguns trechos dos textos dos alunos que foram destacados pela conformidade com a proposta.

Nesta turma, outras duas produções merecem destaque, e ambas estão representadas no Quadro 4.3. A primeira, feita por um menino, apresentou a construção de um diálogo ambíguo sobre o papel da mulher na ciência, em que é

indicado surpresa da personagem no trecho “que legal uma mulher fez algo tão legal e importante para a ciência”, evidenciando a dificuldade de perceber a mulher como uma cientista. Já a segunda, elaborada por uma menina, focou em abordar a vida amorosa da cientista Emilie du Châtelet, sendo que o diálogo se desenvolveu como uma fofoca entre Muriel e sua avó.

Quadro 4.2 - Trechos da narrativa da turma B de acordo com o objetivo.

Aluno	Trechos da narrativa
1B	<ul style="list-style-type: none"> - Essa é com certeza uma das maiores obras científicas já lançadas Muriel! Mas eu gostaria de saber, quem é essa moça na qual o livro presta homenagem? - É Émilie du Châtelet vovó, ela foi uma grande cientista, que redigiu o livro de Newton, e até mesmo achou uma falha no pensamento dele, ela era muito inteligente. - Incrível Muriel, uma mulher cientista! Naquela época, onde infelizmente as mulheres não era muito valorizadas. - Então vovó, infelizmente ela morreu de embolia, uma grave doença, mas suas ideias foram usadas até mesmo por Albert Einstein muitos anos depois, eu gostaria de ser igual ela!
2B	<ul style="list-style-type: none"> - Isaac Newton fez um grande papel escrevendo suas ideias neste livro, sem duvida; porem se nao fosse por emilie que aperfeiçoou suas teorias, e ainda traduziu o livro para o francês, podemos dizer que sua importância no livro foi tão abrangente para a ciência quanto a de Isaac. - Não esperava que uma mulher nessa época iria ganhar tamanho título. - Foi difícil para ela e para qualquer mulher de época que quisesse um posto superior ou sequer estudar para garantir um futuro melhor do que o que já estava destinado desde o início para ela. suas conquistas sempre foram escondidas entre estantes e totalmente ignorados pelos gênios do mundo.
3B	<ul style="list-style-type: none"> - Nossa! O que mais - ... Pelo visto ela também não conseguia ter muitas das autorias de suas pesquisas por ser... mulher! - Que injustiça!

Fonte: a autora (2022).

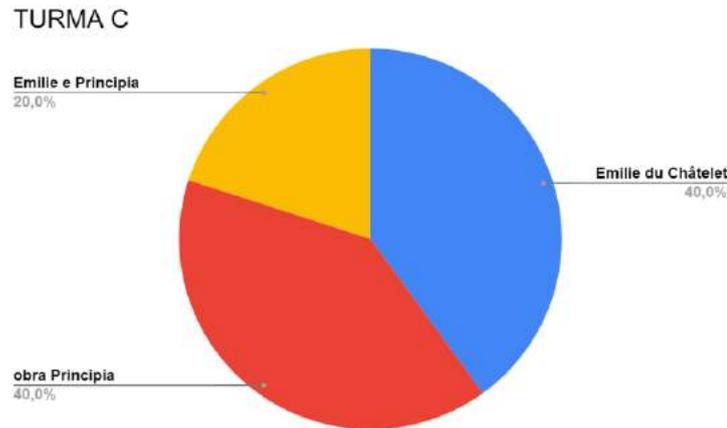
Quadro 4.3 - Trechos da narrativa da turma B.

Aluno	Trechos da narrativa
4B	<ul style="list-style-type: none"> -Mas vovó minha professora disse que foi Isaac Newton que escreveu -Sim, foi ele mesmo, mas a Émilie du Châtelet fez a tradução para francês. -Sério vovó que legal uma mulher fez algo tão legal e importante para a ciência, e qual era a língua original do livro, vó?
5B	<ul style="list-style-type: none"> - Essa Émilie, era amante do Jean- François Lambert. E, esse sobrenome Lambert, está na capa. Então, eis a questão que irei perguntar pra minha professora na próxima aula, (será que com a morte da Émilie, quem lançou o livro traduzido para francês acabou sendo o Lambert?).

Fonte: a autora (2022).

A turma C realizou 5 retornos na plataforma, e os percentuais por categoria estão disponíveis na Figura 4.8. Os estudantes enfatizaram em seus textos tanto a obra de Newton, quanto a cientista Emille du Châtelet individualmente.

Figura 4.8 - Redações da turma C divididas em três categorias.



Fonte: a autora (2022).

No Quadro 4.4, estão transcritos alguns trechos dos textos dos alunos em destaque. O primeiro (1C) foi escrito por uma menina e o segundo (2C) por um menino.

Quadro 4.4 - Trechos da narrativa da turma C.

Aluno	Trechos da narrativa
1C	- Será que a professora de física vai falar alguma coisa sobre ela? - Até porque não temos tanta representatividade de mulheres no mundo da ciência, ainda mais de exatas.
2C	- Nossa! E como foi que as pessoas reagiram naquela época? - As pessoas só souberam que foi ela que escreveu o livro depois de um tempo, pois não era permitido às mulheres assinarem livros. Com isso ela botou o nome de outro autor daquela época.

Fonte: a autora (2022).

Todas as narrativas tiveram um *feedback* da professora pela plataforma. Os comentários foram elogios, na intenção de motivar os alunos a continuarem participando das atividades e realizando as entregas, pois a quantidade de textos narrativos foi abaixo do esperado: 60% (turma A), 58,3% (turma B), 19,2% (turma C). Dessa forma, assim como nas atividades extraclasse solicitadas ao longo do período letivo, ficou evidente que os estudantes têm mais compromisso em entregar as

atividades realizadas em sala de aula. Entretanto é necessário que aprendam a gerenciar o tempo para realizar seus trabalhos fora do ambiente escolar, não só para esta sequência didática, mas para as demais disciplinas.

4.2.2 Aula 2

Os alunos foram orientados a formarem um círculo para melhor visualização dos slides e discussão sobre os temas de ambas as aulas. O relato foi dividido em primeira e segunda etapa.

A primeira etapa, da Aula 2, iniciou com duas imagens, Figura 3.3, das Conferências de Solvay que são uma série de eventos científicos realizados desde 1911, na Bélgica, e que reúnem renomados cientistas e promovem avanços fundamentais na área da Física Quântica. A primeira imagem data da conferência de 1927, composta por 30 cientistas, sendo 29 homens e uma mulher. O intuito de expor as imagens aos alunos é para que eles notem a baixa representatividade da mulher em espaços científicos, mesmo com o salto de 84 anos entre as fotografias; o cenário permanece desfavorável às mulheres na Física e na ciência em geral.

Quando questionados sobre a quantidade de mulheres nas fotografias, os discentes não tiveram dificuldades em problematizar sua baixa representatividade nas imagens. Mesmo que, na segunda imagem, tenha dobrado o número de mulheres, eles perceberam que o número de integrantes aumentou mais que o dobro, logo, seria uma falsa impressão de aumento. Os alunos quiseram debater sobre o tema antes da apresentação de dados da professora. As três turmas apresentaram visões sobre o assunto, algumas das frases dos alunos foram registradas, Quadro 4.2.2.1, sem distinção de turma.

Após as colocações dos alunos, a docente apresentou um informativo intitulado *Mulheres e maternidade no ensino superior no Brasil* produzido pelo *Parent in Science*. Além de abordar as questões acerca da produção científica da mulher na maternidade, o material elucida sobre a representatividade das mulheres por área do conhecimento e o efeito tesoura na ciência brasileira. O informativo apresenta dados estatísticos que foram expostos para lembrar aos alunos que a produção científica sem diversidade faz com que prevaleça apenas um ponto de vista. Alguns dos estudantes, mesmo com a apresentação de dados de instituições reconhecidas como

confiáveis, não fizeram uma reflexão sobre a visão inicial que tinham da presença da mulher na ciência, insistindo em uma falsa ideia de meritocracia.

Quadro 4.5 - Relatos dos alunos sobre a visibilidade de gênero observadas a partir da Figura 3.3.

Aluno	Relato dos alunos
1	Professora, eu acho que isso aí é que nem futebol, menina não joga porque não tem interesse. Vai ver na ciência é falta de interesse.
2	Eu acho difícil a gente querer coisas diferentes, se as primeiras coisas que a gente ganha são bonecas e coisas de cozinha.
3	Sora, minhas notas são maiores que as do meu namorado (colega de aula) e ele é considerado esperto e eu não.
4	Eu gostaria de falar uma coisa. Sempre sonhei, desde pequena, em ser astrofísica e cada vez parece que esse sonho está mais longe, por eu ser menina e brasileira.
5	Eu acho que temos poucas mulheres no poder, porque elas têm menos tempo para estudar quando se tornam mães.
6	Minha mãe teve meu irmão menor de idade, mas não desistiu da vida. Está terminando a faculdade este ano (2022).
7	Tem muita mãe de carreira solo, que acaba ficando em segundo lugar para cuidar do bebê. Tem muito pai que não é pai, falta até na pensão.
8	Acredito que todos devemos ser quem a gente quiser, mas temos que batalhar pra isso, alguns mais que outros.

Fonte: a autora (2022).

Para analisar a percepção dos alunos sobre a visibilidade da mulher na ciência, foi solicitado aos alunos que se separassem em equipes de até três integrantes e elaborassem um *podcast* de, no mínimo 3 minutos, no formato que mais lhes agradasse. A tarefa é uma continuidade do texto narrativo da Aula 1, como mostra a Figura 4.9, baseada no Quadro 3.5. A atividade foi entregue pela plataforma Google Sala de Aula e os alunos tiveram uma semana para as gravações. A produção dos *podcasts* foi analisada por turma.

A turma A, entregou 5 produções de *podcasts*. Houve a participação de 11 alunos nesta atividade. O tempo dos *podcasts* junto com a breve análise do conteúdo e trechos em destaque se encontram no Quadro 4.6.

A turma B também entregou cinco produções da tarefa, 15 discentes participaram. As informações sintetizadas constam no Quadro 4.7.

Figura 4.9 - Solicitação do *Podcast* apresentado aos estudantes.



ATIVIDADE AVALIATIVA

Agora, depois de ter debatido em aula, responda a seguinte pergunta:

Qual o papel da mulher na ciência?

A entrega deve ser feita através de áudio, no formato de um *podcast*. O material deve ter no mínimo 3 minutos. Monte uma equipe, com três integrantes, e gravem da forma que mais lhes agradar.

Fonte: a autora (2022).

Quadro 4.6 - Análise dos *Podcasts* sobre o papel da mulher na ciência da turma A.

Grupo	1A	Integrantes	2 meninos	Tempo	04:12
Análise do conteúdo	O grupo enalteceu as mulheres, a respeito de sua inteligência, diminui os homens e suas produções do conhecimento. Os estudantes comentam sobre a importância de Marie Curie, mas não apontam seus trabalhos. Informam dados do CNPQ e ONU sem especificar as datas.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - A mulher tem um grande papel de destaque desde o início dos tempos na ciência, né? Tanto porque a mulher é mais inteligente que o homem sempre foi, né? Interlocutor 2 - Sim, sim, tipo, a mulher é bastante inteligente, bastante desde quando ela nasceu, ela é muito inteligente e os homens que são meio ignorantes, antigamente eles não deixavam a mulher ter o privilégio.				
Grupo	2A	Integrantes	2 meninas e 1 menino transgênero	Tempo	08:48
Análise do conteúdo	O grupo evidenciou que a participação da mulher na ciência deve ser uma escolha dela. Os estudantes elencam as dificuldades dessa escolha e culpabilizam os homens por lhes delimitar funções. Destacaram, em sua fala, mulheres importantes para a ciência, indicam seu nome, sua área e seu feito científico. Seguem os nomes citados em ordem: Hipátia de Alexandria, Ada Byron, Marie Curie, Émilie du Châtelet e Katherine Johnson. No final do <i>podcast</i> , fazem um chamado de luta e resistência a todas as mulheres, para fazerem o mundo mudar.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - O papel da mulher na ciência é basicamente ela mesma despertar a própria curiosidade sobre o assunto. Gostar do que faz. Exceder as próprias limitações e descobrir as coisas, assim como qualquer outra pessoa. Independentemente do seu sexo, da sua cor ou das suas condições financeiras. O papel da mulher na ciência é o mesmo papel que todo o tipo de ser humano. (...) Interlocutor 2 - As mulheres nas áreas científicas acabam se tornando invisíveis aos olhos dos homens. Apesar do desempenho ser igual ou até melhor. Isso tudo é motivado pela crença que o gênero feminino é mais delicado e ele pertence a ambientes e assuntos domésticos. (...) Interlocutor 3 - Uma garota também pode ser uma mente genial, talvez ela vá mudar				

		o mundo. Sabe? Então o papel e o papel da mulher na ciência é resistir. É lutar por quem ela é e fazer o mundo.			
Grupo	3A	Integrantes	3 meninos	Tempo	04:44
Análise do conteúdo	O grupo relatou sobre a baixa representatividade das mulheres na área científica. Para dar força à afirmação, os estudantes utilizam o nome da cientista Marie Curie, evidenciam o ganho de 2 prêmios Nobel de Marie, mas citam apenas o de radioatividade. Apontam a ajuda do marido para receber o prêmio e o preconceito que ela sofreu por não ter voz. Destacam a participação da cientista em uma das Guerras Mundiais, porém a errada (2° Guerra Mundial), não especificam sua atuação e nem o lado apoiado. Relembrou, brevemente, que o gênero tem sua voz silenciada em outras esferas, usam como exemplo as antigas relações matrimoniais.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - (<i>Sobre Marie Curie</i>) Enfim, em todas as áreas as mulheres eram menosprezadas pela sociedade, pelos homens. E essa mulher ganhou o prêmio Nobel, foi totalmente merecido. Ela foi corajosa, né? Eu acho que as mulheres também devem se espelhar nela. E de lá pra cá mudou muito a ciência, a mulher começou a ter voz e menos discriminação, né?				
Grupo	4A	Integrantes	3 meninas	Tempo	08:29
Análise do conteúdo	O grupo tratou de informações sobre o papel da mulher na produção científica, denominando seu canal como PodGirls. As integrantes se perderam na utilização de alguns termos técnicos e na indicação de suas fontes. Destacaram a data 11 de fevereiro como Dia Internacional das Mulheres e Meninas na Ciência. Falaram do papel das cientistas Ester Sabino e Jaqueline de Jesus no sequenciamento do novo coronavírus. Apontaram outras mulheres cientistas e um resumo das trajetórias na academia científica, são elas: Elizabeth Blackwell, Katie Bouman, Hedy Lamarr, Marie Curie e Sônia Guimarães.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - Essas mulheres são exemplo de como a nossa sociedade dificulta a vida das mulheres. Isso influencia na nossa escolha de profissão. Essas mulheres desvalorizadas muitas vezes nos levam a não seguir na ciência, por falta de incentivo em pesquisas científicas.				
Grupo	5A	Integrantes	3 meninos	Tempo	34:45
Análise do conteúdo	O grupo iniciou o <i>podcast</i> relatando a diferença da participação de mulheres entre as fotografias da conferência de Solvay de 1927 e 2011; depois trouxeram dados do CNPQ, sem datar. Os participantes conversaram sobre os direitos das mulheres, indicando o século XVIII, mas não as conquistas. Destacaram o papel histórico da mulher na sociedade e a diferença biológica entre homens e mulheres. Tentaram trazer o termo equidade para suas discussões, mas com dificuldade em entender seu uso em questões socioculturais. Discutiram sobre a possibilidade de cotas e bolsas para mulheres, mas acabaram direcionando a discussão a cotas para pessoas pretas e indígenas. Um dos integrantes se posicionou contrário às políticas públicas de cota. Apontaram que a desigualdade de gênero naturalmente irá se extinguir, com a mulher mostrando as suas capacidades, já que elas possuem um conjunto de normas e valores específicos.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - É, mas tipo eu acho que só pelo fato de tu ser um homem branco privilegiado, isso te dá mais chances em muitas coisas. Interlocutor 2 - Olha aqui, agora eu vou falar. Homem branco privilegiado, isso daí é uma mentira, porque negros, brancos, indígenas são todos iguais.				

	<p>Interlocutor 1 - Mas eles não possuem a mesma chance.</p> <p>Interlocutor 2 - Na minha opinião é uma questão de procura. Todos somos iguais. (...)</p> <p>Interlocutor 2 - (<i>sobre Ada Lovelace</i>) Tu tá querendo comparar ela com Albert Einstein? É que nem comparar Martha com o Neymar, não dá. (...)</p> <p>Interlocutor 2 - Como os direitos das mulheres já foram inseridos na sociedade, agora todo mundo é igual perante a lei, então não deveria ser resolvido de forma natural? A carruagem anda naturalmente, a mulher pelo próprio mérito.</p> <p>Interlocutor 3 - Eu acho difícil pra ela, o homem vem há anos sendo “superior”. Então é mais difícil pra mulher alcançá-lo, ela precisa de apoio para progredir.</p> <p>Interlocutor 2 - Tu quer colocar a mulher no topo e diminuir o homem?</p> <p>Interlocutor 3 - Não quero diminuir ninguém, quero que estejam todos no mesmo nível. (...)</p> <p>Interlocutor 2 - (<i>conferência de Solvay 2011</i>) Essa conferência ocorre pelos maiores cientistas, né? Eu não posso aparecer com 500 mulheres lá no meio. Eles estão lá por mérito, não à toa. E as duas mulheres que estão lá temos que bater palmas e não ficar discutindo, é importante ter mulheres na ciência.</p>
--	--

Fonte: a autora (2022).

Quadro 4.7 - Análise dos Podcasts sobre o papel da mulher na ciência da turma B.

