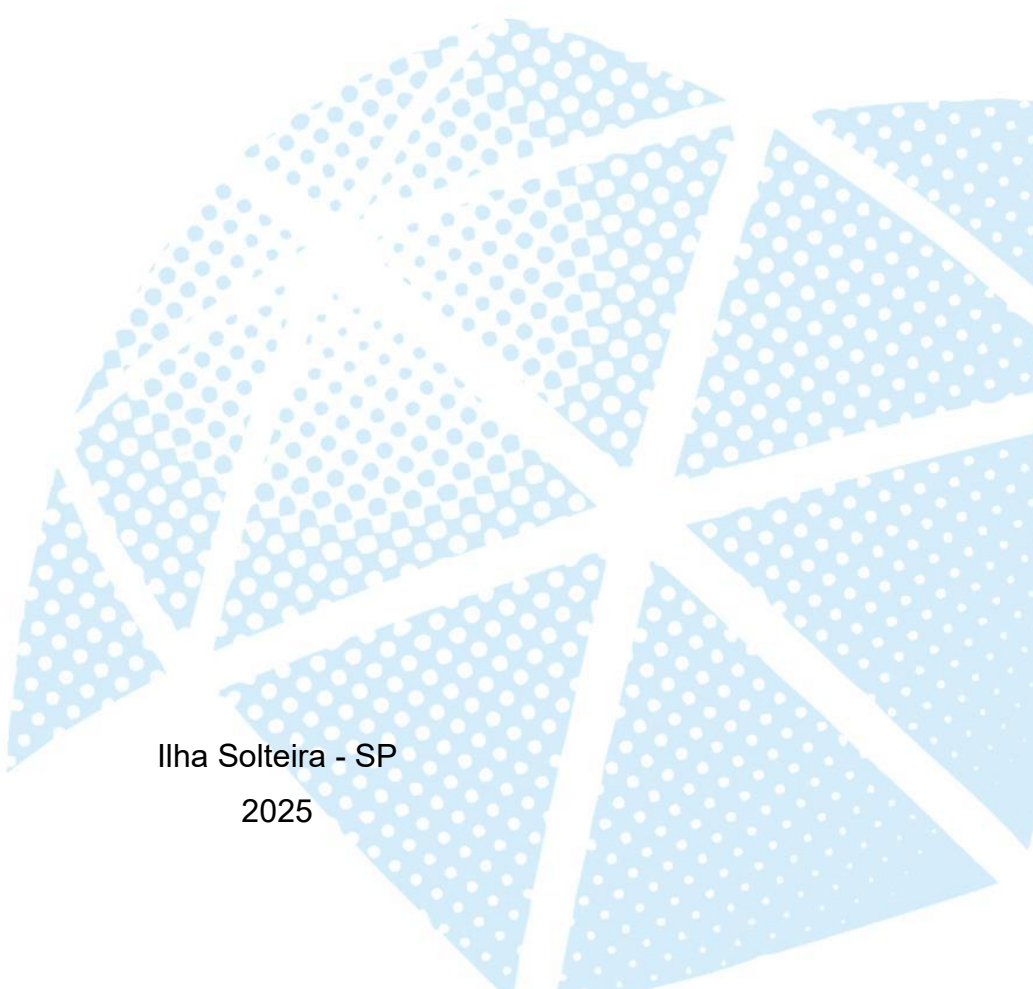


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

GABRIEL RODRIGUES KUPKOWSKI

**O POTENCIAL DA ABORDAGEM MULTISSENSORIAL COMO RECURSO
DIDÁTICO PARA O AUMENTO DA MOTIVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA DO
ENSINO MÉDIO**

Ilha Solteira - SP
2025



GABRIEL RODRIGUES KUPKOWSKI

**O POTENCIAL DA ABORDAGEM MULTISSENSORIAL COMO RECURSO
DIDÁTICO PARA O AUMENTO DA MOTIVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA DO
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de
Engenharia, Ilha Solteira, para obtenção
do título de Grau acadêmico de Licenciado
em Física

Orientador(a):
Prof. Dr. Éder Pires de Camargo

Ilha Solteira - SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

K96p Kupkowski, Gabriel Rodrigues.
O potencial da abordagem multissensorial como recurso didático para o aumento da motivação no ensino de física do ensino médio / Gabriel Rodrigues Kupkowski. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
104 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2025

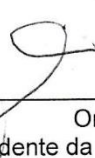
Orientador: Éder Pires de Camargo
Inclui bibliografia

1. Ensino de física. 2. Didática multissensorial. 3. Astronomia. 4. Maquetes táteis-visuais.

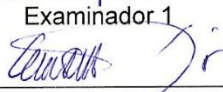
Elaborada por Raiane da Silva Santos - CRB-8/9999

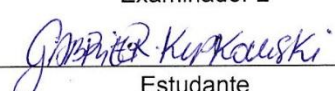
ATA DE DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 04 dias do mês de dezembro de 2025, às 16 horas, em sessão pública no Anfiteatro da biblioteca da Faculdade de Engenharia, Unesp, Ilha Solteira, o estudante Gabriel Rodrigues Kupkowski, RA 171053621 do curso de Licenciatura em Física, da Faculdade de Engenharia, da Unesp, Câmpus de Ilha Solteira, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Orientador Prof. Dr. Éder Pires de Camargo (UNESP/FEIS/DFQ) e composta pelos examinadores 1.Profa. Dra. Carolina Buso Dornfeld (UNESP/FEIS/DBZ) e 2.Prof. Dr. Enésio Marinho da Silva Júnior (UNESP/FEIS/DFQ), o estudante apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "O POTENCIAL DA ABORDAGEM MULTISSENSÓRIA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O AUMENTO DA MOTIVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO" como requisito curricular indispensável para integralização do Curso de Licenciatura em Física. Tendo em vista os critérios de avaliação que se encontram na Ficha de avaliação individual da Banca Avaliadora do TCC e após reunião, em sessão reservada, a Banca Examinadora deliberou pelo conceito final APROVADO do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao estudante e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente Ata, que será assinada por mim e pelos demais examinadores.


Orientador
Presidente da Banca Examinadora


Examinador 1


Examinador 2


Estudante

Ilha Solteira, 04 de dezembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a todos contribuíram diretamente para a realização deste trabalho e, também, durante a minha graduação nesses longos anos de curso.

Agradeço aos meus amigos, Guilherme Bombardi e Raynara Prudente, que conheci durante o curso e levo para a vida, por todos os bons momentos compartilhados e, acima de tudo, por sempre me motivarem.

Agradeço ao meu primo, Thiago Daloco, pelo companheirismo dentro e fora da universidade, pelas conversas e as boas risadas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Éder Pires de Camargo, pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos de graduação Amauri Júnior, Daniel Sikorski, Davi Matos, Flávio Luzardi, Gabriel Meira, Victor Pacheco pelas boas conversas e momentos de divertimento durante as jogatinas de sinuca e, inclusive, Matheus Paniago pelas longas conversas filosóficas sobre a vida.

Agradeço aos meus amigos de infância e vida, Arthur Pimental, Geovane Maluta, Joni Becari, Leandro Mesa, Samuel Victor e Thales Dardiz, por vossas amizades e os bons momentos.

Agradeço à minha amiga Bárbara Kuratani pelo apoio na etapa final deste trabalho.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio concedido para a realização deste trabalho. Um agradecimento especial ao PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), que me proporcionou a oportunidade de vivenciar a prática docente e aplicar os conhecimentos teóricos, contribuindo imensuravelmente para minha formação profissional e pessoal.

*“Cada ser em si carrega o dom de ser capaz”
Ando devagar – Almir Sater*

RESUMO

O ensino de Física é marcado pela memorização de fórmulas e pela predominância visual o que contribui para baixa a motivação, baixa participação e percepção negativa dos alunos. Diante desse cenário, lança-se mão da seguinte questão de pesquisa: o uso de dispositivos multissensoriais fundamentados pela didática multissensorial é capaz de fomentar o engajamento dos estudantes nas aulas de Física? Para tanto, o presente trabalho fundamentou-se teoricamente na didática multissensorial (ou multissensorialidade) proposta por Soler e ampliada por Camargo. A multissensorialidade consiste em utilizar mais de um canal sensorial de entrada de informações (tato, audição, cinestesia e outros) durante a aprendizagem. Dessa maneira, o aprendizado torna-se mais completo e significativo. A partir de referencial, foram planejadas três aulas sobre tópicos de astronomia, todas utilizando dispositivos multissensoriais, para estudante do primeiro ano do ensino médio. O método de pesquisa adotado foi qualitativo, empregando observação participante como instrumento de constituição de dados. A sequência didática foi realizada com estudantes do 1º ano do ensino médio, no contexto das atividades do PIBID. As aulas foram relatadas detalhadamente e, posteriormente, analisadas por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados indicaram que a abordagem multissensorial ampliou a interação e interesse dos estudantes com o conteúdo e os estimulou. Além disso, foi reforçado a potencialidade da didática multissensorial como estratégia inclusiva, motivadora e alinhada aos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem.