Grupo	1B	Integrantes	3 meninas	Tempo	05:58
Análise do conteúdo	O grupo no início citou Hipátia de Alexandria para evidenciar a mulher na ciência desde a antiguidade. Logo, as estudantes trouxeram informações do CNPQ e da ONU sobre o percentual de mulheres pesquisadoras no Brasil, mas sem especificar o ano dos dados. Fizeram menção às seguintes cientistas: Marie Curie, Maria Mayer, Nise da Silveira, Katie Bouman e Débora Menezes. Refletiram sobre a importância de ressaltar as cientistas do passado para estimular as jovens.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - Depois de citar essas mulheres incríveis que fizeram parte da ciência, vamos refletir um pouco, então qual é o papel da mulher na ciência? Tanto as cientistas do passado quanto as atuais têm que lidar com muitas coisas que acontecem quando elas escolhem seguir esse caminho da ciência. Passar principalmente pelos pensamentos que muitas pessoas têm. As cientistas do passado foram revolucionárias que abriram caminhos para que as mulheres pudessem seguir o mesmo rumo.				
Grupo	2B	Integrantes	1 menina e 2 meninos	Tempo	07:41
Análise do conteúdo	Vários áudios deste grupo estavam duplicados no <i>podcast</i> entregue. O grupo focou em contar a trajetória científica de Marie Curie. Apontou que 48 mulheres já foram premiadas com prêmios Nobéis em diversas áreas, mas a informação correta é que, de 1901 a 2020, foram 58 premiadas. Apresentaram brevemente as cientistas: Bertha Maria Lutz, Blanka Wladislaw e Jaqueline Goes de Jesus. Destacaram que o aprendizado social acabou conduzindo as mulheres a áreas humanas e biológicas e que a maternidade é um dos fatores que também influencia na quantidade de mulheres cientistas.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1- As mulheres que falamos se dedicaram a ciências em uma época onde a formação feminina era direcionada mais para os cuidados do lar. Elas romperam barreiras para o estudo das ciências da vida e abriram caminho para muitas outras mulheres terem direitos à educação assegurados.				
Grupo	3B	Integrantes	3 meninos	Tempo	03:23

Análise do conteúdo		O grupo começou dando uma opinião própria, nela destacando a ideia de igualdade entre gêneros referente às suas capacidades intelectuais. Apontaram a falta de visibilidade de mulheres na educação básica e citaram Marie Curie como uma mulher importante na ciência. Trouxeram dados, sem datar, sobre o índice de mulheres autoras de artigos científicos e ressaltaram a baixa participação nas ciências exatas. Sinalizaram o estereótipo cultural como um dos motivos da baixa.			
Trechos em destaque		Interlocutor 1 - Bom, qual é o principal papel que a mulher tem na ciência. É a mesma de um homem. Ela também serve para ajudar em pesquisas científicas, em fazer novos medicamentos, pesquisas como descobrir novas espécies. A mulher tem um papel muito fundamental, porque ela é humana. É também como o homem.			
Grupo	4B	Integrantes	1 menina e 2 meninos	Tempo	06:21
Análise do conteúdo		O grupo estruturou suas falas em um jogo de perguntas sobre o assunto. Destacou a importância das descobertas das mulheres na área da saúde e de equipamentos elétricos, como a geladeira. Apontou as dificuldades das mulheres, em décadas e séculos atrás, e que hoje há um local de fala mais expressivo na sociedade. Indicaram o número de mulheres que já ganharam Nobéis na área da ciência, do início até a atualidade, como sendo 48 cientistas, dado errado. Falaram sobre a bioquímica brasileira Jaqueline Goes de Jesus e sua relação com o COVID-19 e citaram brevemente Marie Curie.			
Trechos em destaque		Interlocutor 1 - O que tu acha sobre como eram tratadas as mulheres antigamente no sentido científico? Interlocutor 2 - Científico, eu acho sim que elas não tinham espaço. Muitas das mulheres não tinham a liberdade de expressão delas e também eram geralmente recusadas de algumas instituições de ensino, mas ao longo do tempo isso foi mudando.			
Grupo	5B	Integrantes	3 meninos	Tempo	05:43
Análise do conteúdo		O grupo iniciou com dados do CNPQ e do INEP, sem datação, salientando a discriminação de gênero, o baixo percentual de publicações e citações de mulheres na produção científica. Apontaram como fatores desses baixos percentuais a aprendizagem social e a maternidade. Citaram brevemente as cientistas Marie Curie, Bertha Maria Lutz e Katie Bouman.			
Trechos em destaque		O grupo lançou apenas informações sobre o que foi indicado na análise do conteúdo, não foi possível retirar alguma fala que expressasse a opinião dos integrantes sobre o tema.			

Fonte: a autora (2022).

A turma C entregou 7 produções da atividade, 16 estudantes participaram. As informações sobre os *podcasts* estão no Quadro 4.8.

Quadro 4.8 - Análise dos *Podcasts* sobre o papel da mulher na ciência da turma C.

Grupo	1C	Integrantes	2 meninos	Tempo	03:13
Análise do conteúdo		O grupo iniciou falando sobre as imagens das conferências de Solvay de 1927 e 2011 analisadas em aula. Os integrantes comentaram sobre a falta de incentivo às			

		mulheres na ciência, apontando desistências pela barreira de gênero e diferença salarial.			
Trechos em destaque		Interlocutor 1 - Outro detalhe também é que o salário das mulheres é menor que o salário dos homens. Acho que é por isso que geralmente as mulheres costumam procurar os empregos mais fáceis e não pegar uns empregos mais difíceis como área científica, porque elas não vão ganhar tanto.			
Grupo	2C	Integrantes	1 menina e 1 menino	Tempo	07:31
Análise do conteúdo		O grupo falou do Dia Internacional de Mulheres e Meninas na Ciência, relatando o surgimento da data, a primeira vez que foi comemorada e sua importância. Citaram dados da ONU, sem especificar quando foram coletados. Destacaram os trabalhos científicos da pesquisadora Marie Curie, dando ênfase aos seus dois prêmios Nobéis. Comentaram sobre as cientistas Nise da Silveira, Katherine Johnson e Márcia Barbosa.			
Trechos em destaque		O grupo usou apenas informações sobre o que foi indicado na análise do conteúdo, não foi possível retirar alguma fala que expressasse a opinião dos integrantes sobre o tema.			
Grupo	3C	Integrantes	2 meninos	Tempo	04:20
Análise do conteúdo		O grupo iniciou com dados do CNPQ e do INEP, sem datação, salientando a discriminação de gênero, o baixo percentual de publicações e citações de mulheres na produção científica. Apontaram, como fatores desses baixos percentuais, a aprendizagem social e a maternidade.			
Trechos em destaque		O grupo usou apenas informações sobre o que foi indicado na análise do conteúdo, não foi possível retirar alguma fala que expressasse a opinião dos integrantes sobre o tema.			
Grupo	4C	Integrantes	3 meninas	Tempo	04:00
Análise do conteúdo		O grupo começou afirmando que a presença da mulher na produção científica é tão relevante quanto a do homem. As integrantes fizeram um breve relato da vida das seguintes cientistas: Marie Curie, Ada Lovelace e Jaqueline Goes de Jesus. Questionaram a diferença salarial entre gêneros.			
Trechos em destaque		Interlocutor 1- Todos sabemos que as mulheres lutam diariamente para terem seus direitos iguais aos dos homens. E é assim na ciência que, apesar das inúmeras dificuldades, as mulheres não desistiram da carreira científica e continuam desde os séculos atrás mostrando que são tão capazes quanto os homens e deixando claro porque são tão importantes nesta área do conhecimento.			
Grupo	5C	Integrantes	2 meninas	Tempo	02:50
Análise do conteúdo		O grupo destacou a trajetória de três mulheres cientistas: Marie Curie, Blanka Wladislaw e Maria Bertha Lutz.			
Trechos em destaque		O grupo usou apenas informações sobre o que foi indicado na análise do conteúdo, não sendo possível retirar alguma fala que expressasse a opinião dos integrantes sobre o tema.			
Grupo	6C	Integrantes	2 meninas	Tempo	03:41

Análise do conteúdo	O grupo fez um apanhado histórico sobre as áreas que possuem nomes de mulheres importantes, destacando a área da saúde. Contaram sobre os feitos acadêmicos e superações de Marie Curie e Katherine Johnson.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - Depois de toda a pesquisa sobre esse assunto, concluímos que as mulheres têm menos visibilidade e menor valorização diante de todas as profissões, mas principalmente e especialmente a ciência. Infelizmente não somos vistas e incentivadas como os homens.				
Grupo	7C	Integrantes	2 meninas e 1 menino	Tempo	04:00
Análise do conteúdo	O grupo trouxe dados do CNPQ e da ONU, sem datar. Questionou a questão da diferença salarial entre gêneros e a falta de incentivo da mulher nas ciências exatas. Falaram brevemente sobre Sônia Guimarães, a primeira mulher negra brasileira doutoranda em Física.				
Trechos em destaque	Interlocutor 1 - Não é novidade tanto no campo da ciência como em empresas, as mulheres sempre foram bem rebaixadas, vamos dizer assim. Não dão um certo valor por ser mulher, os homens se acham superiores a nós e por isso temos o machismo.				

Fonte: a autora (2022).

Os estudantes utilizaram equipamentos simples, como celulares ou computadores, para produzir seus *podcasts*. Embora as gravações tratassem do mesmo tema, cada grupo teve liberdade para escolher sua abordagem específica. No entanto, foi solicitado que a opinião da equipe fosse incluída sobre o assunto tratado. Os alunos tinham consciência da importância da edição do som, evitando repetições e utilizando música para criar uma conexão com o ouvinte.

A atividade de construção de *podcasts* realizada pelas turmas da aplicação resultou em um total de 17 produções, as quais foram entregues por meio da plataforma Google Sala de Aula, seja através do envio de um arquivo em formato MP3, seja por meio de um *link* gerado pelo aplicativo Anchor. Ao analisar os áudios, foi perceptível que quatro trabalhos entregues não atenderam às expectativas, uma vez que não continham a opinião do grupo sobre a visibilidade da mulher na ciência, consistindo apenas em uma leitura de materiais que destacavam o papel da mulher na sociedade. Os demais trabalhos, treze *podcasts*, atenderam adequadamente ao solicitado na atividade.

Algumas das equipes utilizaram dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para evidenciar a baixa representatividade das mulheres na ciência, entretanto ninguém indicou a data em que tais dados foram recolhidos. Três produções apresentam informações equivocadas, o que indica que não houve revisão do que seria dito pelos integrantes. Os estudantes tiveram ao longo do ano de 2022 a disciplina de Culturas e Tecnologias

Digitais onde trabalharam como referenciar um trabalho corretamente, e também já haviam produzido *podcasts* nessa disciplina. No entanto, a proposta da atividade deveria ter sido melhor delimitada pela professora, assim como deveria ter sido incentivada a divulgação dos *podcasts*.

Entre as mulheres citadas, nem todas são cientistas, porém todas tiveram papéis importantes na luta pela igualdade de gênero na sociedade. Os nomes que mais se destacaram foram aqueles cujas histórias inspiraram filmes, a saber: Hipátia de Alexandria (filme *Ágora*, de 2009), Marie Curie (filme *Radioatividade*, de 2019), Katherine Johnson (filme *Estrelas além do tempo*, de 2016) e Nise da Silveira (filme *Nise: O Coração da Loucura*, de 2015). Além dessas, a cientista Jaqueline Goes de Jesus foi destacada pelos estudantes por sua colaboração nas pesquisas sobre o SARS-CoV-2 durante a pandemia.

Cerca de 88% dos grupos destacaram, em seus argumentos e opiniões apresentados nos *podcasts*, que o lugar da mulher é onde ela quiser. Ou seja, eles percebem a ausência das mulheres em determinados espaços e estruturas sociais, buscando, por meio de suas falas, promover mudanças nesse pensamento e encontrar estratégias para que as mulheres possam ocupar posições em que sua presença ainda não é expressiva, como no caso da produção científica.

A atividade produziu também dois trabalhos que se destacaram por apresentarem pontos de vista distintos em relação à maioria dos grupos. Um deles enfatizou de forma exagerada a valorização das mulheres, colocando os homens como brutos e ignorantes. É possível que o grupo tenha adotado essa abordagem por acreditar que era o que a professora esperava. Já o outro grupo apresentou ideias com um viés conservador, justificando suas opiniões com base em um suposto critério de meritocracia. Um dos integrantes desse grupo argumentou que as mulheres já têm seus direitos garantidos pela Constituição, portanto devem buscar a igualdade por meio de seus próprios méritos. Ao realizar a escuta desses dois *podcasts* fica evidente a importância de manter a discussão de gênero em sala de aula.

Na segunda etapa, da Aula 2, foi introduzido o conceito de quantidade de movimento através da segunda lei de Newton. Primeiramente, os alunos foram convidados a realizar uma leitura coletiva, do Quadro 3.4.1, que foi projetado no quadro da sala, como mostra a Figura 4.10, sendo cada retângulo um slide.

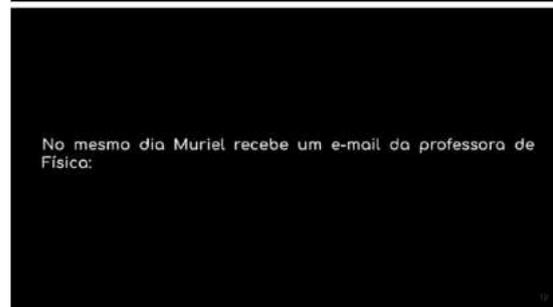
Figura 4.10 - Leitura coletiva dos e-mails recebidos por Muriel projetados no quadro da sala de aula.

Narrativa 2 - Leitura dos e-mails

Já se passou uma semana desde que Muriel voltou da casa de sua avó, Mila. As férias de inverno passaram voando e ela acaba de receber um e-mail, em sua conta escolar, referente à redação de Português.

"Prezada Muriel,
Gostei muito da sua história narrativa, está de parabéns. Fiquei intrigada com a história da cientista que tu contaste. É muito importante que comecemos a evidenciar mulheres em todas as áreas, pois lugar de mulher é onde ela quer estar. Entrei em contato com a professora de Física, ela ficou animada com o texto, acredito que ela vá entrar em contato com você.
Att,
Profa. Maria Albuquerque"

"Prezada Muriel,
Fiquei muito animada com o texto que tu produziu para a profa. Maria, e me surgiu uma ideia a partir dele! Está mais que na hora de começarmos a evidenciar mulheres que fazem ciência, por isso em nossa primeira aula presencial iremos iniciar com um recorte do documentário *Einstein's Big Idea* na parte que conta sobre a vida de Émilie Du Châtelet. Aproveitando que estamos encerrando o conteúdo sobre as Leis de Newton, que tal problematizar? Irei levar uma cópia para cada com os enunciados da obra traduzida que tenho aqui em casa, será que está do mesmo forma que em nosso livro didático?
Att, Profa. Alice Rolin"



Fonte: a autora (2022).

Após a leitura, os alunos assistiram a uma parte do documentário romanceado *Einstein's Big Idea* (2005), em que conta a vida de Émilie du Châtelet, que é indicada na narrativa dos e-mails. O interesse maior dos estudantes foi pelo enredo amoroso apresentado no documentário, e não pela trajetória acadêmica da cientista e traçaram uma relação de suas concepções amorosas com a não monogamia. Depois, os discentes receberam e analisaram os Axiomas e as Leis do Movimento da 2ª edição do *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural-Livro I*, que está presente na Figura 4.11. Enquanto isso, foi projetada a contracapa do *Principia* em Francês e em Latim, e podem ser observadas na Figura 4.12, para fins ilustrativos.

Os discentes já tinham conhecimento das leis de Newton, pois foi o último conteúdo trabalhado em aula, antes de entrarmos na sequência didática implementada. O objetivo era que eles percebessem que a linguagem de Newton não é a mesma dos livros didáticos. Eles deveriam ler todas as leis e analisarem em especial a Lei II, relacionando com o que já viram e com o material de física

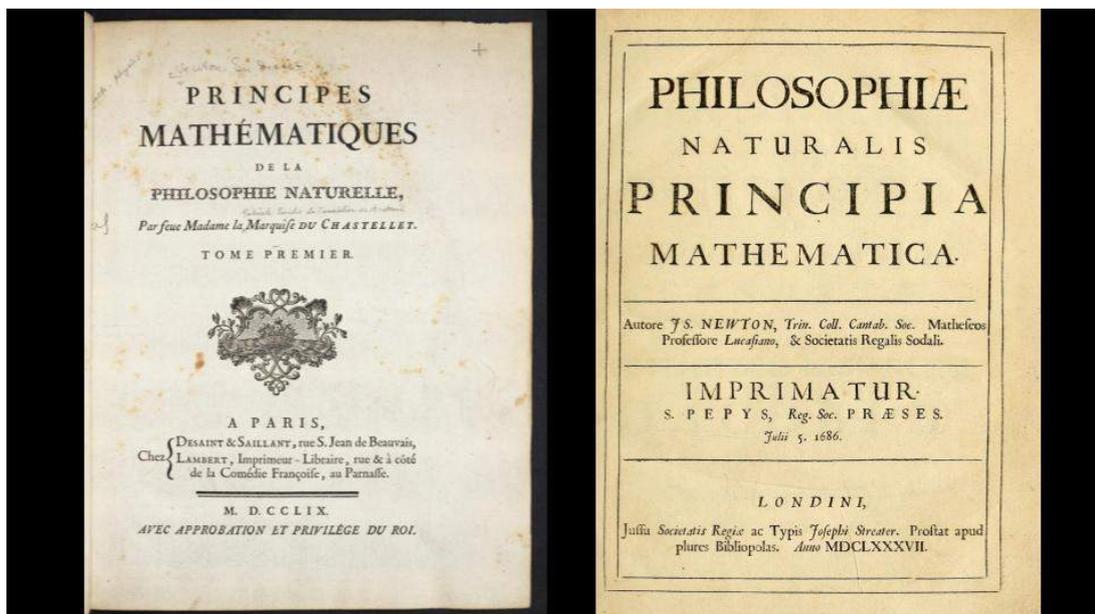
disponível⁷, ou identificar aquilo que lhes causou estranheza. Os alunos acharam estranho o uso de força imprimida no lugar de força resultante, mas não fizeram a indicação esperada que era não ter a grandeza “aceleração”, porém ter “mudança de movimento”. Na Aula 3, foi trabalhado o que significa “mudança de movimento”.

Figura 4.11 - Carta entregue aos alunos com as Leis do Movimento.



Fonte: a autora (2022).

Figura 4.12 - Principia em Francês e Latim.



Fonte: Compilação da autora (2022).

⁷ FILHO, B. B.; SILVA, C. X. da. **Física aula por aula: mecânica, 1º ano**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

4.2.3 Aula 3

Nesta aula os alunos tiveram contato com o conceito de quantidade de movimento, sua formalização matemática e sua relação com impulso, conservação da quantidade de movimento e as colisões. Os discentes das três turmas deram respostas similares durante o desenvolvimento da sequência didática. Em função disso, não houve separação das turmas na descrição destas aulas.

Para iniciar a aula, foi exibido o curta-metragem de animação (*A Tale Of Momentum & Inertia*, dirigido por Kameron Gates) e solicitado aos alunos que prestassem atenção na animação, pois ela tem um papel norteador nesta aula. O curta retratou o dia de um gigante de pedra ao tentar salvar uma aldeia de uma rocha gigante que cai de uma colina. Os moradores dessa aldeia, ao verem um gigante em suas proximidades, o atacam, então ele decide soltar a rocha que ele estava mantendo em repouso e o objeto rola sobre a aldeia.