Palavras-chaves: Ensino de Física; Didática multissensorial; Astronomia; Maquetes táteis-visuais;

ABSTRACT

Physics teaching is marked by the memorization of formulas and visual predominance, which contributes to low motivation, low participation, and negative perceptions among students. Given this scenario, the following research question arises: can the use of multisensory devices based on multisensory teaching foster student engagement in physics classes? To this end, this study was theoretically based on multisensory teaching (or multisensory learning) proposed by Soler and expanded by Camargo. Multisensory learning basically consists of using more than one sensory channel for information input (touch, hearing, kinesthesia, and others) during learning. In this way, learning becomes more complete and meaningful. Based on this reference, three classes on astronomy topics were planned, all using multisensory devices, for first-year high school students. The research method adopted was qualitative, employing participant observation as a data collection tool. The mini-course was conducted with first-year high school students, in the context of PIBID activities. The classes were reported in detail and subsequently analyzed using content analysis. The results indicated that the multisensory approach increased student interaction and interest in the content and encouraged them to ask questions. In addition, the potential of multisensory teaching as an inclusive, motivating strategy aligned with the cognitive processes involved in learning was reinforced.

Keywords: Physics teaching; Multisensory teaching; Astronomy; Tactile-visual models.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplo das unidades de análise (ou unitarização) criadas no neste trabalho.	42
Quadro 2 – Categorias criadas a partir a partir das unidades de análise deste trabalho.	43
Quadro 3 – Unidades de análise pertencentes à categoria 1 (C1).....	43
Quadro 4 – Unidades de análise pertencentes à categoria 2 (C2).....	45
Quadro 5 – Unidades de análise pertencentes à categoria 3 (C3).....	46
Quadro 6 – Unidades de análise pertencentes à categoria 4 (C4).....	47
Quadro 7: Unidades de análise identificadas e codificadas neste trabalho.....	73
Quadro 8: Unidades de contexto das unidades de análise.	77
Quadro 9: Categorias criadas neste trabalho.	98

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERÊNCIAL TÓRICO	18
2.1 MULTISSENSORIALIDADE	18
2.2 MULTISSENSORIALIDADE: OBSERVAÇÃO, LÓGICA E EXPERIMENTAÇÃO	19
2.3 A OBSERVAÇÃO MULTISSENSORIAL	20
2.4 A LÓGICA MULTISSENSORIAL	20
2.4.1 A EXPERIMENTAÇÃO MULTISSENSORIAL	20
2.5 SENTIDOS ANALÍTICOS E SINTÉTICOS	21
2.6 ESTRUTURAS COGNITIVAS	21
2.7 A SUPERAÇÃO DO MODELO QUARENTA MAIS UM.....	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA	24
3.2 CONSTITUIÇÃO DE DADOS.....	27
3.3 ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	27
3.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	28
3.4.1 Desenvolvimento das sequencias didáticas.....	28
3.4.2 Sequencias didáticas desenvolvidas	Erro! Indicador não definido.
3.4.2.1 Sequência didática 1	100
3.4.2.2 Sequência didática 2	103
3.4.2.3 Sequência didática 3	105
3.5 RESUMO DAS AULAS DO MINICURSO	ERRO! INDICADOR NÃO
DEFINIDO.	
3.5.1 Primeiro encontro.....	33
3.5.2 Segundo encontro.....	34
3.5.3 Terceiro encontro	35
4 REFERENCIAL ANALÍTICO	37
4.1 PREPARAÇÃO DAS INFORMAÇÕES.....	37
4.2 UNITARIZAÇÃO OU TRANSFORMAÇÃO DO CONTEÚDO EM UNIDADES	38
4.3 CATEGORIZAÇÃO OU TRANSFORMAÇÃO DAS UNIDADES EM CATEGORIAS.....	39