Após a projeção da animação⁸, os alunos foram indagados sobre o nome do curta e sua possível relação com conteúdos já vistos em sala de aula. Além disso, foram questionados sobre o porquê da rocha, Figura 4.13, não permanecer em repouso depois que o gigante a solta.

Figura 4.13 - Frame do momento antes do gigante de pedra soltar a rocha para definição de inércia.



Fonte: Quadro do curta-metragem *A Tale Of Momentum & inertia* (2014).

⁸ Link da animação - <https://www.youtube.com/watch?v=Lg2dqFCU67Q>

Os alunos identificaram que o vídeo deveria estar relacionado à inércia, já que a palavra está no título do curta em inglês, *Inertia*. Eles determinaram a inércia como sendo pertencente à primeira lei de Newton e indicaram como podemos percebê-la em nosso dia a dia: quando estamos em um ônibus em que o motorista freia ou acelera, por exemplo. Justificaram o movimento da rocha em direção à aldeia como sendo sua tendência natural e alegaram que seu repouso só acontece por causa da força que o gigante aplica nela.

Depois das observações do curta-metragem, a professora fez uma apresentação de *slides*, Figura 3.5, dando continuidade ao conteúdo quantidade de movimento. A apresentação foi composta por 17 *slides* sequenciados, alguns deles possuem GIFs⁹ para tornar mais ilustrativo os conceitos e um deles é um vídeo do qual foram retiradas informações para montar um problema matemático sobre conservação de quantidade de movimento. Os alunos foram orientados a escreverem o título da apresentação em seus cadernos e a registrarem as informações que julgaram mais pertinentes, incluindo as equações, os nomes das grandezas físicas e suas unidades de medida. Mesmo assim, foi disponibilizado o acesso à apresentação no Google Sala de Aula de cada turma.

No primeiro *slide*, consta apenas o nome do conteúdo que foi trabalhado. O segundo *slide* apresentou perguntas que aparecem simultaneamente, uma por vez, na projeção. O intuito das questões foi incentivar os alunos a responderem com suas palavras os postulados das Leis de Newton; todas as perguntas foram respondidas pelos alunos voluntariamente. No terceiro *slide*, consta a 2ª lei de Newton retirada dos axiomas do livro *Principia*, em que destacamos as palavras mudança de movimento no *slide* para posterior problematização.

No quarto *slide*, os alunos foram questionados sobre o que é a mudança de movimento, ao que muitos responderam que era um movimento que muda, mas não souberam utilizar mais conceitos físicos que corroboraram com a resposta. No quinto *slide*, foi construída a relação matemática entre as grandezas vetoriais força e a mudança de movimento, devido à substituição da aceleração por variação da velocidade em função do intervalo de tempo, obtendo então que o produto da força e do intervalo de tempo é equivalente ao produto da massa e variação da velocidade. No sexto, os alunos foram questionados sobre como quantificar o movimento, ao que

⁹ O GIF (*Graphics Interchange Format*) é um tipo de arquivo de imagem animada amplamente usado na Internet. Ele mostra uma sequência rápida de quadros estáticos para criar a ilusão de movimento.

eles responderam que deve ser alguma relação com a inércia e o movimento; os discentes têm dificuldade em relacionar o movimento à grandeza velocidade.

No sétimo *slide*, em resposta à pergunta anterior, definimos a quantidade de movimento como um corpo/objeto que está em movimento. No oitavo *slide*, foi demonstrado aos alunos a equação para quantidade de movimento com a indicação das grandezas e das unidades de medida. No nono *slide*, há um GIF com três carros azuis de mesma massa, mas velocidades diferentes, sendo que os alunos logo identificaram que o automóvel com maior velocidade é o que possui maior quantidade de movimento. Na sequência, os estudantes calcularam a quantidade de movimento de cada um dos carros, Figura 4.14. Observou-se que os discentes não possuem dificuldades em efetuar a resolução matemática dos problemas.

Figura 4.14 - Quantidade de movimento dos carros azuis.

 15 kg 0 m/s no momentum	 15 kg 10 m/s more momentum	 15 kg 20 m/s most momentum
$\vec{V}_1 = 0 \text{ m/s}$ $\vec{p}_1 = 15 \cdot 0$ $\vec{p}_1 = 0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	$\vec{V}_2 = 10 \text{ m/s}$ $\vec{p}_2 = 15 \cdot 10$ $\vec{p}_2 = 150 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	$\vec{V}_3 = 20 \text{ m/s}$ $\vec{p}_3 = 15 \cdot 20$ $\vec{p}_3 = 300 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

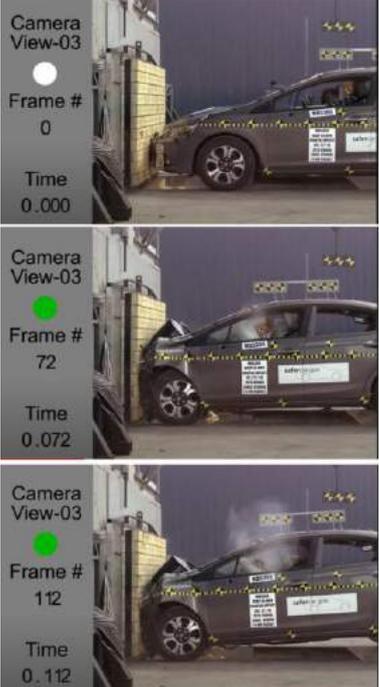
Fonte: a autora (2022).

No décimo *slide*, foi estabelecida duas relações para grandeza vetorial impulso, o impulso pode ser igual produto entre a força e o intervalo de tempo ou o produto da variação da massa e a variação da velocidade. No décimo primeiro, estabelecemos a relação do que foi visto anteriormente, mas considerando que a massa não irá variar. No décimo segundo *slide*, temos a representação de dois caminhões em situações distintas, entretanto ambos iniciam com a mesma velocidade; o primeiro colide com um monte de feno e o segundo com uma parede, o tempo que ocorreu contato em cada cenário é diferente, logo a força aplicada também. Na colisão com o feno o tempo é longo, logo a força que atua sobre o caminhão é pequena. Já na parede temos um breve tempo de contato, portanto a força realizada sobre o veículo é grande e gera a sua deformação.

No décimo terceiro *slide*, temos uma situação análoga à anterior: um lutador ao ser atingido por outro se movimentar para trás em relação ao seu oponente, pois assim o tempo de contato entre os dois é maior que a força atuante. Caso ele fosse em

direção ao oponente a força seria maior que o tempo de contato. No décimo quarto *slide*, temos um vídeo¹⁰ de um carro em um teste de cinto, o veículo é um Honda Civic Hybrid 2013. Com os dados¹¹ disponibilizados pela professora no quadro, os alunos foram encorajados a calcular o impulso e a força aplicada no carro e no manequim, separadamente. Os alunos receberam da docente a massa do carro e a do manequim: o carro possui 1301 kg e o manequim 78 kg. Além disso, a velocidade do carro no teste é de 54 km/h, e para obter o impulso é preciso determinar que a velocidade final, que é 0 km/h. Considerando essas informações e retirando do vídeo o intervalo de tempo em que o carro e o manequim param de se movimentar para frente, a turma, junto à professora, realizou os cálculos no quadro branco, Figura 4.15. Como esse exercício requer a análise de duas partes de uma equação, os alunos apresentaram dificuldade na resolução, pois resolveram de uma vez só.

Figura 4.15 - Impulso do Honda Civic e do manequim em teste de segurança.



Teste de cinto de Segurança

Carro (Honda Civic 2013) + manequim
 $m_c = 1301 \text{ kg}$  $m_m = 78 \text{ kg}$ 

$v_0 = 54 \text{ km/h} \approx 15 \text{ m/s}$
 $v_f = 0 \text{ m/s}$ pois para } $\Delta v = 15 \text{ m/s}$ freando

. Carro frame #72 $\rightarrow t = 0,072 \text{ s}$

① $\vec{I} = m\Delta\vec{v}$
 $\vec{I} = 1301 \cdot (-15)$
 $|\vec{I}| = 19.515 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

② $\vec{I} = \vec{F} \cdot t \rightarrow \vec{F} = \vec{I}/t$
 $|\vec{F}| = 19.515 / 0,072$
 $|\vec{F}| = 271.041,7 \text{ N}$

. manequim frame #112 $\rightarrow t = 0,112 \text{ s}$

① $\vec{I} = 78 \cdot (-15)$
 $|\vec{I}| = 1.170 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

② $|\vec{F}| = 1.170 / 0,112$
 $|\vec{F}| = 10.446,4 \text{ N}$

Fonte: a autora (2022).

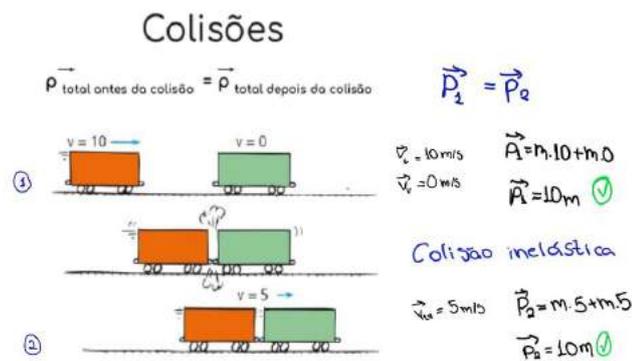
O décimo quinto *slide* demonstrou, através de um GIF, a conservação da quantidade do movimento pelo movimento do pêndulo. Para reforçar a ideia da conservação, também foi utilizado a simulação *Pêndulo de Newton*, do site Walter

¹⁰ Link do vídeo comentado - <https://www.youtube.com/watch?v=FX0vsJ5gzSg>

¹¹ Informações do exercício retirados do link - <https://www.youtube.com/watch?v=FX0vsJ5gzSg>

Fendt¹². No décimo sexto e sétimo *slide*, temos ilustrações de como ocorrem as colisões: no caso da primeira sequência de fotos de carrinhos temos uma totalmente inelástica, Figura 4.16, e na segunda, através do GIF, temos uma colisão.

Figura 4.16 - Cálculo de colisão do *slide* 16 efetuado com os alunos.



Fonte: a autora (2022).

O objetivo das aulas 5 e 6 foi introduzir o conceito de quantidade de movimento, e trabalhar sua relação com o impulso e as colisões. Durante as aulas, os estudantes foram incentivados a participar por meio de perguntas e definições de conceitos. Embora os alunos tenham demonstrado habilidades satisfatórias na compreensão desses conceitos, observou-se que, quando se tratava de equações, apenas aqueles que possuíam maior afinidade com cálculos respondiam.

Ao serem questionados sobre o próximo passo a ser seguido em relação à aplicação dessas equações, os alunos tendiam a silenciar, demonstrando insegurança e receio de cometer erros ao realizar cálculos. É importante destacar que, apesar da professora ter enfatizado a importância do erro como parte do processo de aprendizagem, muitos estudantes ainda sentem-se desconfortáveis ao realizar cálculos. A utilização de slides durante as aulas trouxe recursos visuais que enriqueceram o processo de aprendizagem, no entanto, os alunos apresentaram maior afinidade por atividades mais dinâmicas.

4.2.4 Aula 4

Nesta aula os discentes participaram de uma atividade experimental, guiada por um roteiro, sobre quantidade de movimento. O experimento consistiu em observar,

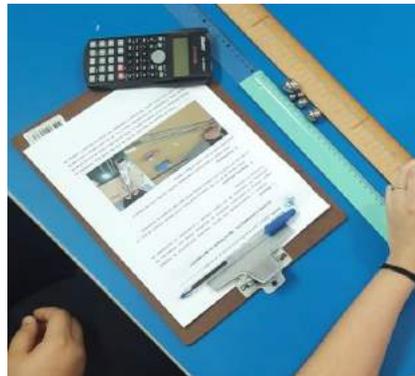
¹² Link do simulador - https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/newtoncradle_pt.htm

coletar dados e analisar a quantidade de movimento de três esferas de aço maciças com diâmetros diferentes.

Para realizar a aula experimental, os alunos foram instruídos, uma semana antes da realização do experimento, a levar alguns materiais necessários para a atividade. Os materiais foram: fita adesiva dupla face, 2 réguas de 60 cm, um pedaço de tubo pvc de diâmetro 20 mm e um cronômetro. Os estudantes tiveram muita dificuldade de encontrar réguas de 60 centímetros e adaptaram utilizando quatro réguas de 30 centímetros. Os demais materiais utilizados foram disponibilizados pela professora no momento da aula. Cada grupo recebeu 5 esferas maciças, livros e uma balança digital de uso comum para a turma.

Nesta atividade, as três turmas foram deslocadas de suas salas de aula. Embora a escola tenha um laboratório de ciências, o local escolhido para esta dinâmica foi o laboratório de informática, pois seu espaço é mais amplo e possui 4 mesas sextavadas escolares, o que possibilitou comportar dois grupos por mesa. Após os estudantes se organizarem nas mesas, eles receberam uma prancheta (Figura 4.17) com o roteiro experimental. O roteiro na íntegra está no Quadro 3.6.

Figura 4.17 - Prancheta com o roteiro entregue aos estudantes antes da realização do experimento.



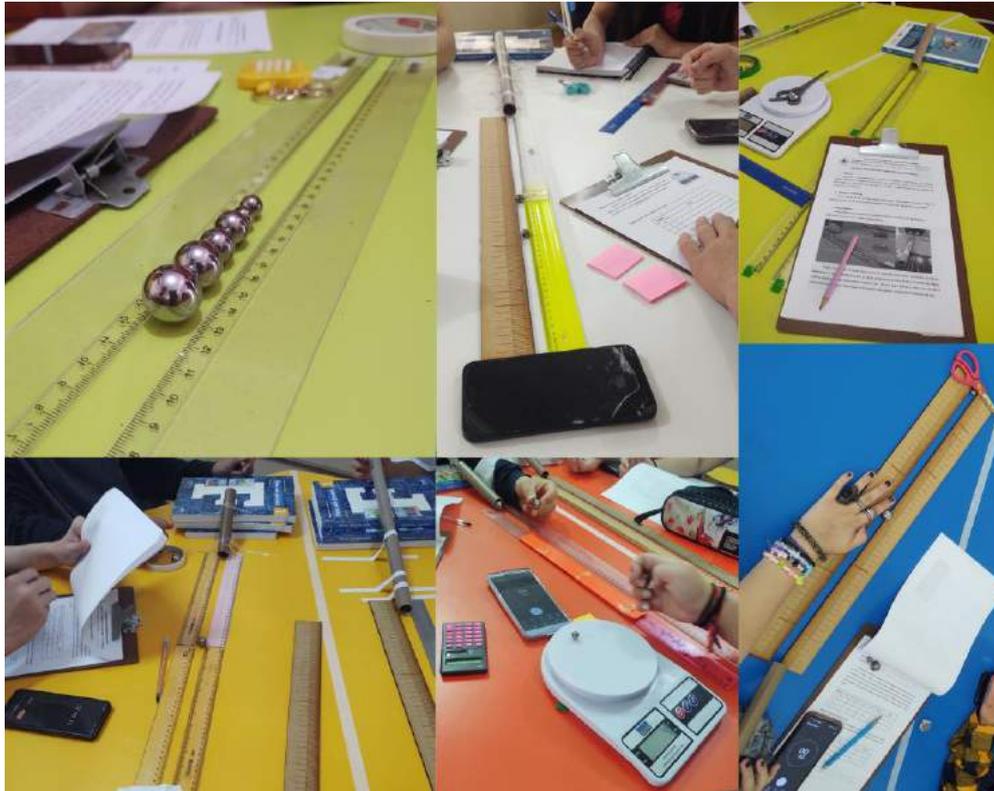
Fonte: a autora (2022).

No dia do experimento, todos os alunos presentes participaram da atividade, Figura 4.18. O envolvimento ativo dos discentes possibilitou que a tarefa fosse realizada dentro do período estipulado. Entretanto, ressalta-se que o ideal seria ter mais de uma balança digital para agilizar o processo de medição das esferas.

As turmas apresentaram dificuldades similares durante o desenvolvimento da tarefa. Durante a aula experimental, a professora alertou os alunos sobre os erros que

estavam propensos a cometer e, aos que solicitaram sua ajuda, realizou a revisão do que já tinha sido feito pela equipe.

Figura 4.18 - Organização, montagem e desenvolvimento dos grupos na aula experimental.



Fonte: a autora (2022).

Além da aula experimental, parte da sequência didática avaliou a entrega do roteiro de cada grupo. Os trabalhos foram corrigidos, com base nos dados da tabela, obtidos pelas medições, ou seja, as grandezas massa, tempo e deslocamento. O roteiro é constituído por 4 passos: desvendando a balança, o tempo passa, quantidade de movimento e conservação de quantidade de movimento. Ressalta-se que as perguntas do roteiro não possuem gabarito, já que os dados podem ter variações de acordo com os responsáveis por obtê-las. A resolução correta dos 4 passos equivale a 10 pontos totais, e, a cada equipe, foi atribuída uma nota.

A turma A, representada pela Figura 4.19, teve a participação de 23 alunos, divididos em 7 grupos com três estudantes e uma dupla, e 8 trabalhos entregues. Todos os passos foram cumpridos pelas equipes. A pontuação média da turma foi 7,1

pontos. Essa foi a única turma com duas professoras atuantes em sala de aula para auxiliá-los, a professora regente e sua orientadora de mestrado.

Figura 4.19 - Turma A realizando as atividades experimentais.



Fonte: a autora (2022).

A turma B, retratada pela Figura 4.20, contou com a presença de 22 estudantes e a entrega de 8 trabalhos. Para realizar as atividades, foram formados 7 grupos compostos por 3 pessoas cada, além de duas duplas. Todos os grupos conseguiram cumprir todos os passos estabelecidos. A turma B obteve uma pontuação média de 6,8 pontos, sendo que dois grupos se destacaram ao receberem a nota máxima na avaliação do roteiro.

A turma C, registrada parcialmente pela Figura 4.21, foi integrada por 20 discentes, os quais entregaram 8 trabalhos ao final do experimento. Para isso, foram criados 5 grupos, cada um formado por 3 integrantes, duas duplas e um aluno optou por trabalhar sozinho. Duas das equipes não concluíram o Passo 4 - conservação de quantidade de movimento, pois tiveram dificuldade na resolução da questão. A turma C alcançou uma pontuação média de 6,1 pontos.

Figura 4.20 - Turma B realizando as atividades experimentais.



Fonte: a autora (2022).

Figura 4.21 - Turma C realizando as atividades experimentais.



Fonte: a autora (2022).