4.4	DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO	39
5	ANÁLISE DOS DADOS	40
5.1	PREPARAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONSTITUÍDAS	40
5.2	UNIDADES DE ANÁLISE	41
5.3	CATEGORIZAÇÃO	42
5.4	DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	43
5.4.1	Categoria 1: a abordagem multissensorial como método para o engajamento e participação	43
5.4.2	Categoria 2: a maquete multissensorial influencia na construção do conhecimento	44
5.4.3	Categoria 3: engajamento e participação.....	45
5.4.4	Categoria 4: Questionamentos espontâneos e curiosidade.....	46
6	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICE A – RELATOS DAS AULAS MINISTRADAS NO MINICURSO SOBRE TÓPICOS DE ASTRONOMIA.....	53
	APÊNDICE B – CODIFICAÇÃO DOS RELATOS DAS AULAS	63
	APÊNDICE C – QUADRO DAS UNIDADES DE ANÁLISE.....	73
	APÊNDICE D – QUADRO DAS UNIDADES DE CONTEXTO	77
	APÊNDICE E – QUADRO DAS CATEGORIZAÇÕES	98

APRESENTAÇÃO

Desde pequeno, eu sempre fui daquele tipo de criança que queria entender tudo. Era o famoso “por quê?” e “como?” o tempo todo. Essa vontade de descobrir como as coisas funcionavam me fazia desmontar brinquedos só para ver o que tinha dentro e tentar entender como cada pecinha trabalhava junto. Às vezes eu conseguia montar de volta como era, outras vezes eu combinava peças de diferentes brinquedos para tentar possíveis combinações. E, claro, eu não perdia um episódio de *O Mundo de Beakman*. Aquele programa era o momento favorito do meu dia, porque eu sabia que ia aprender algo novo — como quando descobri, ainda criança, por que a luz acendia tão rápido. Minha curiosidade era tão grande que, certa vez, enfiei uma pinça na tomada. Só me lembro da tomada preta e dos adultos desesperados à minha volta. Por isso, na infância, eu imaginava me tornar um cientista.

Essa curiosidade me acompanhava na escola. Minha disciplina favorita no fundamental era Ciências, porque parecia sempre ter respostas para o tipo de coisa que eu me questionava. Mesmo assim, eu nunca fui o aluno das melhores notas — meu desempenho era mediano, o que fazia meus professores repetirem que eu tinha potencial, mas era “preguiçoso”. Estudei boa parte da minha jornada escolar em escola pública com ensino bem tradicional. Depois fui para uma escola particular onde havia uma cobrança bem maior, mas o ensino continuava tradicional (afinal a diretora da escola se preocupava muito mais expor a quantidade de alunos aprovados em vestibulares). A mudança foi grande, o ambiente era outro, mas minha vontade de perguntar continuava a mesma.

Foi nessa escola que, no primeiro ano do ensino médio, eu tive contato a disciplina de Física pela primeira vez e o primeiro contato não foi dos melhores. Era tudo novo: conceitos, métodos, a forma de resolver problemas. Minha primeira nota? 0,75 (inesquecível). Eu realmente achei que não tinha cabeça para aquilo. Força, torque, atrito, velocidade média... não entendia nenhum conceito. E assim foi o ano inteiro: notas baixas que aos poucos foram subindo, mesmo que insuficientes para escapar da recuperação.

No segundo ano, as coisas começaram a mudar. Com o fim da mecânica, a Física começou a fazer mais sentido para mim, e meu desempenho melhorou

bastante. No terceiro ano, então, com eletromagnetismo, eu virei um dos melhores da turma – talvez o melhor. Passei a ajudar colegas, explicar conteúdos, e isso só alimentava minha vontade de entender mais. Lembro até hoje da minha frustração em não conseguir compreender direito como um capacitor poderia armazenava cargas elétricas. Quanto mais eu aprendia, mais perguntas surgiam.

Nessa época, eu também dava aulas particulares para um colega mais novo e ajudava alunos de outras séries. Percebia que a Física respondia várias das minhas perguntas sobre como as coisas funcionavam, e isso me dava uma sensação de aconchego, como se eu estivesse finalmente entendendo como as coisas funcionam.

Foi nesse momento que me surgiu os planos de ingressar num curso de engenharia após o fim do ensino médio. Somado a isso, eu cresci na cultura do “seja engenheiro porque você será bem remunerado financeiramente e respeitado por conta do título”. Entretanto, na hora de me inscrever no vestibular, não optei por engenharia porque imaginava não ser capaz de atingir a nota de corte para o ingresso e acabei me inscrevendo em um curso de licenciatura em Física.