Durante a proposta, os alunos se mostraram inseguros por não terem realizado atividades experimentais até então, mesmo que os conceitos físicos tenham sido trabalhados em sala de aula ao longo do ano. Tais inseguranças corroboraram com os obstáculos encontrados. Entre eles é possível destacar: falta de organização, vários responsáveis pela mesma medição; mau uso/interpretação do instrumento de medida (balança, régua e cronômetro); transformações no Sistema Internacional de Unidades de Medida equivocadas; dados secundários da tabela incoerentes com as equações; confusão ao identificar a ordem de grandeza dos números; a falta de unidade de medida nas respostas; a relação entre a força e a quantidade de movimento; e a revisão das respostas.

Mesmo com as dificuldades, os grupos comprometeram-se com a atividade, e a maioria concluiu dentro do tempo previsto e mostraram-se interessados na obtenção e análise de medidas. Solicitaram, sempre que precisavam, a ajuda da professora e, com isso, ultrapassaram alguns dos obstáculos acima. As três turmas obtiveram pontuações médias superiores a 6,0 pontos. No fim da atividade, os alunos pediram para que houvesse mais aulas semelhantes sempre que possível.

4.2.5 Aula 5

Todas as etapas do produto didático foram pensadas em um modelo presencial, mesmo que nelas fossem usados recursos virtuais, pois a escola oportuniza o acesso à internet aos seus alunos e se necessário, o professor pode solicitar *Chromebooks* para utilização do discente. Entretanto, devido às modificações no cronograma de atividades, que não constavam no calendário de dias letivos, esta parte ficou como tarefa para ser entregue pelo Google Sala de Aula.

Esta parte da sequência didática teve por intuito recolher dados sobre a aprendizagem dos alunos, nesta aplicação do produto didático proposto. Para isso, os alunos realizaram novamente a atividade do *Kahoot* da primeira aula e responderam a um formulário que possui questões pessoais e individuais sobre as abordagens ao longo da sequência didática.

Foi solicitado aos alunos de todas as turmas que realizassem novamente o pré-teste na plataforma *Kahoot*, e como essa última aula do produto didático não pode ser realizada presencialmente, foi disponibilizado no Google Sala de Aula, de cada turma, o *link* para o acesso do jogo individual. O intuito de repetir o mesmo jogo é analisar se

houve ou não progressão no conhecimento, com base no novo percentual da atividade, Figura 4.22.

Figura 4.22 - Porcentagem das turmas ao refazer o pré-teste de quantidade de movimento.



Fonte: a autora (2022).

Na primeira vez que a turma A realizou a jogada no pré-teste, ela obteve uma pontuação de 60% de acertos, com a participação de 21 jogadores; na segunda vez do mesmo jogo conquistou uma pontuação de 88% de respostas corretas, com 19 jogadores. Ou seja, a turma A atingiu uma progressão de 28%.

A turma B obteve uma pontuação de 61% de acertos na primeira vez que realizou a jogada no pré-teste, com 23 jogadores participantes. Na segunda vez que jogaram o mesmo jogo, com a participação de 15 jogadores, a turma B conquistou uma pontuação de 85% de respostas corretas. Em outras palavras, a turma B obteve uma progressão de 24%.

Na primeira tentativa da turma C no pré-teste, com a participação de 23 jogadores, o grupo alcançou uma taxa de acerto de 42% durante a jogada. Na segunda execução do mesmo jogo, porém, com apenas 9 jogadores, a turma C atingiu uma pontuação de 62% de respostas corretas. Dessa maneira, é possível afirmar que a turma C progrediu em 20% no desempenho do jogo.

Todos os grupos tiveram um aumento de no mínimo 20% no rendimento, o que é considerado bom, pois quantificam melhor o avanço de seu conhecimento sobre quantidade de movimento comparado à segunda aula da sequência didática. Logo, houve progressão dentro da aplicação.

Os estudantes das turmas receberam uma solicitação para preencher um formulário virtual (Figura 3.7) por meio do *link* disponibilizado no Google Sala de Aula. O objetivo da aplicação foi coletar dados relevantes sobre os alunos, incluindo informações sobre a formação de suas famílias e aspirações pessoais, além de

solicitar *feedback* sobre os temas abordados na sequência didática, visando avaliar qualitativamente a eficácia da proposta didática.

O Quadro 4.9 destaca as respostas de alguns alunos referentes às últimas três perguntas presentes no formulário. Essas perguntas enfocam a visibilidade de gênero na ciência, o conceito físico de quantidade de movimento e uma aula experimental. O objetivo dessas perguntas foi coletar a opinião dos alunos sobre as discussões realizadas em torno desses temas.

Quadro 4.9 - Respostas que se destacaram do questionário ao responderem sobre a sequência didática

TURMA A
O que você acha de aprender sobre quantidade de movimento?
Eu sou de humanas, então eu lutei um pouco até entender o que estava acontecendo nas aulas que não eram sobre representatividade de gênero. Mas, no experimento, tudo ficou mais claro pra mim, no final, eu entendi a matéria e o conteúdo é bem interessante, até porque é fácil.
Interessante. Foi certamente uma experiência única, além do básico sobre a quantidade de movimento em si, muitos outros tópicos importantes sobre a ciência e o papel de todos nela foram levantados.
O que você achou sobre as discussões levantadas acerca da representatividade de gênero na ciência?
De fato é bem importante falar sobre esse assunto, por que assim vemos com mais clareza o quão difícil é para algumas pessoas estarem onde estão, é muito importante também pelo fato de que as mulheres que estão onde estão dentro da Ciência acabaram abrindo de certa forma um caminho mais fácil para mulheres de gerações seguintes ter mais oportunidades no futuro e menos discriminação e preconceito. Assim também mostrando que mulheres têm sim capacidade para exercer qualquer função. Mesmo o número de mulheres sendo bem reduzido, mostra que temos sim a possibilidade de estarmos em todos os meios, mesmo que seja difícil de entrar e conquistar um lugar e uma posição de respeito, mas que sim todas nós conseguimos o que quisermos se nos dedicarmos. Mesmo sendo difícil e sofrendo muita crítica.
Tudo. Era isso que eu imaginei quando me juraram por Deus que o NEM era mil maravilhas. Discutir sobre um assunto tão importante, com uma professora que sabe o que tá falando, foi ótimo. Provavelmente uma das minhas únicas motivações a não desistir da escola esse ano.
O que você achou da aula experimental?
Extremamente divertida. Foi possível descobrir os cálculos, responder as questões e usar a lógica para completar o exigido de uma forma descontraída, divertida e firme. Além de que, discutindo a lógica com os outros alunos, veio a proporcionar mais do que uma visão sobre o projeto, certamente aumentando a gama de conhecimento retido.
Incrível. Foi tão legal, me senti uma criança aprendendo a andar. As duas professoras fizeram parecer fácil, e realmente era (tirando o fato que eu virei a cidade tentando achar as benditas réguas).

E, tive a certeza que eu amo a ciência. E adoraria ser cientista, se já não amasse a diplomacia mais.
Uma aula ótima e que deveria ser feita com mais frequência.
TURMA B
O que você acha de aprender sobre quantidade de movimento?
Achei bem interessante, um dos conteúdos de física que eu gostei de aprender.
Achei interessante, mas minha cabeça quase que explode na aula kkkkk
O que você achou sobre as discussões levantadas acerca da representatividade de gênero na ciência?
Muito legal! É realmente bom ver esse assunto sendo levantado, principalmente porque tem pessoas que não tem ideia do que, por exemplo, as mulheres passam nesse meio.
Meio inútil, pois acredito que discussões entre opiniões é só para causar discórdia e não leva a lugar nenhum.
O que você achou da aula experimental?
Achei muito legal analisar as esferas, só os cálculos que me doeram a cabeça kkkkk
Achei muito legal, consegui me divertir.
TURMA C
O que você acha de aprender sobre quantidade de movimento?
Foi bem interessante, acho que pra todo mundo foi interessante pois a maioria não sabíamos nada sobre.
Interessante, confesso que não entendia no começo mas fui aprendendo e entendendo melhor.
O que você achou sobre as discussões levantadas acerca da representatividade de gênero na ciência?
É um tema importante de se discutir porque existe uma desparelhada de vantagens entre os sexos, e é discutindo sobre esse assunto que se consegue a solução para os problemas, e assim resolvê-los.
Bom, pois não é muito falado isso em uma grande maioria de matérias, foi um ponto bem bom de ser falado
Eu não esperava, mas achei importante falar sobre esse assunto

O que você achou da aula experimental?
Eu achei que não iria gostar de fazer mas me enganei sobre, eu gostei de ter feito e eu adoraria de ter mais dessas aulas experimentais nos próximos anos
Aulas práticas são muito necessárias, ficar só na teórica é muito difícil de aprender
A aula experimental fez a gente se estressar um pouquinho, mas eu gostei bastante.

Fonte: a autora (2022).

Ao preencher o formulário, os alunos tiveram que se identificar, além de dar informações pessoais, o que pode ter influenciado em suas respostas. Os discentes não estavam dispostos a responder ao formulário como as demais atividades, provavelmente por ela não ser proposta como uma atividade quantitativa, por ocorrer *online* e por estar no final do ano letivo.

A turma A apresentou uma taxa de resposta de 27% ao questionário aplicado. As respostas foram majoritariamente positivas em relação ao aprendizado sobre quantidade de movimento, mesmo com alguns alunos não se identificando com a área de exatas. A discussão sobre representatividade de gênero na ciência despertou o interesse dos alunos e ressaltou a importância do tema em sala de aula. A aula experimental foi bem recebida pelos discentes, que se divertiram, expressando o desejo de que atividades semelhantes sejam repetidas.

Já na turma B, a taxa de resposta foi de 25% ao questionário aplicado. As respostas foram positivas em relação ao aprendizado sobre quantidade de movimento, mas alguns alunos questionaram a relevância de discutir representatividade de gênero na ciência, enquanto outros destacaram a importância do tema. A aula experimental foi bem recebida em geral, embora um aluno tenha relatado que esse tipo de atividade possa ser estressante.

Por fim, a turma C apresentou uma taxa de resposta de 46% ao questionário. Embora a turma tenha tido um desempenho inferior ao das demais nas outras atividades, houve uma mudança nessa tarefa. A maioria desses estudantes teve que realizar o exame final em alguma disciplina do Ensino Médio para avançar de ano. Com isso, foram orientados pela professora a preencher o formulário nos computadores da escola. A maior parte dos alunos respondeu positivamente em relação ao aprendizado sobre quantidade de movimento, embora um aluno tenha

declarado não ter entendido o conceito. Os estudantes também destacaram a importância das discussões sobre representatividade de gênero na ciência. Em relação à aula experimental, a maioria dos alunos gostou da atividade prática, embora um aluno tenha mencionado que ela tenha sido estressante.

5 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados da aplicação do produto didático e reflexão sobre as observações feitas, é possível concluir que aliar a discussão sobre visibilidade de gênero ao conceito físico quantidade de movimento, fomentou a contextualização deste problema social na disciplina de Física, provocando a construção do conhecimento integrado.

O exercício em que os estudantes puderam retratar o que entendem por “cientista” revelou uma disparidade significativa sobre o gênero que atua nessa profissão. A maioria das produções, 41/58, foi uma representação do conceito “cientista” como um homem excêntrico. Dessa forma, a atividade evidenciou a presença de estereótipos de gênero enraizados na percepção da ciência, enfatizando a importância de criar espaços de reflexão para desconstruir essas visões sexistas e promover uma representação mais diversificada e inclusiva na ciência.

A inclusão da perspectiva de gênero nestes estudos reforçou a ideia de que a física, e a ciência em geral, são campos para todos, independentemente do gênero. Experimentos práticos, combinados com a discussão teórica, enriqueceram a compreensão dos alunos, permitindo-lhes ver a aplicação prática da teoria, quantidade de movimento. Esse conteúdo, pouco abordado por falta de tempo do professor em sala de aula ou preferências por outros tópicos da mecânica clássica, mostrou-se aplicável ao ensino básico e de interesse dos alunos. A necessidade de revisão de outros conceitos físicos proporcionou que os estudantes pudessem perceber que a física é uma construção de aprendizagens, não só ideias fragmentadas. Logo, tornou-se evidente que a combinação desses conceitos com atividades práticas e discussões contextualizadas pôde aumentar significativamente o engajamento e a compreensão dos estudantes. A autoria e responsabilidade dos estudantes sobre seus trabalhos, também, contribuiu significativamente para seu envolvimento e compreensão dos tópicos abordados.

As ferramentas escolhidas para desenvolver o produto foram selecionadas pela possibilidade de colocar o estudante como centro do seu aprendizado, aproximando a Física dos discentes. Os recursos digitais (Google Sala de Aula, Formulário, *Kahoot!*, *Meintemeter*), as produções propostas (narrativa, *podcast*) e a experiência em sala de aula proporcionaram a participação dos discentes em todas as aplicações do produto. Mesmo com perfis de turma diferentes (quantidade de entregas,

participação em aula, frequência dos estudantes), o engajamento nas atividades foi notável, demonstrando que explorar novas estratégias de ensino na disciplina de Física podem dar bons resultados e gerar mudanças em suas concepções da realidade. Ainda dentro dessa dinâmica, dos alunos serem geradores de seu próprio aprendizado, foi possibilitado que eles expusessem o que acharam da sequência didática, com o objetivo de experienciar a construção de uma crítica sobre aquilo que viveram.

Com relação ao produto didático, mesmo sem o uso de ferramentas *online*, foi observado que outros recursos podem ser igualmente eficazes, como atividades impressas, elaboração de cartazes, colagens, apresentação de alunos, debates e experimentação com materiais recicláveis. O material pode ser adaptado de acordo com a realidade da escola, da turma e do professor, pois as discussões suscitadas nas temáticas abordadas mostram a essência do produto. Apesar disso, a apresentação visual do material didático feito para os alunos desempenhou um papel importante na medida do envolvimento deles. Materiais visualmente atraentes parecem motivar mais os discentes e encorajam sua participação nas atividades.

Ao refletir sobre esses pontos, é possível observar que o processo de ensino e aprendizado é um caminho em constante evolução, que deve ser adaptado e melhorado continuamente para atender às diversas necessidades dos alunos e promover a igualdade. Além disso, é notável a possibilidade de associar outros tópicos de Física à discussão sobre gênero na ciência. Este tipo de aproximação de assuntos pode ser um recurso efetivo para envolver os estudantes em questões sociais importantes, ao mesmo tempo em que os ajuda a compreender a história da construção de conceitos físicos.

A incorporação de discussões sobre gênero, a combinação de conceitos teóricos e práticos na sala de aula, neste caso sobre quantidade de movimento, podem melhorar a experiência de aprendizado dos alunos. Esses elementos não só fortalecem a compreensão dos estudantes dos princípios da física, mas também promovem um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e engajado. Portanto, deve-se continuar a explorar e implementar essas estratégias em nosso ensino.

As primeiras ideias a respeito deste produto didático surgiram em 2020, num contexto de pandemia devido à COVID-19. Com apenas um ano e meio de experiência como docente da rede pública, afastei-me inicialmente da sala de aula e aguardei diretrizes para o retorno remoto. Iniciar o mestrado nesse contexto foi desafiador e

estressante. Foram meses difíceis, mas que felizmente ficaram para trás. Com o tempo, surgiu a necessidade de participar de palestras sobre o Ensino de Física e de Ciências, o que acabou contribuindo com o meu repertório didático e fazendo-me questionar sobre a falta de representatividade da mulher na ciência. Ao longo das conversas com minha orientadora e meu co-orientador, definimos que o questionamento sobre a visibilidade de gênero seria um dos eixos do nosso produto didático, e o outro seria a quantidade de movimento, devido ao seu esquecimento em sala de aula. Para isso, utilizamos algumas das ferramentas apresentadas ao longo do curso. Devido ao desenvolvimento da vacina, optamos por elaborar uma sequência para ser aplicada presencialmente. Durante a aplicação do produto, notamos a importância de dialogar sobre questões sociais em disciplinas de Física e de elencar conceitos básicos da área. Em suma, os resultados obtidos com os alunos foram gratificantes, mas não foram os únicos. No decorrer do processo, transformei-me em uma docente melhor.

Para melhorar a aplicação da sequência didática, sugere-se delimitar o escopo do texto narrativo, direcionando os estudantes a pesquisar sobre a cientista citada na contracapa, Emilie du Châtelet. Além disso, estabelecer diretrizes para o *podcast*, indicando materiais de consulta e selecionando tópicos importantes dentro da temática principal. Também é recomendado adicionar uma aula extra para os alunos trabalharem com questões relacionadas à quantidade de movimento, permitindo que exercitem sua compreensão e familiarizem-se com o desenvolvimento matemático. Adicionalmente, seria proveitoso incluir uma aula experimental para explicar o uso dos instrumentos de medição e suas escalas, visando minimizar possíveis estranhamentos por parte dos alunos, antes da aula experimental, sobre quantidade de movimento.

REFERÊNCIAS

AVRAAMIDOU, Lucy, OSBORNE, Jonathan. The Role of Narrative in Communicating Science. **International Journal of Science Education**, [s. l.], 2009.

A TALE Of Momentum & Inertia. Direção de Kameron Gates. [s.l.], 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Lg2dqFCU67Q> Acesso em: 12 de mar. de 2023.

BARRETO FILHO, B.; SILVA, C. C.. **Física aula por aula: mecânica, 1º ano**. 3. ed. São Paulo: Ftd, 2016. 288 p.

BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 30–59, 2014.

BENFÍCA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. **As contribuições do uso de experimentos no ensino – aprendizado da física/ The contributions of the use of experiments in teaching - learning physics**. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 33686–33703, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-066. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11049>. Acesso em: 22 jun. 2023.

BOZELLI, Fernanda Cátia et al. Estudo do uso de narrativa em periódicos e eventos da área de Ensino de Ciências e Matemática. *In*: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC, 2013, São Paulo, Brasil. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. São Paulo, Brasil: [s. n.], 2013. p. 8.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf Acesso em: 12 mai. 2023.

BRUNER, Jerome. **O processo da educação**. Tradução: Lólio Lorenço de Oliveira. 3. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1973. (Coleção Cultura, Sociedade, Educação). v. 4

_____. **Realidade mental, mundos possíveis**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CAMPOS, C. R.; JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; & FERREIRA, D. H. L. (2011). **Educação estatística e educação crítica: uma experiência com projetos de modelagem**. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 24(39), 473-494.

CARLI, Linda L. et al. Stereotypes About Gender and Science: Women ≠ Scientists. **Psychology of Women Quarterly**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 244–260, 2016.

DE OLIVEIRA BORBA, Fabiane Inês Menezes; GOI, Mara Elisângela Jappe. Jerome Bruner nos processos de aprender e ensinar Ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e1521019508-e1521019508, 2021.