Depois de entrar numa licenciatura em Física e desistir, tentar engenharia de novo e não conseguir, acabei entrando, por reopção, em Física na Unesp de Ilha Solteira com a ideia de pedir transferência interna. Só que todas as tentativas deram errado, e eu permaneci no curso. Com o tempo, percebi que, no fundo, física combinava muito mais comigo do que engenharia – e não só pelo conteúdo, mas pelo tipo de olhar sobre o mundo que ela exige.

E eis que, já perto do fim da graduação, na disciplina de Pesquisa em Educação Científica I, o professor faz a pergunta que guiaria nosso TCC: “O que você quer saber que ainda não sabe sobre o ensino ou aprendizagem de Física?”. Essa pergunta me travou por um momento. Como eu poderia saber isso se eu nem sabia o que era ensinar Física ainda? Quando falei isso ao professor, ele até sugeriu que eu pesquisasse justamente sobre isso. Mas aí me ocorreu: eu estava prestes a me tornar professor de uma disciplina que muitos estudantes não gostam. Então, a pergunta que me ocorreu e deu origem à questão de pesquisa do presente trabalho: como eu poderia ensinar Física de uma maneira que eu conseguisse motivar os alunos? Ou, pelo menos, no melhor dos casos, despertasse a curiosidade que eu sempre tive?

1 INTRODUÇÃO

A Física é um conhecimento que está presente na vida dos seres humanos. Está na base das tecnologias, da engenharia e em técnicas usadas na medicina, para citar alguns exemplos. Além disso, possui modelos e teorias que explicam grande parte do mundo físico que vivemos e que podem ser derivados e usados em outras áreas do conhecimento como a biologia, a química e a neurociência (Moreira, 2018). Apesar disso, com relação à educação básica

A Física [...] é ensinada como se fosse um amontoado de fórmulas e respostas corretas. Para cada problema existe uma fórmula e para cada pergunta existe uma resposta correta. Isso não é Física, mas assim é ensinada, treinando os estudantes a resolver problemas usando fórmulas "mágicas" e a dar respostas corretas nas provas (Moreira, 2021, p. 3).

Somado a esse ensino, tem-se a baixa carga horária semanal da disciplina e a falta de professores de Física, o que resulta em um ensino que gera indisposição no estudante para a aprendizagem de Física ao ponto de dizerem, metaforicamente, que odeiam física (Moreira, 2018). Dessa forma, de modo geral, se o sucesso escolar ou acadêmico do estudante é definido pela nota, este irá garantir o seu sucesso, ou melhor, a sua sobrevivência por meio de estratégias e métodos que resultem na obtenção de nota e não na aquisição de novas habilidades (Guerra, 2011).

Faz-se, então, pertinente questionar quais são as razões que promovem esse ensino de Física? Segundo (MOREIRA, 2018), esse ensino é o resultado da desvalorização do docente da educação básica no Brasil e das condições de trabalhos: baixos salários, muitos alunos, elevada carga horária semanal, falta de apoio na formação continuada, currículos que não passam de uma lista de conteúdos a serem cumpridos, preparação dos alunos para a testagem, o que significa a preparação dos estudantes pelos professores para darem respostas corretas e serem reproduzidas em exames locais, nacionais e internacionais. Já no ensino superior, as condições de trabalhos são melhores, entretanto o ensino de Física continua o mesmo: baseado na memorização de fórmulas para problemas já conhecidos (MOREIRA, 2018). Os estudantes desse nível, então, almejam apenas a aprovação na disciplina de Física. Não veem esta disciplina como fundamental para sua formação e sim como uma obrigação. O resultado desse ensino é a cultura da "matéria passada, matéria esquecida" (Moreira, 2021).

Por outro lado, segundo (Angell et al., 2004, p. 689, tradução nossa) "[...] a Física tem certas características que a tornam intrinsecamente difícil". Adicionalmente, conforme Dollin (2002 apud Angell et al., 2004), a aprendizagem da física exige proficiência em múltiplas formas de representação, incluindo experimentos, gráficos e símbolos matemáticos. Os estudantes não devem apenas compreender cada representação individualmente, mas também dominar as complexas transformações entre elas, o que impõe uma carga cognitiva substancial.

Diante desse cenário, o ensino de Física torna-se descontextualizado porque não cria a conexão entre os modelos teóricos e suas aplicações no mundo real resultando em baixo interesse e baixa motivação nos estudantes. Aprender Física vai muito além do que apenas decorar fórmulas e fornecer respostas corretas em testes. A aprendizagem de Física envolve conceitos e situações (Moreira, 2021).

A conceitualização está diretamente ligada com o desenvolvimento cognitivo. O ser humano desenvolve-se cognitivamente à medida que vai construindo conhecimento (Vergnaud, 1990 apud Moreira, 2021). Ainda, existe outra variável importante que se soma à conceitualização: a situação. É a situação que traz sentido ao conceito. No ensino de Física, as situações devem apresentar níveis crescentes de complexidade e abstração, sendo que, comumente, as situações são apresentadas em níveis de complexidade e abstração superiores ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes (Moreira, 2021). Promove-se, então, somado ao ensino tradicional, a percepção negativa da Física nos estudantes.

Ribeiro e Verdeaux (2012), destacam que as dificuldades e os problemas do ensino de Física não são recentes e, ao longo dos anos, muitas propostas foram sugeridas para viabilizar este ensino sendo a experimentação a mais recorrente. Diante desse cenário, Soler (1999) propõe um método para o ensino de ciências naturais e experimentais que utiliza os estímulos sensoriais como parte do processo de aprendizagem, ou seja, uma didática multissensorial, que pode contribuir para aumentar a motivação do aprendiz no ensino de Física. Neste método de aprendizagem, o aprendiz utiliza todos os sentidos disponíveis (tato, audição, olfato etc.) para coletar informações durante a aprendizagem tornando-a, então, mais significativa (Soler, 1999).

No contexto do ensino de Física, as "atividades de ensino de Física podem ser construídas sob as bases teóricas da multissensorialidade" (Camargo, 2022, p. 15). Para tanto, Camargo (2022) destaca que se deve compreender as seguintes dimensões:

- a) "o processo de ensino de Física deve considerar a observação multissensorial de experimentos de fenômenos físicos e/ou de representações conceituais externas da física, que se dão por meio de maquetes" (Camargo, 2022, p. 15);
- b) "o processo de aprendizagem ocorre por meio da construção multissensorial de representações mentais ou internas, analógicas ou não-analógicas, de conceitos físicos, ou seja, a apropriação pelo aprendiz de uma linguagem simbólica e, também, constituída por imagens mentais visuais, auditivas, táteis etc." (Greca, 2005 apud Camargo, 2022);

Na dimensão do ensino, Camargo (2022), define maquete como todo material que aproxima o observador da representação de um fenômeno e somente será multissensorial se o material permitir ao observador interagir mais de um canal sensorial; experimento como todo material que represente um fenômeno e, se permitir a interação por mais de uma via perceptual, será multissensorial. Além disso, a interação entre observados e maquete/fenômenos ocorrerá de forma indireta, pois entre eles existe os instrumentos psicológicos de mediação, ou signos (Vigotsky, 2009 apud Camargo, 2022)

Soler (1999) destaca que todas as informações, apesar de serem captadas por todos os canais sensoriais de entrada distintos, possuem o cérebro como destino em comum. Do ponto de vista da neurociência, a utilização de mais de um canal de sensorial de acesso ao cérebro é perpetuamente importante e útil. Usar, sempre que possível, os processamentos táteis, auditivos, entre outros, além dos processamentos visuais e táteis, isto é, é bom fazer o uso de músicas, movimentos corpóreos etc. Dessa forma, mais redes de neurônios são envolvidas no processo de aquisição da nova informação tornando-a um registro mais forte ao invés de simplesmente decorar a nova informação (Cosenza; Guerra, 2011)

Inclusive, Cosenza e Guerra (2011), destacam que o ser humano possui mais que cinco sentidos e, associam à pele, por exemplo, as percepções de temperatura, pressão e dor além do tato, considerando também, a cinestesia, sensação de movimento e posição do corpo no espaço, como parte dos sentidos do corpo humano.