DE LA TOUR, Maurice Quentin. **Madame Du Châtelet at her desk**. Século XVIII. Pintura, óleo sobre tela, 120 x 100 cm.

ELSEVIER. **Gender in the Global Research Landscape, Analysis of research performance through a gender lens across 20 years, 12 geographies, and 27 subject areas**. Agosto de 2017. Disponível em: https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0008/265661/ElsevierGenderReport_fina_l_for-web.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

FENDT, Walter. **Simulador de Pêndulo de Newton**. Tradução Casa da Ciência, 2009. Disponível em: https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/newtoncradle_pt.htm. Acesso em: 12 de mar. 2022.

FREIRE, Eugênio Paccelli Aguiar. **PODCAST: BREVE HISTÓRIA DE UMA NOVA TECNOLOGIA EDUCACIONAL**. Educação em Revista, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 55–71, 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. 67. ed. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 2021.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 26. ed. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 1987.

GOOGLE. Google - Sobre, [s.d.]. Página inicial. Disponível em: <https://about.google/>. Acesso em: 15 de abr. de 2023.

GOOGLE FOR EDUCATION. Google Classroom [s.d.]. Disponível em: <https://edu.google.com/workspace-for-education/classroom/>. Acesso em: 15 de abr. de 2023.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 1: mecânica**. São Paulo (SP): EDUSP, 1998. Versão preliminar. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. Vol. I. Rio de Janeiro: Grupo Gen - LTC, 2016.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

HUFFMAN, Cynthia J. **Mathematical Treasure: Émilie du Châtelet's Principes Mathématiques**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematical-treasure-milie-du-ch-telet-s-principes-math-matiques>. Acesso em: 20 set. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas de Gênero: Indicadores sociais das mulheres no Brasil**. Estudos e Pesquisas - Informação - Demográfica e Socioeconômica, n.38, 2018. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101551_informativo.pdf Acesso em: 14 set. 2021.

_____. **Quantidade de homens e mulheres.** 2019. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18320-quantidade-de-homens-e-mulheres.html> Acesso em: 14 set. 2021.

_____. **Estatísticas de Gênero: ocupação das mulheres é menor em lares com crianças de até três anos.** 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/30172-estatisticas-de-genero-ocupacao-das-mulheres-e-menor-em-lares-com-criancas-de-ate-tres-anos> Acesso em: 14 set. 2021.

INSTITUTO PAULO FREIRE. Paulo Freire, [s.d.]. Página inicial. Disponível em: <https://www.paulofreire.org/> Acesso em: 15 de abr. de 2023.

MARTINS, Vivian; ALMEIDA, Joelma. Educação em Tempos de Pandemia no Brasil: Saberes-fazer escolares em exposição nas redes. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 2, p. 215-224, 2020.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Mulheres são maioria entre bolsistas de mestrado e doutorado no Brasil.** 2020. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article/225-noticias/sistemas-1375504326/86161-mulheres-sao-maioria-entre-bolsistas-de-mestrado-e-doutorado-no-brasil?Itemid=164> Acesso em: 19 set. 2021.

MENTIMETER. Sobre nós, [s.d.]. Página Sobre Nós. Disponível em: <https://www.mentimeter.com/> Acesso em: 15 de abr. de 2023.

MILLER, David I. *et al.* The Development of Children's Gender-Science Stereotypes: A Meta-analysis of 5 Decades of U.S. Draw-A-Scientist Studies. **Child Development**, [s. l.], v. 89, n. 6, p. 1943–1955, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.

NEWTON, Isaac, Ricci, Trieste. **Principia: princípios matemáticos de filosofia natural.** São Paulo: EDUSP, 2008.

PALUDO, Elias Festa. Os desafios da docência em tempos de pandemia. **Em Tese**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 44–53, 2020.

PARENT IN SCIENCE. **Mulheres e maternidade no ensino superior no Brasil.** [s. l.], 2021. Produção de Beatriz Cristine Müller. Disponível em: https://www.parentinscience.com/_files/ugd/0b341b_6ac0cc4d05734b56b460c9770cc071fc.pdf Acesso em: 15 de abr. 2023.

PEREIRA, Jaene Guimarães. **O fogo em Émilie du Châtelet: uma perspectiva feminista pós-estruturalista da história das Ciências.** 2022. doctoral Thesis -

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/51317> Acesso em: 16 maio 2023.

PEREIRA, Marcus Vinicius; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. **Atividades prático-experimentais no ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 265–277, 2017.

PIVA, Paulo Jonas de Lima; TAMIZARI, Fabiana. **Luzes femininas: a felicidade segundo Madame du Châtelet**. Revista Estudos Feministas, [s. l.], v. 20, p. 853–868, 2012.

PRADA, Ana Raquel Russo; NOVO, Rosa. **Educação: Pensadores ao longo da História: Jerome Bruner**. VI Jornadas da prática pedagógica Pedagogia (s) sem tempo:(Des) construindo a prática educativa, [s. l.], 2019.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL. Google Classroom [s.d.]. Disponível em: <https://escola.rs.gov.br/google-classroom> Acesso em: 15 de abr. de 2023.

SILVA, Ana Paula; PEREIRA, Jaene. **A França se rende ao charme da marquesa: Émilie du Châtelet e sua tradução de Newton**. [S. l.: s. n.], 2022.

SINGER, Jonathan Bentley. Podcasting as Social Scholarship: A Tool to Increase the Public Impact of Scholarship and Research. **Journal of the Society for Social Work and Research**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 571–590, 2019.

Solvay Institutes. Disponível em: http://www.solvayinstitutes.be/html/photo_gallery_solvayconf_physics.html. Acesso em: 23 jun. 2022.

TEAM, Project Vox. Du Châtelet (1706-1749). [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://projectvox.org/du-chatelet-1706-1749/> Acesso em: 22 maio 2023.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros. mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica vol. 1 vol. 1**. [S. l.: s. n.], 2011. *E-book*. Disponível em: <http://site.ebrary.com/id/11004602> Acesso em: 30 set. 2021.

TOSI, Lucía. **Mulher e ciência: a revolução científica, a caça às bruxas e a ciência moderna**. Cadernos Pagu, [s. l.], n. 10, p. 369–397, 1998.

UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **A reabertura das escolas não pode esperar: declaração conjunta do UNICEF e da UNESCO**. 2021. Disponível em: <https://pt.unesco.org/news/reabertura-das-escolas-nao-pode-esperar-declaracao-conjunta-do-unicef-e-da-unesco>. Acesso em: 17 set. 2021.

_____. **Consequências adversas do fechamento das escolas**. 2021. Disponível em: <https://pt.unesco.org/covid19/educationresponse/consequences>. Acesso em: 14 set. 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The global gender gap report 2020**. [S. l.: s. n.], 2019. *E-book*. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/global-gender-gap-report-2020> Acesso em: 19 set. 2021.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física I, Sears e Zemansky : mecânica**. Tradução: Daniel Vieira. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

ZINSSER, Judith P. **Emilie du Châtelet: daring genius of the enlightenment**. New York, NY London: Penguin Books, 2007.

2013 Honda Civic Hybrid. Postado por SaferCarTV, [s. l.], 27 segundos, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FX0vsJ5gzSg> Acesso em: 12 de mar. de 2022.

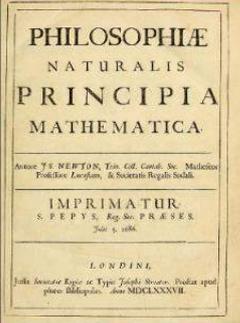
APÊNDICE A - SLIDES DA AULA 3



QUANTIDADE DE MOVIMENTO



1



Quais são as 3 leis de Newton?

Do que se trata o Princípio da Inércia?

Do que se trata o Princípio Fundamental da Dinâmica?

Do que se trata o Princípio da Ação e Reação?

2

2º lei

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.



3

O que é a mudança de movimento?

4

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = m\left(\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\right)$$

$$\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$$

5

Como quantificar o movimento?

6

Quantidade de movimento significa que um corpo/objeto está em movimento.

7

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

[p] quantidade de movimento (kg.m/s)
 [m] massa (kg)
 [v] velocidade (m/s)

A grandeza quantidade de movimento, assim como a velocidade são grandezas vetoriais.

8

15 kg $\vec{p} = m\vec{v}$

no momentum	0 m/s
more momentum	10 m/s
most momentum	20 m/s

9

IMPULSO



Impulso = $\vec{F}\Delta t$



Impulso = $\Delta(m\vec{v})$

As grandezas impulso, força e variação da velocidade são grandezas vetoriais.

10

$\vec{F}\Delta t = \Delta(m\vec{v})$

$\Delta = \text{final} - \text{inicial}$

As grandezas força e variação da velocidade são grandezas vetoriais.

$\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$

[F] força (N)
 [t] tempo (s)
 [m] massa (kg)
 [v] velocidade (m/s)

11

12

(a) (b)

$F\Delta t = \text{variação do momentum}$ $F\Delta t = \text{variação do momentum}$

13

Camera View-03
 Frame # 214
 Time 0.214

14

conservação de quantidade de movimento

15

Colisões

$\vec{p}_{\text{total antes da colisão}} = \vec{p}_{\text{total depois da colisão}}$

16

Colisões

$\vec{p}_{\text{total antes da colisão}} = \vec{p}_{\text{total depois da colisão}}$

17

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

TRAMANDAÍ, RS - BRASIL



AGOSTO DE 2023

ALIANDO GÊNERO E FÍSICA: UM PRODUTO DIDÁTICO SOBRE QUANTIDADE DE MOVIMENTO E VISIBILIDADE DA MULHER NA CIÊNCIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



PRODUTO EDUCACIONAL

Paula Rolin Schmitz



» PROF^a. DR^a. ALINE CRISTIANE PAN
Orientadora

» PROF. DR. TERRIMAR IGNÁCIO PASQUALETTO
Coorientador

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO AO EDUCADOR	2
2 SE APROFUNDANDO NOS TEMAS	5
2.1 Quantidade de movimento	5
2.2 Visibilidade de gênero da ciência	8
2.3 Recursos didáticos	9
2.3.1 <i>Kahoot!</i>	9
2.3.2 <i>Mentimeter</i>	9
2.3.3 Google Sala de Aula	10
2.3.4 Podcast	10
2.3.5 Experimentação	11
3 COLOCANDO A MÃO NA MASSA	12
3.1 Aula 1	12
3.1.1 Aula 1 - Etapa I	12
3.1.2 Aula 1 - Etapa II	14
3.2 Aula 2	18
3.2.1 Aula 2 - Etapa I	18
3.2.2 Aula 2 - Etapa II	19
3.3 Aula 3	21
3.4 Aula 4	28
3.5 Aula 5	32
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 APRESENTAÇÃO AO EDUCADOR «



Prezado(a) colega,

Apresentamos uma sequência didática do produto educacional concebido em colaboração entre os autores com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da UFRGS – Litoral Norte. O objetivo com este material é integrar o estudo da quantidade de movimento e a discussão sobre visibilidade de gênero na ciência ao currículo do 1º ano do Ensino Médio.

Sabemos que os docentes de Física encontram inúmeros problemas em sua prática profissional, entre eles a baixa valorização e condições precárias de trabalho, carga horária semanal da disciplina pequena, ensino por testagem, indisposição dos alunos a aprender a disciplina, falta de contextualização e fragmentação dos conteúdos desenvolvidos com o cotidiano (MOREIRA, 2018).

O ensino de Física costuma ser fragmentado, realizado a partir de aulas convencionais com perspectiva majoritariamente clássica e focada na mecânica, como pode-se notar ao comparar com temas de física moderna e contemporânea (MOREIRA, 2018). No entanto, mesmo que a Mecânica Clássica seja o foco, é comum o docente não finalizar o conteúdo programático desta área devido a sua extensa demanda, dificuldades dos alunos com pré-requisitos, baixa carga horária para a disciplina, entre outros fatores.

O estudo da quantidade de movimento, embora conste nos livros didáticos do 1º ano do Ensino Médio, é um conteúdo muitas vezes menosprezado ou abordado superficialmente. Esse tema, na prática da sala de aula, costuma ser suprimido das discussões por fatores, como o excesso de tempo no estudo da cinemática, a dificuldade dos alunos em lidar com o formalismo matemático e pela escolha de outros temas da mecânica (BELLUCO; CARVALHO, 2014).

Além da aprendizagem de conceitos de Física nas salas de aula do Ensino Médio, falta a contextualização histórica e social na forma como é ensinada. Por isso, esta sequência didática, além de abordar a quantidade de movimento, também problematiza a falta de visibilidade de gênero na Ciência, pois, mesmo que os alunos saibam identificar essa desigualdade, é necessário que haja espaço para a discussão na sala de aula.



O objetivo da utilização deste produto didático é oportunizar ao aluno o papel de protagonista do seu aprendizado sobre a quantidade de movimento e as discussões sobre estereótipos de gênero na Ciência. Para isso propõem-se as seguintes estratégias metodológicas: a narrativa, a criação de podcast, os debates, as ferramentas tecnológicas (Kahoot!, Mentimeter, Google Formulário, Google Sala de Aula) e a atividade experimental.

Esta sequência foi elaborada para ser aplicada presencialmente, com alunos do Ensino Médio que já tenham aprendido as Leis de Newton. Assim, eles já estarão familiarizados com alguns conceitos físicos utilizados nas atividades. O Quadro 1 elenca, brevemente, as atividades e os objetivos da aprendizagem discutidos ao longo de cinco aulas, 4 aulas de dois períodos consecutivos e 1 aula de um período. Este material pode ser adaptado de acordo com a realidade da escola, da turma e do professor.

Quadro 1 - Resumo dos objetivos e das atividades a serem desenvolvidas em cada uma das aulas.



AULA	OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM	ATIVIDADES PROPOSTAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Familiarizar os educandos com a proposta do enredo narrativo; • Coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos educandos; • Incitar reflexão sobre a produção da ciência e seus colaboradores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da proposta didática a ser implementada • Traçar um perfil inicial da imagem da turma sobre o que é ciência e características de cientistas utilizando o recurso chuva de ideias do Mentimeter; • Aplicação do pré-teste sobre o conceito de quantidade de movimento utilizando a plataforma Kahoot.
	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilizar a cientista Émilie du Châtelet por meio da tradução francesa da Principia de Newton. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura da narrativa 01 coletiva; Retirada de dúvidas sobre os personagens da história; • Tarefa 01-A: continuação da história narrativa pelos alunos por meio de investigação.

Tabela continua na próxima página. →

AULA	OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM	ATIVIDADES PROPOSTAS
 <p>Aula 2 Etapa I 45 min.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir sobre o papel da mulher na ciência e na sociedade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição de dados sobre mulher na graduação, no Brasil; • Debate sobre as concepções de cientistas; • Tarefa 01-B: construção de podcast pelos alunos sobre o papel da mulher na ciência.
 <p>Aula 2 Etapa II 45 min.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar como as leis de Newton foram escritas em versão original com o que é visto no livro didático; • Introduzir o conceito de quantidade de movimento pelo enunciado da segunda lei de Newton. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura da narrativa 02 coletiva; • Exibição de vídeo biográfico sobre Émilie du Châtelet, retirado do documentário romanceado Einstein's Big Idea (2005). • Tarefa 02: postulado das leis de Newton.
 <p>Aula 3 90 min.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ensinar conceitualmente e matematicamente o que é a quantidade de movimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Slides com abordagem conceitual e matemática sobre quantidade de movimento, informações retiradas do livro Física Conceitual (HEWITT);
 <p>Aula 4 90 min.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzir a experimentação aos alunos; • Relacionar as variáveis do experimento com a quantidade de movimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura coletiva da narrativa 03; • Tarefa 03: roteiro experimental, quantidade de movimento de esferas de aço.
 <p>Aula 5 45 min.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar pontos positivos e negativos do produto didático com a turma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação novamente do pré-teste, utilizando a plataforma Kahoot. • Relato dos alunos sobre a sequência didática aplicada.

Fonte: a autora (2022).

Em seguida, apresenta-se tópicos fundamentais para a aplicação deste produto didático: a quantidade de movimento e a visibilidade de gênero na ciência. No próximo capítulo, serão disponibilizados detalhes e orientações de cada aula desta proposta.

2 SE APROFUNDANDO NOS TEMAS «

Neste capítulo vamos aprofundar seu conhecimento sobre os temas que abordam nosso produto didático, para reforçar o que você já sabe ou agregar um conhecimento novo. Serão os seguintes assuntos: quantidade de movimento, visibilidade de gênero na ciência e recursos didáticos.

2.1 Quantidade de movimento



Um dos eixos temáticos deste produto é o conteúdo quantidade de movimento. O conceito permeia as aulas, como no pré-teste sobre a quantidade de movimento, na leitura dos postulados das leis de Newton, na apresentação conceitual e matemática do tema e na aula experimental.

Quando Isaac Newton apresentou seu segundo postulado, na obra *Philosophiae naturalis principia mathematica*, em 1687, a notação utilizada não era a mesma que encontramos nos livros didáticos convencionais, que comumente descreve a força como resultado do produto da massa (m) pela aceleração (\vec{a}), Equação 1.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

O célebre físico não fez menção à grandeza aceleração em seu livro, no entanto, afirma que a força resultante que atua sobre uma partícula é a taxa de variação da quantidade de movimento (\vec{p}) no decorrer do tempo (t), Equação 2. Cabe ressaltar que as leis de Newton são formuladas em referenciais inerciais (TIPLER; MOSCA, 2011).

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (2)$$

Quando temos questões que envolvem forças sem informações suficientes para aplicar somente a segunda lei de Newton, podemos utilizar a definição de conservação da quantidade de movimento para obtê-las (YOUNG; FREEDMAN, 2016). Ao substituirmos, na Equação 2, a taxa de variação da quantidade de movimento em relação ao tempo pela sua variação $\Delta\vec{p}$ dividido pelo intervalo de tempo, temos a Equação 3.

$$\sum \vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p} \quad (3)$$

A quantidade de movimento, Equação 4, é determinada pelo produto da massa e velocidade. A grandeza também é denominada como quantidade de momento, momento, momento linear ou momentum. O conceito está associado à sua inércia de um corpo. Sua unidade de medida, no SI, é kg.m/s.

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (4)$$

Ao analisar o tempo em que um objeto sofre a ação de uma força, estamos analisando seu impulso \vec{J} . O impulso é definido pela força resultante vezes o intervalo de tempo, Equação 5. O impulso é uma grandeza vetorial assim como a força resultante que lhe produz, ambos vetores têm a mesma direção e sentido. Sua unidade de medida, no SI, é dada por N.s.

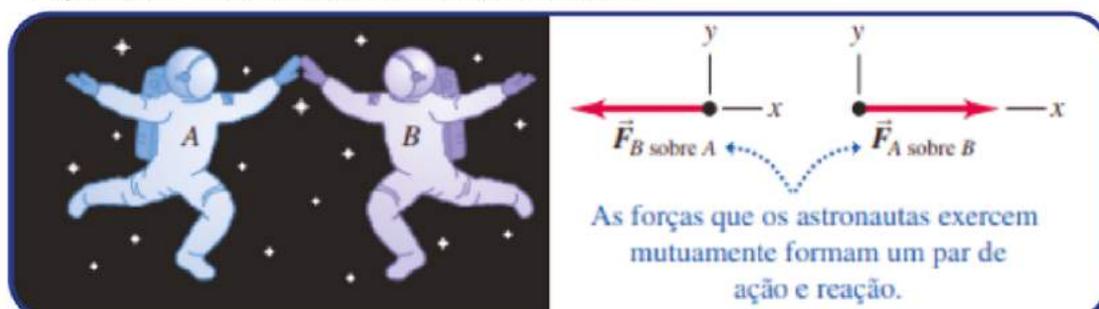
$$\vec{J} = \sum \vec{F} \Delta t \quad (5)$$

Ao substituir, na Equação 5, a Equação 2, temos a relação do impulso com a variação da quantidade de movimento, Equação 6.

$$\vec{J} = \Delta \vec{p} \quad (6)$$

Em ocasiões em que ocorrem interação entre dois corpos ou mais, o conceito de quantidade de movimento é importante. Por exemplo, dois astronautas, A e B, estão em uma região do espaço sideral onde não há campo gravitacional. Considerando que haja apenas forças internas, os astronautas exercem forças um sobre o outro e se anulam, isso significa que $\vec{F}_{A \text{ sobre } B} + \vec{F}_{B \text{ sobre } A} = 0$, Figura 2.1.

Figura 2.1 - Astronautas ao tocar as mãos.



Fonte: Young & Freedman, 2016, p.268.

Assim como essas forças, as variações de quantidade de movimento também têm o mesmo módulo e direção, mas sentidos opostos, com isso, a taxa de variação da quantidade de movimento total do sistema é nula $\vec{p}_A + \vec{p}_B = 0$, ou seja, Equação 7.

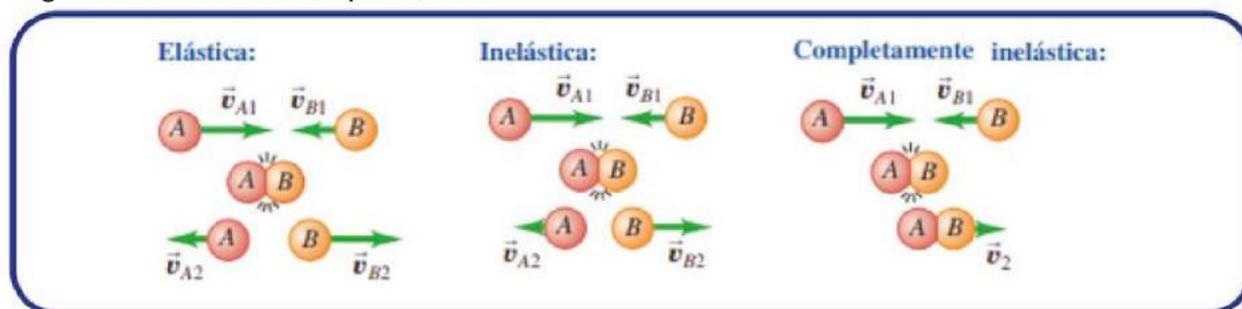
$$\vec{p}_{total} = \vec{p}_A + \vec{p}_B \quad (7)$$

O princípio da conservação momento de um sistema ocorre mesmo que haja variação entre os momentos lineares de cada astronauta que compõem o sistema. Há conservação se a soma das forças externas for nula. Em função disso, o momento de antes do evento, que envolve apenas forças internas, é igual ao momento de depois, Equação 8.

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{depois} \quad (8)$$

Nos casos em que as partículas colidem, Figura 2.2, a quantidade de movimento também permanece conservada, desde que não haja interferência de forças externas. Colisões são eventos comuns na vida real, em que forças de curta duração e grande módulo provocam mudanças bruscas na quantidade de movimento dos corpos envolvidos. Todas as coleções preservam a quantidade de movimento. Nas colisões elásticas, os objetos colidem sem sofrer deformações permanentes ou gerar calor. Já nas colisões inelásticas, ocorrem deformações e geração de calor, podendo resultar na união dos objetos envolvidos. Nas colisões perfeitamente inelásticas, os corpos permanecem juntos após a colisão (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Figura 2.2 - Colisão de partículas.



Fonte: Young & Freedman, 2016, p.268.



2.2 Visibilidade de gênero da ciência

A baixa representatividade feminina em áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics – STEAM*) é associada a influência dos estereótipos de gênero associados aos estereótipos de cientistas e a falta da representatividade para que as mulheres passem a visar estas áreas com maior potencialidade (CARLI, 2016).

Os efeitos dos estereótipos apresentam potenciais obstáculos para as mulheres na ciência, conforme o estudo de Carli *et al.* (2016). Os estereótipos sobre mulheres, homens e cientistas, tentam justificar, erroneamente, o motivo pelo qual as mulheres não possuem qualidades necessárias para serem boas cientistas. Mesmo que não haja diferenças reais no desempenho de ciências e matemática entre os gêneros, essas ideias se perpetuam e reforçam a justificativa para uma baixa ocupação das mulheres nesses campos.

De acordo com os dados apontados pelo IBGE (2019), no Brasil temos uma composição populacional constituída por 51,8% de mulheres e 48,2% de homens. Embora nosso país possua uma ínfima diferença de gênero em sua composição, vivemos cenários de desigualdade de gênero em diferentes contextos. É possível citar, por exemplo, a informação do Global Gender Gap Report (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020), na qual o Brasil, em um ranking com 153 países, ocupa a 130.^a posição em relação à igualdade salarial entre homens e mulheres com o mesmo cargo de trabalho.

As mulheres são maioria como concluintes nos cursos de ensino superior (IBGE, 2021) e estão com representação acima de 50% nas bolsas de pós-graduação (MEC, 2020). Além disso, estão na (co)autoria de metade dos artigos científicos produzidos no Brasil (ELSEVIER, 2017). Portanto, houve uma ampliação da participação qualificada de mulheres na base da carreira acadêmica. Entretanto, quando avaliada a distribuição percentual dos concluintes de graduação, por sexo, segundo as grandes áreas dos cursos, torna-se evidente a baixa representatividade das mulheres nas áreas de engenharia (37,3%) e tecnologias da informação (13,6%), em comparação às áreas de saúde (73,6%) e educação (73,8%) (IBGE, 2021).



2.3 Recursos didáticos

Na seção, destacamos quatro recursos digitais utilizados no produto didático em questão: o *Kahoot!*, o *Mentimeter*, o Google Sala de Aula, o *podcast* e a experimentação.

2.3.1 Kahoot!

A plataforma *Kahoot!*¹ define-se como educacional. Baseada em jogos, permite aos seus usuários criar, jogar e compartilhar *quizzes* interativos, os chamados *kahoots*, sobre diversos conteúdos em minutos, ou seja, possibilita um aprendizado envolvente e dinâmico. A empresa permite aos usuários criarem, jogar e compartilhar conteúdos diversos. O intuito da plataforma é ajudar a melhorar a educação. A ferramenta é popularmente utilizada por professores, que criam seus questionários ou fazem uso da biblioteca na plataforma, para dinamizar o envolvimento do aluno em sua disciplina.

2.3.2 Mentimeter

A plataforma *Mentimeter*² conta com recursos que permitem preparar, expor e analisar apresentações. A empresa oferece uma versão gratuita da plataforma. Pode ser acessado tanto através de um navegador web no computador ou no dispositivo móvel. Possibilita ao usuário o acesso no modo educação, para avaliação do conhecimento de alunos e iniciação de debate (MENTIMETER, 2023).

Além da apresentação de slides com texto e imagem, tem recursos como: nuvem de palavras (*Word Cloud*), enquetes ao vivo e instantâneas, *quizzes*, perguntas e respostas informativas (*Questions & Answer*). As apresentações podem ocorrer de forma remota, híbrida ou presencial dependendo do contexto que o apresentador achar mais propício.

¹Disponível em: <https://kahoot.com/> e tutorial sugerido: <https://www.youtube.com/watch?v=JNchq4-qbpk>

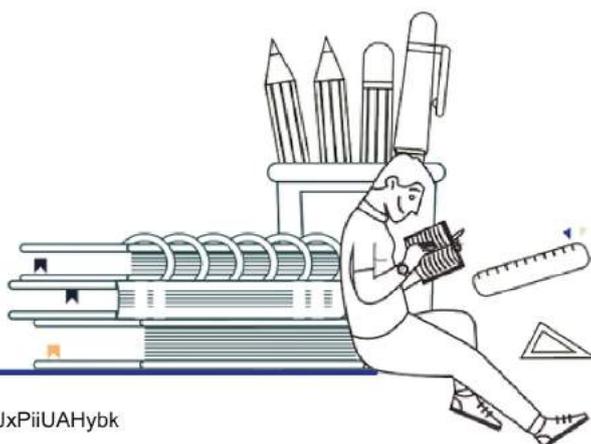
²Acesso em: <https://www.mentimeter.com/> e tutorial sugerido: <https://www.youtube.com/watch?v=92Ydkvys3nY>

2.3.3 Google Sala de Aula

A empresa Google LLC possui produto voltado à educação, o *Google for Education*. Integrada ao serviço citado anteriormente, há uma ferramenta, Google Sala de Aula³, também conhecido como *Google Classroom*, é uma ferramenta gratuita que pode ser acessada via *web* ou por aplicativo em dispositivos móveis (GOOGLE FOR EDUCATION, 2023). Seu uso facilita a interação entre professor e alunos, dentro e fora do ambiente escolar. A plataforma oferece recursos integrados para otimizar a experiência de ensino e aprendizagem em sua utilização. Entre eles: o Google Agenda, para organização de calendário; o *Google Drive*, um serviço de armazenamento em nuvem; o Google Documentos, para criação e edição de textos; Google Planilhas, para elaboração e formatação de planilhas em ambiente colaborativo; Google Apresentações, para a confecção de *slides* de apresentações; o *Google Meet*, uma ferramenta de videoconferência; e Google Formulários, uma ferramenta para criação de questionários online em que o criador tem acesso instantâneo às respostas.

2.3.4 Podcast

O *podcast*⁴ é um formato de arquivo MP3, comumente é a produção de episódios de áudio que podem ser compartilhados pela internet. Pode ser caracterizado para além de uma tecnologia de áudio, pois evidencia oralidades dentro de uma ampla gama de possibilidades, podendo veicular músicas e sons juntamente às falas. Inclusive pode ser utilizado com um viés pedagógico, já que possibilita oferecer novas formas de realizar atividades educacionais.



³ Tutorial sugerido:
<https://www.youtube.com/watch?v=JxPiiUAHybk>

⁴ Tutorial sugerido:
https://www.youtube.com/watch?v=JIR1gIW_vlg

2.3.5 Experimentação

A prática experimental no âmbito educacional, especialmente no ensino de ciências naturais, como a Física, auxilia no processo de ensino-aprendizagem por meio da validação da experimentação para explorar e entender a natureza. O uso dessas atividades justifica-se por facilitar a assimilação de conceitos físicos, além de encorajar, motivar, desenvolver o raciocínio lógico e a comunicação em grupo do educando (PEREIRA; MOREIRA, 2017) .



3 COLOCANDO A MÃO NA MASSA «

Este produto didático foi desenvolvido para os alunos do 1º ano do Ensino Médio, tais atividades iniciam com a identificação do conhecimento que os estudantes já possuem sobre o conceito físico de quantidade de movimento e sobre a produção de ciência. Para isso, há um conjunto de 5 aulas que abordam as duas temáticas. As primeiras 4 com 90 minutos e a última com 45 minutos, o resumo dos objetivos e das atividades consta no Quadro 1, na secção 1.



3.1 Aula 1

A aula número um é dividida em duas etapas, cada uma delas corresponde a um período de 45 minutos em sala de aula.

3.1.1 Aula 1 - Etapa I

Na primeira etapa, da Aula 1, foi apresentado aos alunos a proposta de aplicação desta sequência didática, ou seja, a familiarização dos educandos com as mudanças que ocorreram em sala de aula, ao se transmitir a organização e o conteúdo. Tanto a quantidade de movimento quanto a discussão sobre gênero na ciência foram evidenciadas como temática dessas aulas. O Quadro 1 apresenta, para melhor entendimento, o que foi abordado. Após a familiarização da aplicação, a aula foi dividida em dois momentos.

No primeiro momento, os alunos acessaram a plataforma interativa Mentimeter, para elaborar dois painéis de chuva de ideias, com o objetivo de caracterizar com três palavras o que entendiam como ciência, e qual o perfil de um cientista, com a finalidade de compreender a visão da turma sobre o que é ciência e as características de quem a produz. Além disso foi solicitado que desenhassem a figura “cientista”. A Figura 3.1 mostra como foi montado o *Mentimeter*.

Figura 3.1 - Levantamento de concepções acerca da produção científica.

	<p>Cite três características de cientista:</p>
<p>Desenhe, na folha que você recebeu, o solicitado abaixo: cientista</p>	<p>Cite três características de cientista:</p>

Fonte: a autora (2022).

No segundo momento da aula, os alunos acessam a plataforma *Kahoot* para realizar um pré-teste, conforme modelo de questões apresentadas no Quadro 3.1. As questões são de múltipla escolha e as respostas corretas estão em **negrito** e *itálico* simultaneamente. O pré-teste tem a intenção de analisar se os alunos já tiveram contato e se tem alguma noção do conceito físico a ser tratado.

Quadro 3.1 - Pré-teste investigativo.

	<p>Você já ouviu falar sobre quantidade de movimento?</p>	
	<p><i>Sim, sei o que é.</i></p>	<p><i>Não.</i></p>
	<p><i>Sim, mas não lembro.</i></p>	<p><i>Sim, mas não entendi.</i></p>
	<p>Para que um corpo tenha quantidade de movimento, ele deve estar</p>	
	<p><i>em repouso.</i></p>	<p><i>se movendo.</i></p>
	<p><i>imóvel.</i></p>	<p><i>morto.</i></p>

Fonte: a autora (2022).

continua na próxima página →

Quadro 3.1 - Pré-teste investigativo.

 Questão 3 Alternativas →	O que tem mais quantidade de movimento: um carro parado em um sinal vermelho ou uma bicicleta movendo-se?	
	Carro.	<i>Ambos são iguais.</i>
 Questão 4 Alternativas →	Qual dos seguintes tem a menor quantidade de momento?	
	Uma formiga em repouso.	Uma formiga andando pelo chão.
 Questão 5 Alternativas →	Um caminhão grande sempre terá mais quantidade de movimento do que um carro pequeno.	
	Verdadeiro.	Falso.
 Questão 6 Alternativas →	Objetos com velocidades iguais e massas diferentes não podem ter a mesma quantidade de movimento.	
	Verdadeiro.	<i>Falso.</i>
 Questão 7 Alternativas →	Um menino está de pé em um skate. O skate não está se movendo. Ele irá lançar uma bola, o que ocorrerá com o skate?	
	<i>O skate permanece imóvel.</i>	O skate irá se mover para trás mais devagar que a bola.
 Questão 8 Alternativas →	Qual a diferença entre um caminhão bater em uma parede ou em uma pilha de feno ?	
	O impulso do caminhão batendo na parede é maior.	<i>A mudança no momento do caminhão batendo na parede é maior.</i>
 Questão 9 Alternativas →	Defina "quantidade de movimento":	
	<i>resistência.</i>	massa em movimento.
	<i>algo que vai rápido por muito tempo</i>	<i>quantidade de massa de um objeto.</i>

Fonte: a autora (2022).

3.1.2 Aula 1 - Etapa II

Na segunda etapa, da Aula 1, pretendeu-se estabelecer o “fio condutor” das demais; pois foi a partir da primeira narrativa apresentada que as outras se sucederam. O propósito da narrativa foi o de trabalhar a invisibilidade de mulheres cientistas ao estabelecer uma conexão para introduzir, posteriormente, a problematização de como vemos as Leis de Newton nos livros didáticos da escola. Para isso, foi elaborada uma história narrativa pela docente e proposta sua continuação pelo aluno.

A história inicial, no Quadro 3.2, conta sobre as férias de uma adolescente na casa de sua avó. O ponto chave desta primeira narrativa se estrutura quando a menina encontra o livro *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, que lhe lembra a obra citada por sua professora na disciplina de Física, mas que “curiosamente” em sua contracapa tem o nome de uma mulher. Nesta aula, o objetivo foi de atentar à “descoberta” da tradução da obra de Newton para o francês, além de abordar a vida de Émilie Du Châtelet e o papel da mulher na ciência.

Quadro 3.2 - Narrativa 01.

No ano de 2022, Muriel passa alguns dias com sua avó, Mila, durante o recesso de inverno. Ela está no 1º ano do Ensino Médio e precisa escrever uma narrativa, uma história sobre algo que ocorreu em suas férias para a disciplina de Português. Embora seja criativa e versada em exatas, Muriel tem receio em se aventurar na escrita. Vamos ajuda-lá! Leia seu texto e siga as instruções.

Início das férias de inverno e lá fomos nós, eu e minha mãe, viajar por três horas e meia para casa de minha avó na região sul do estado. Minha avó é uma pessoa legal, sempre tem mil histórias pra contar, algumas verídicas, outras repetidas e algumas inventadas, acho que toda avó e avô é assim, pelo menos os que conheço são. Toda vez que chego na casa da minha avó, ela nos espera com bolo e café preto, detalhe: o café é sem açúcar, que cringe, minha mãe vai embora amanhã e eu vou ficar uns três dias e voltar de ônibus.

Eu e vovó gostamos de passar o tempo juntas. Você deve estar pensando: que chatice de férias, mas eu discordo de você, ela é a minha pessoa favorita. Embora alguns dias sejam monótonos, outros não são. Ela sempre inventa algo que possamos fazer juntas e é muito inteligente, mesmo tendo feito apenas “segundo grau” como diz ela. Hoje ela é aposentada, mas trabalhou como bibliotecária da Escola Técnica de Pelotas e sempre devorava os livros, paixão que ela manteve. Na sala, tem uma estante, que ocupa a parede inteira, cheia de livros muito bonita e com livros em outros idiomas, ela é assim: apegada ao antigo e conectada na tecnologia. Acredita que aqui tem fibra óptica e placa solar?

Na estante, tem alguns livros em outra língua que não reconheço. Vovó sempre pede que eu leia algo, pois eu não tenho esse hábito. Aproveitei a brecha e perguntei sobre os livros que eu não identificava as palavras.

carta continua na próxima página. →

Quadro 3.2 - Narrativa 01.

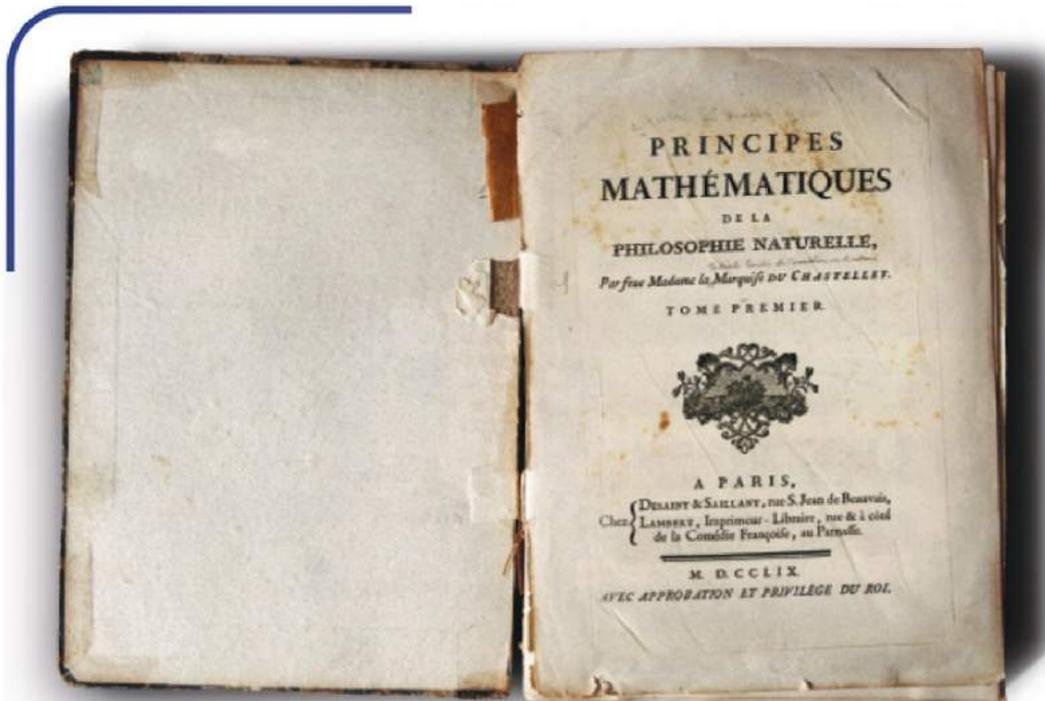
- Vó, esses livros na terceira prateleira, não parecem inglês e nem espanhol.
- Sim e não são, estão em Francês.
- Mas por que em Francês?
- Porque sim! São antiguidades! Você sabe que eu adoro guardar as coisas da família e acabei ficando com eles. Lembra, já te contei algumas vezes que nós somos descendentes de franceses que vieram para Pelotas, por volta de 1800?
- Então todos os livros são de antes de 1800?
- Não. Alguns vieram depois. Seu bisavô gostava de ter uma biblioteca cheia, alguns ganhou de presente de filhos de estancieiros que iam estudar fora. Se quiser podemos pesquisar os títulos? Pode ser que encontremos algo que lhe agrade....
- Achei que só soubesse espanhol, vovó!
- Mas eu só sei espanhol. Pra isso existe o Google Tradutor.
- Tá bem! Vamos começar por este, parece o mais antigo. É de capa dura e não tem nome na capa. Deixe-me ver..... o título é Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle. Esse nome não me parece estranho, acho que já ouvi em algum lugar.
- Muriel, segundo a tradução, o nome deste livro é Princípios Matemáticos da Filosofia Natural.
- Acho que a professora falou uma vez sobre esse livro em aula, mas o nome do cientista é Isaac Newton que não está na contracapa.

Fonte: a autora (2022).

Foi entregue dentro de um envelope uma cópia impressa da “Narrativa 01” e uma imagem (Figura 3.2), para cada aluno. Assim, os discentes fizeram, inicialmente, uma leitura individual, e em seguida, o mesmo texto foi lido para a turma, pela docente, com auxílio de dois voluntários para uma leitura dinâmica do texto; a professora se encarregou da leitura do narrador. Como a história está inacabada, coube aos alunos continuar o diálogo entre Muriel e sua avó, Tarefa 01-A (Quadro 3.3).



Figura 3.2 - Contracapa do livro investigado.



Fonte: Cynthia J. Huffman (2017).

Quadro 3.3 - Tarefa 01-A.

Ajude Muriel e sua avó a decifrar a contracapa do livro!

Com base na contracapa, reúna informações sobre o livro. Utilize o meio de tradução de sua preferência.

De acordo com o que foi encontrado, continue o diálogo entre Muriel e sua avó Mila, traga elementos da época em que o livro foi escrito, pesquise e faça uma breve apresentação sobre a autoria do texto, ou seja, tente determinar quem escreveu o livro, quem auxiliou no processo (se isso ocorreu) e especifique se o livro foi redigido originalmente em francês. Pesquise também sobre versões do livro em outros idiomas.

Não se esqueça de manter o diálogo entre as duas protagonistas.

Fonte: a autora (2022).

Os discentes tiveram o restante da aula para iniciar a tarefa e questionar a professora sobre a história referida, solicitando mais informações sobre as personagens. Esperou-se que os alunos problematizassem, em suas narrativas ou na própria aula, o fato do livro “Principia” não ser de autoria de Émilie du Châtelet. Cabe aqui ressaltar que, quando se faz uma pesquisa pelo nome da cientista, pode-se encontrar tanto Émilie du Chastellet ou Émilie du Châtelet, pois ambos se referem a mesma pessoa. O propósito da Narrativa 01 e da Tarefa 01-A foi de dar visibilidade à cientista Émilie du Châtelet por meio da investigação da contracapa.

3.2 Aula 2

A aula número dois é dividida em duas etapas, cada uma delas corresponde a um período de 45 minutos em sala de aula, assim como a primeira aula.

3.2.1 Aula 2 - Etapa I

Na primeira etapa da Aula 2, os alunos foram induzidos a discutir sobre a representatividade de gênero na produção científica, através do questionamento sobre a quantidade de mulheres presentes na conferência de Solvay de 1927 e a de 2011, como mostra a Figura 3.3.

Figura 3.3 - Conferência de Solvay de 1927 e 2011.



Fonte: Solvay Institute, 1927 e 2011.

Além das imagens, é apresentado um informativo produzido pela *Parent in science*.⁵ Nele é destacado a presença de 57% dos estudantes de ensino superior serem mulheres em 2020 no Brasil; os dados do efeito tesoura em nosso país, em que mulheres têm 55% das bolsas de iniciação científica e essa porcentagem se reduz a 36% das bolsas de produção científica, ou seja, a medida que se tem um avanço na carreira científica, as mulheres começam a desaparecer; a representação das profissionais mulheres na área da Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação é de 13,6%, enquanto em cursos da área de

⁵Disponível em: https://www.parentinscience.com/_files/ugd/0b341b_6ac0cc4d05734b56b460c9770cc071fc.pdf

Educação é de 75,6%; sobre a sub-representação de mulheres negras e indígenas com ensino superior completo com idade maior que 25 anos, cabe ressaltar que 54% da população brasileira se autodeclara preta ou parda, em que temos 17,7% de mulheres brancas, 6,7% das mulheres pretas ou pardas e 0,68% dos estudantes matriculados são indígenas; um em cada 10 estudantes de graduação de ensino superior federal (entre homens e mulheres) possui filhos. Esses dados estatísticos corroboram com as discussões sobre produção científica (PARENT IN SCIENCE, 2021).

Para finalizar a aula, os alunos organizaram-se para realizar a Tarefa 01-B, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.4, ou seja, a produção de um podcast em forma de diálogo, em que discorreram sobre o papel da mulher na ciência. Sua produção foi iniciada em aula, com o tempo disponível, sendo importante ressaltar que a professora indicou aos alunos a elaboração de um pequeno roteiro para o podcast, antes da gravação deste, para lhes fosse otimizado o tempo de execução da tarefa.

Quadro 3.4 - Tarefa 01-B.

Agora, depois de ter feito a sua pesquisa e descoberto o mistério que ronda a autoria do livro, responda a seguinte pergunta:

Qual o papel da mulher na ciência?

A entrega deve ser feita através de áudio, no formato de um *podcast*. O material deve ter no mínimo 3 minutos. Monte uma equipe, com três integrantes, e gravem da forma que mais lhes agrada.

Fonte: a autora (2022).

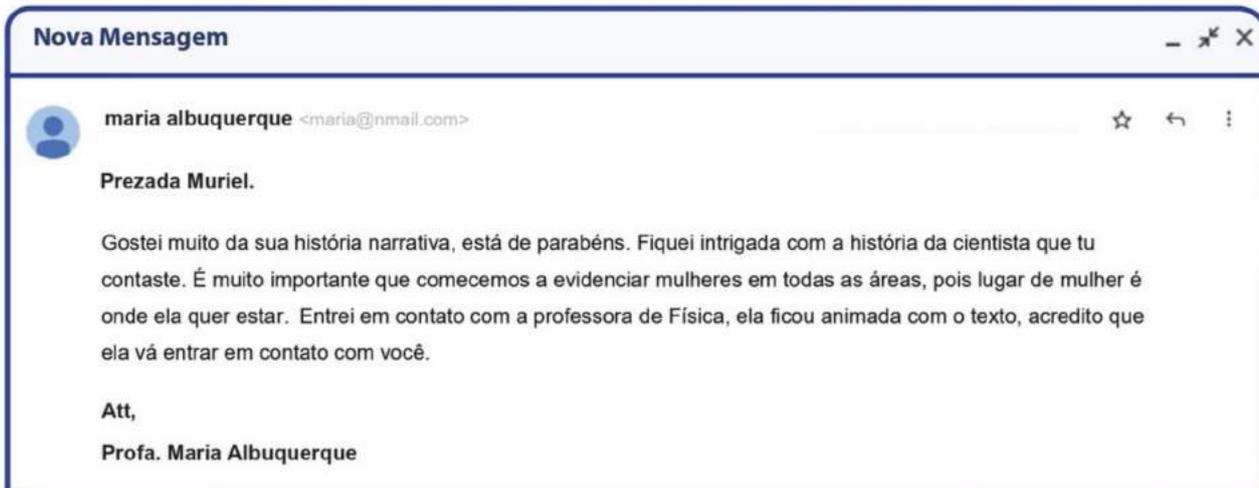
3.2.2 Aula 2 - Etapa II

Na segunda etapa da Aula 2, foi realizada a leitura da narrativa 02 (Quadro 3.5), em que a professora leu a parte do narrador e dois alunos voluntários fizeram as leituras dos e-mails. O propósito desta narrativa foi de manter o vínculo com a primeira parte e dar prosseguimento à sequência didática. No texto, foi reforçado positivamente a importância de se abordar questões de gênero em diversas áreas, por duas professoras de disciplinas distintas; também foi exposta a existência de uma produção documental que exhibe brevemente a vida e contribuições de Émilie du Châtelet, com uma alusão à próxima tarefa, realizada pelos alunos.

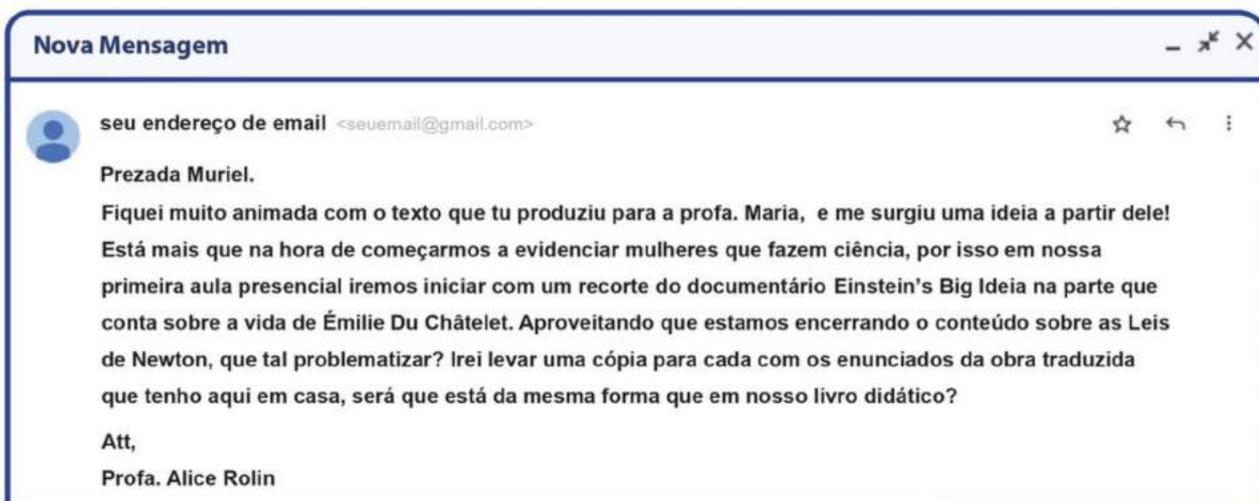


Quadro 3.5 - Narrativa 02

Já se passou uma semana desde que Muriel voltou da casa de sua avó, Mila. As férias de inverno passaram voando e ela acaba de receber um e-mail, em sua conta escolar, referente à redação de Português.



No mesmo dia Muriel recebe um e-mail da professora de Física:



Fonte: a autora (2022).

Após a leitura, foi exibido o vídeo biográfico sobre Émilie du Châtelet, retirado do documentário romanceado *Einstein's Big Idea* (2005), como indicado na narrativa. Os alunos receberam uma cópia da parte referente a Axiomas e Leis do Movimento da 2 edição do livro *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural-Livro I* conforme pode ser visualizado no Quadro 3.6. Na obra, as leis são descritas de maneira distintas do livro didático utilizado na escola.

Quadro 3.6 - Leis de Newton retiradas do livro *Principia*.

AXIOMAS OU LEIS DO MOVIMENTO

LEI I

Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.

LEI II

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.

LEI III

A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas.

Fonte: adaptado de Newton, 2008, p. 53 - 54.

Os discentes são orientados a comparar o que lhes foi entregue com o que está escrito no livro didático utilizado nas suas aulas “Física aula por aula: mecânica” de Benigno Barreto Filho e Cláudio Xavier da Silva. O intuito é que os alunos apontem a diferença entre a 2ª lei de Newton e como ela é apresentada no livro didático, espera-se que questionem a relação entre a mudança de movimento e a aceleração.

3.3 Aula 3

Inicialmente, foi exibido o curta *A Tale Of Momentum & Inertia* em que o protagonista, um gigante de pedra, tenta salvar um vilarejo de uma rocha gigante que ele deixou cair de uma colina. Os discentes tiveram de descrever oralmente o que ocorreu na animação e sua ligação com o conceito físico inércia.

Após essa etapa, foi realizada a apresentação de slides (Figura 3.4). Os estudantes foram indagados sobre as leis de Newton, sobre o conceito de mudança de movimento e como quantificá-lo. Além disso, foi apresentado o conceito e as equações sobre quantidade de movimento, impulso, conservação da quantidade de movimento e colisões.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

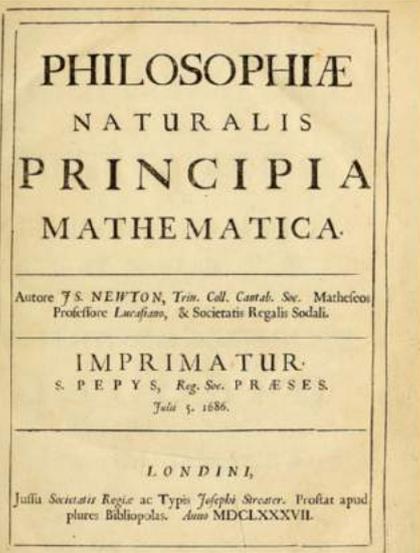
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

QUANTIDADE DE MOVIMENTO



1



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore JS. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Mathematicæ
Professore Lucasiano, & Societatis Regiæ Socius.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

Quais são as 3 leis de Newton?

Do que se trata o Princípio da Inércia?

Do que se trata o Princípio Fundamental da Dinâmica?

Do que se trata o Princípio da Ação e Reação?

2

2º lei

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.



3

O que é a mudança
de movimento?

4

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \vec{a} = \Delta\vec{v}/\Delta t$$

↓

$$\vec{F} = m(\Delta\vec{v}/\Delta t)$$

↓

$$\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$$

5

Como quantificar o
movimento?

6

Quantidade de movimento
significa que um
corpo/objeto
está em movimento.

7

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

A grandeza
quantidade de
movimento, assim
como a velocidade
são grandezas
vetoriais.

[p] quantidade de movimento (kg.m/s)

[m] massa (kg)

[v] velocidade (m/s)

8

15 kg $\vec{p} = m\vec{v}$

0 m/s
no momentum

10 m/s
more momentum

20 m/s
most momentum

9

IMPULSO



As grandezas impulso, força e variação da velocidade são grandezas vetoriais.

$$\vec{\text{Impulso}} = \vec{F} \Delta t$$



$$\vec{\text{Impulso}} = \Delta(m\vec{v})$$

10

$$\vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{v})$$

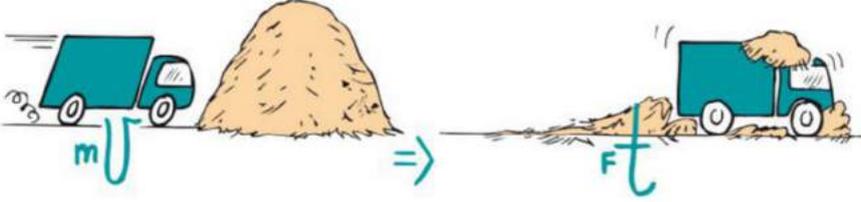
Δ = final - inicial

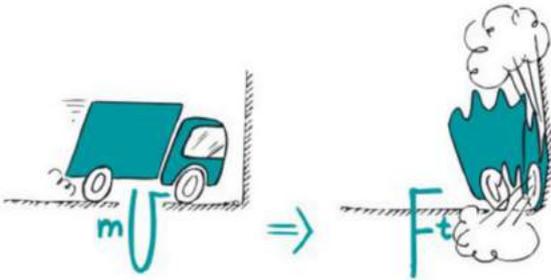
[F] força (N)
[t] tempo (s)
[m] massa (kg)
[v] velocidade (m/s)

$$\vec{F} \Delta t = m \Delta \vec{v}$$

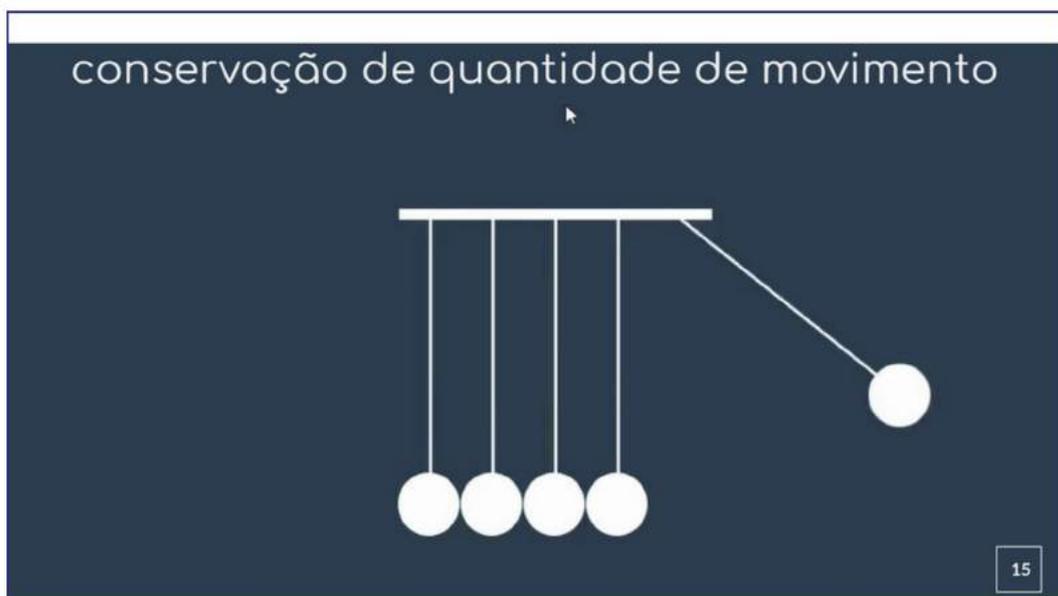
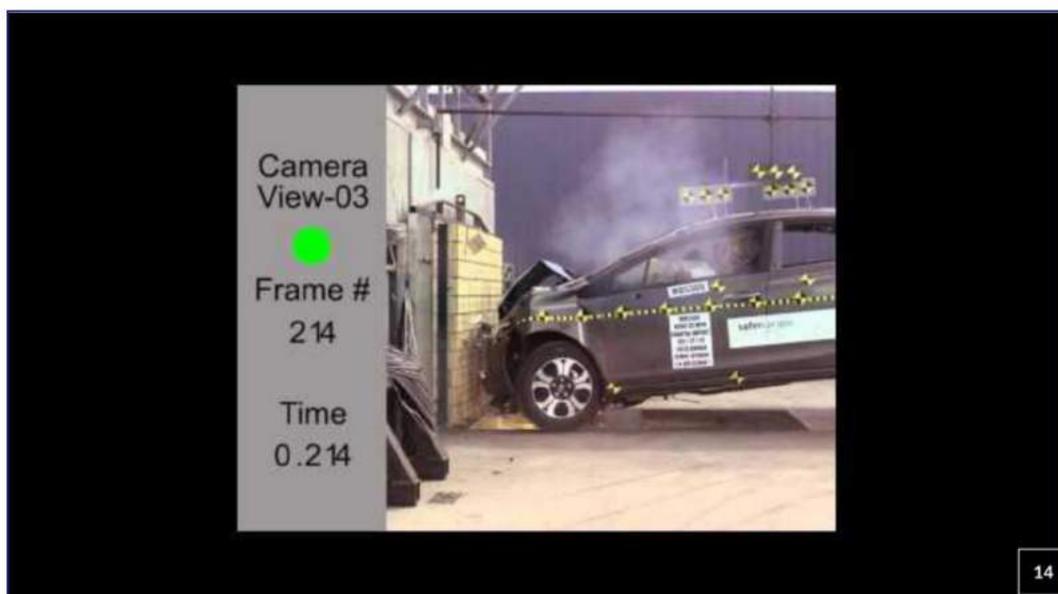
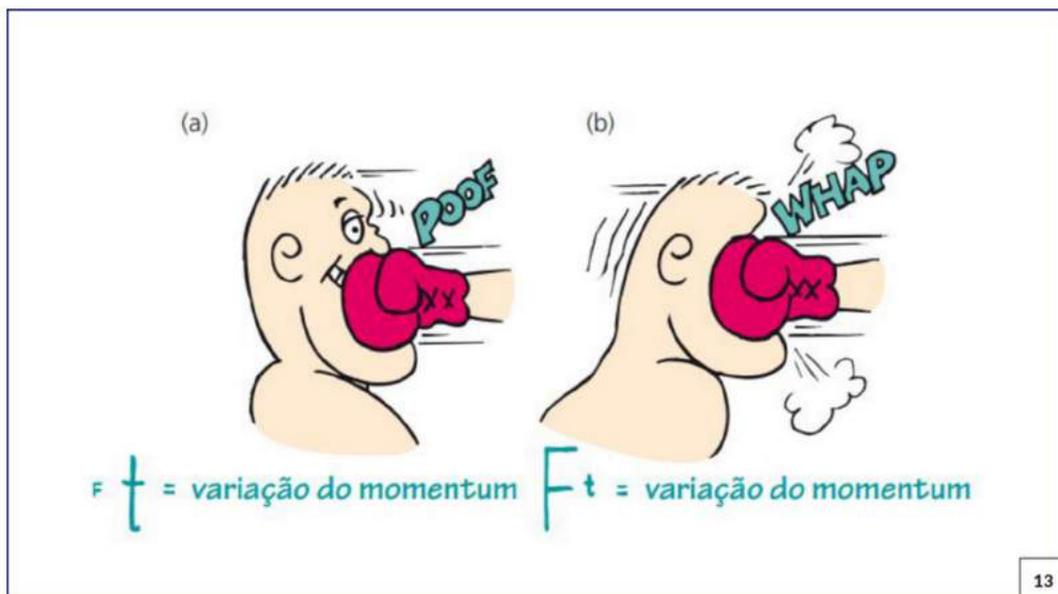
As grandezas força e variação da velocidade são grandezas vetoriais.

11



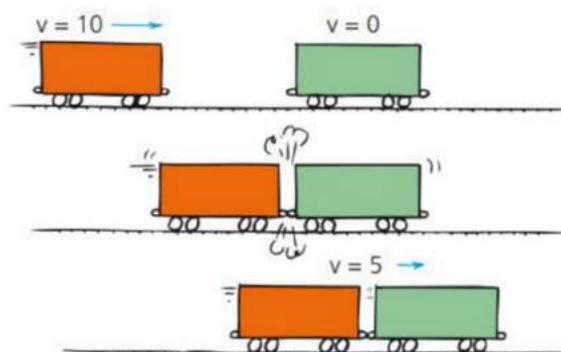


12



Colisões

$$\vec{p}_{\text{total antes da colisão}} = \vec{p}_{\text{total depois da colisão}}$$



16

Colisões

$$\vec{p}_{\text{total antes da colisão}} = \vec{p}_{\text{total depois da colisão}}$$

m

m

17

3.4 Aula 4

Na penúltima aula, os alunos realizaram uma experiência investigativa com esferas maciças de aço e uma rampa sobre quantidade de movimento. Nesta atividade foi importante instigar os alunos nos processos de previsão, observação e discussão sobre a experiência realizada.

Os alunos se reuniram em grupos de 3 integrantes, sendo que os materiais para realização do experimento foram solicitados na aula anterior: 2 réguas de 60 cm, um tubo pvc de diâmetro 20 mm, fita adesiva e cronômetro. As esferas de aço foram disponibilizadas pela professora (5 esferas por grupo com 4 massas diferentes). Para a problematização inicial da experiência, foi entregue um roteiro

de atividade (Quadro 3.7) para cada grupo, sendo realizada uma leitura dinâmica para retirar eventuais dúvidas.

Quadro 3.7 - Roteiro experimental

ROTEIRO EXPERIMENTAL - QUANTIDADE DE MOVIMENTO

1. Objetivo

Introduzir a experimentação aos alunos, manusear instrumentos de medição (régua, balança e cronômetro). Identificar as grandezas físicas que influenciam na quantidade de movimento de um objeto. Analisar a conservação da quantidade de movimento em colisões.

2. Materiais utilizados

Duas régua de 60 cm, fita adesiva dupla face, cinco esferas maciças de aço, 20 cm de cano pvc de \varnothing 20 mm, balança digital, livros para usar de apoio e cronômetro.

3. Experimento

Para realizar o experimento é necessário montar um trilho com as régua e posicionar o tubo de pvc, como na figura abaixo.



Fixem as régua na mesa com auxílio de uma fita dupla face, mantenha as régua paralelas e 2 cm de distância entre si. Após, posicionem o tubo de pvc na ponta da régua, onde a graduação do instrumento marca 0 ou 60 cm, para elevar o cano use de um a dois livros como apoio. Terminada a montagem seu grupo irá receber 5 esferas de aço.

Passo 1: desvendando a balança

Escolham um integrante para fazer as medições das massas das esferas, na balança. Após obter os valores organizem as esferas em ordem decrescente, insira os dados na tabela.

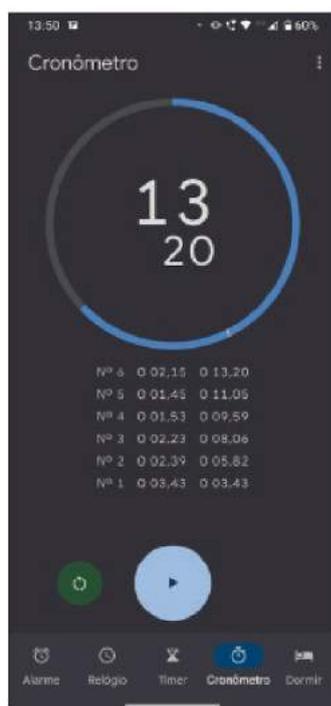


Responsável pela medição na balança: _____

Esfera	m (kg)
A	
B	
C	
D	
E	

Respondam:

Algumas dessas esferas possuem a mesma massa?



Passo 2: o tempo passa

Agora vocês irão utilizar a montagem do trilho para realizar o experimento. O procedimento será descrito para a esfera A, mas o grupo deverá fazer os mesmos procedimentos com a esfera B e C também. Cada integrante terá uma função neste passo: soltar a esfera pelo tubo, cronometrar o tempo de deslocamento da bola A e realizar o registro na tabela. Serão realizadas 6 medições para cada esfera (A,B e C).

Responsável por soltar a esfera: _____

Responsável pelo tempo: _____

Responsável pelo registro: _____

Posicione a esfera E na marcação final da régua e a A na metade do comprimento do trilho. A esfera D deve ser solta pelo tubo, certifique-se que o responsável pelo cronômetro está atento, assim que as esferas colidirem ele deve acionar o cronômetro e quando a A encontrar a esfera que está na da ponta do trilho deve cessar a contagem, não esqueçam de registrar os dados. Ao terminarem calcule o tempo médio de cada esfera.

esfera	Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	Δt_3 (s)	Δt_4 (s)	Δt_5 (s)	Δt_6 (s)	$\bar{\Delta t}$ (s)
A							
B							
C							

Passo 3: quantidade de movimento

O grupo deve preencher a tabela abaixo de acordo com as informações dos passos anteriores e por meio desses obter a velocidade máxima e a quantidade de movimento de cada esfera.

esfera	m (kg)	Δs (m)	$\bar{\Delta t}$ (s)	$v_{\text{máx}}$ (m/s)	p (kg.m/s)
A					
B					
C					

Respondam:

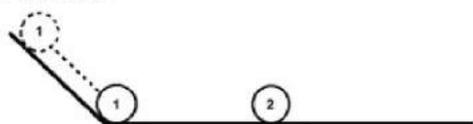
a) Qual foi a esfera mais veloz?

b) Qual foi a esfera com uma maior quantidade de movimento?

c) Quais são as grandezas físicas que influenciam na quantidade de movimento de um corpo?

Passo 4: conservação de quantidade de movimento

quantidade de movimento inicial $\rightarrow p_{1i} + p_{2i}$



quantidade de movimento final $\rightarrow p_{1f} + p_{2f}$



A quantidade de movimento de um sistema se conserva, logo, a quantidade de movimento inicial é igual a quantidade de movimento final. O esquema ao lado ilustra a condição inicial e final das esferas, ou seja, antes de colidir e depois de colidir.

$$p_{inicial} = p_{final}$$

Análise as equações e retire as grandezas anuladas, deduza a equação final para esta nossa situação e a relação entre grandezas físicas.

Fonte: a autora (2022).

3.5 Aula 5

A última aula da sequência didática teve por intuito a conclusão da proposta, ou seja, foi um momento de analisar os pontos positivos e negativos de como se seguiram as aulas, conjuntamente com os alunos. Além do diálogo, foi realizado novamente o pré-teste da primeira aula, com a finalidade de mensurar se os alunos compreenderam melhor o conceito de quantidade de movimento. Por fim, foi proposto aos discentes o preenchimento de um formulário no Google (Figura 3.5), o que auxiliou no encerramento da proposta didática.



Figura 3.5 - Formulário de levantamento de dados sobre a sequência didática aplicada.

Nome completo: *

Texto de resposta curta

Qual sua idade (responder com o número)? *

Texto de resposta curta

Com qual gênero você se identifica? *

homem

mulher

não binário

Seus pais/responsáveis tem alguma formação além ensino médio? Se sim, qual? *

Texto de resposta longa

Você pretende ter alguma formação além ensino médio? Se sim, qual? *

Texto de resposta longa

Qual seu maior sonho? *

Texto de resposta longa

O que você achou de aprender sobre quantidade de movimento? *

Texto de resposta longa

...

O que você achou sobre as discussões levantadas acerca da representatividade de gênero na ciência? *

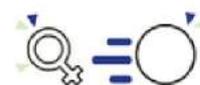
Texto de resposta longa

O que você achou da aula experimental? *

Texto de resposta longa

Fonte: a autora (2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS «



Estimado(a) colega,

Gostaríamos de compartilhar algumas observações e sugestões baseadas no desenvolvimento e aplicações deste produto didático, de ensino em Física, que apresentou resultados positivos. Acreditamos que esses insights podem ser úteis para melhorar sua prática em sala de aula.

O produto didático conseguiu aliar a discussão sobre visibilidade de gênero ao conceito físico de quantidade de movimento. Essa abordagem incentiva discussões pertinentes à realidade dos estudantes e promove a desconstrução de estereótipos de gênero na ciência. Portanto, uma dica valiosa é incluir tópicos sociais relevantes no conteúdo da sua disciplina sempre que possível.

Outro ponto positivo foi a escolha de ferramentas e recursos para a prática pedagógica. A utilização de recursos digitais e a experimentação enriqueceram as aulas, tornando-as mais interativas e envolventes. Os recursos digitais, tais como Google Sala de Aula, Formulário, Kahoot!, Mentimeter, além de atividades de produção, como criação de narrativas e podcasts, podem ser opções interessantes para envolver os alunos em todas as etapas do processo de aprendizagem.

Ainda que o perfil da turma possa variar, a abordagem centrada no estudante parece ser uma estratégia eficaz, possibilitando que os alunos assumam a responsabilidade pela própria aprendizagem. Assim, mesmo na ausência de ferramentas online, outras atividades, como a elaboração de cartazes, apresentações e debates podem ser igualmente efetivas.

Por fim, a apresentação visual do material didático teve um papel importante na motivação dos estudantes. Materiais visualmente atraentes encorajam a participação dos alunos nas atividades, logo, essa pode ser uma ótima dica para aprimorar seu ensino.

Em resumo, a combinação de discussões sociais, a escolha de ferramentas e recursos apropriados, e a valorização de uma apresentação visual atrativa, pode melhorar significativamente a experiência de aprendizado dos alunos, tornando-a mais inclusiva e engajadora. Esperamos que essas dicas possam ser úteis em sua prática pedagógica!

REFERÊNCIAS «

A TALE Of Momentum & Inertia. Direção de Kameron Gates. [s.l.], 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Lg2dqFCU67Q> Acesso em: 12 de mar. de 2023.

CARLI, Linda L. et al. Stereotypes About Gender and Science: Women ≠ Scientists. **Psychology of Women Quarterly**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 244–260, 2016.

ELSEVIER. **Gender in the Global Research Landscape, Analysis of research performance through a gender lens across 20 years, 12 geographies, and 27 subject areas.** Agosto de 2017. Disponível em: https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0008/265661/ElsevierGenderReport_fina_l_for-web.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

GOOGLE FOR EDUCATION. Google Classroom [s.d.]. Disponível em: <https://edu.google.com/workspace-for-education/classroom/>. Acesso em: 15 de abr. de 2023.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física.** Vol. I. Rio de Janeiro: Grupo Gen - LTC, 2016.

HUFFMAN, Cynthia J. **Mathematical Treasure: Émilie du Châtelet's Principes Mathématiques.** [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematical-treasure-milie-du-ch-telet-s-principes-math-matiques>. Acesso em: 20 set. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas de Gênero: Indicadores sociais das mulheres no Brasil.** Estudos e Pesquisas - Informação - Demográfica e Socioeconômica, n.38, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101551_informativo.pdf Acesso em: 14 set. 2021.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Mulheres são maioria entre bolsistas de mestrado e doutorado no Brasil.** 2020. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article/225-noticias/sistemas-1375504326/86161-mulheres-sao-maioria-entre-bolsistas-de-mestrado-e-doutorado-no-brasil?Itemid=164> Acesso em: 19 set. 2021.

MENTIMETER. Sobre nós, [s.d.]. Página Sobre Nós. Disponível em: <https://www.mentimeter.com/> Acesso em: 15 de abr. de 2023.

PARENT IN SCIENCE. **Mulheres e maternidade no ensino superior no Brasil.** [s. l.], 2021. Produção de Beatriz Cristine Müller. Disponível em: https://www.parentinscience.com/_files/ugd/0b341b_6ac0cc4d05734b56b460c9770cc071fc.pdf Acesso em: 15 de abr. 2023.

PEREIRA, Marcus Vinicius; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. **Atividades prático-experimentais no ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 265–277, 2017.

Solvay Institutes. Disponível em:
<http://www.solvayinstitutes.be/html/photo_gallery_solvayconf_physics.html>.
Acesso em: 23 jun. 2022.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros. mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica vol. 1 vol. 1.** [S. l.: s. n.], 2011. E-book. Disponível em: <http://site.ebrary.com/id/11004602> Acesso em: 30 set. 2021.