Ainda, Cosenza e Guerra (2011) ressaltam que uma característica importante do sistema nervoso central é a plasticidade e a definem como a capacidade de fazer e refazer conexões entre neurônios devido às constantes interações com os meios internos e externos ao corpo. As “modificações do SNC, mais ou menos, permanentes, quando o indivíduo é submetido a estímulos e/ou experiências de vida, que serão traduzidas em modificações cerebrais” o que pode ser definido como aprendizagem (Rotta; Ohlweiler; Riesgo, 2016)

Pode-se notar, então, que existe uma relação entre estímulos sensoriais e aprendizagem e conforme destaca (Brockington, 2021)

[...] deve-se concordar que toda vez que se fala em aprendizagem, direta ou indiretamente, fala-se sobre o desenvolvimento do cérebro, ou seja, todo processo educacional está íntima e fortemente ligado a mudanças no córtex. A aprendizagem, de maneira geral, diz respeito a alterações na conectividade entre os neurônios, seja por meio de mudanças na potencialização das sinapses ou por meio do reforço de conexões. Um ensino eficaz, então, deve afetar diretamente as funções cerebrais. Neste sentido, a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos externos e internos, fortalecendo algumas sinapses e enfraquecendo outras.

Portanto, diante de todo o exposto, considerando o ensino de Física e a didática multissensorial como meio para aumentar a motivação do aprendiz, lança-se mão da seguinte questão de pesquisa: o uso de dispositivos multissensoriais fundamentados pela didática multissensorial são capazes de fomentar o engajamento dos estudantes nas aulas de Física? Dessa maneira, a presente pesquisa tem como objetivo geral verificar a influência da didática multissensorial nas aulas de Física e objetivos específicos: observar se há maior engajamento dos alunos diante da multissensorialidade; provocar a estimulação de mais de um canal de entrada de sensorial por meio de dispositivos multissensoriais;

2 REFERÊNCIAL TÓRICO

2.1 MULTISSENSORIALIDADE

Historicamente o ensino de ciências naturais e experimentais tem focado "única e exclusivamente em uma perspectiva puramente visual" (Soler, 1999, p. 17, tradução nossa). Como consequência, é perdida uma grande quantidade de informação não visual que é crucial para a compreensão íntegra dos fenômenos. Esta exclusividade visual leva a uma percepção minimalista do meio, ocasionando uma interpretação tendenciosa dos fenômenos, bem como uma visão muito reduzida da observação científica. Assim, ignorando os demais canais de entrada de informação, a investigação limita-se apenas aos atos de "olhar" e "ver". Ainda, para estudantes com deficiência visual, esta limitação torna-se ainda mais grave, tornando o estudo de ciências pouco motivador e com dificuldade adicional (Soler, 1999).

A ênfase na visão pode levar a interpretações errôneas visto que a visão não pode conferir informações úteis e de interesse sobre a textura do objeto que é observado. Por exemplo, "podemos ler em muitos livros de ciências que os pulmões oferecem um aspecto esponjoso, atributo tátil que é falso" (Soler, 1999, p. 51, tradução nossa), podendo ser comprovado somente pelo sentido correspondente, no caso o tato (Soler, 1999). A persistência desse erro mostra que, na ausência da validação por múltiplos canais sensoriais, a cognição se baseia em conceitos incorretos ou incompletos.

Diante disso, a didática multissensorial ou multissensorialidade surge como uma proposta metodológica para corrigir a dependência visual no ensino de ciências e promover um aprendizado mais completo e acessível e Autores como Soler (1999), Ballesterio (2006) e Camargo (2022) defendem o uso da didática multissensorial para no ensino de ciências. Conforme Soler (1999, p. 19, tradução nossa)

[os cinco sentidos] podem atuar como canais de entrada cientificamente valiosos para a observação. Esses dados informativos, apesar de terem entrado por diferentes canais sensoriais, têm um destino comum: nosso cérebro; é aqui que essas informações são inter-relacionadas, adquirindo um significado único que aprendemos. Para que esse aprendizado seja completo e significativo, é importante que não nos esqueçamos de nenhum canal de entrada sensorial, pois, se não o fizermos, estaremos limitando as informações com as quais nosso cérebro deve elaborar o conceito final que aprendemos.

O cerne da multissensorialidade está na integração e na inter-relação dos dados sensoriais. As informações que são captadas do meio pelo tato, audição, olfato, paladar, além da visão e outros sentidos apesar de entrarem por canais sensoriais distintos, possuem o mesmo destino: o cérebro adquirindo significado único e completo (Soler, 1999). Ainda de acordo com o mesmo autor, se faz imperativo que nenhum canal sensorial seja negligenciado para que a aprendizagem seja completa e significativa, pois dessa forma a informação necessária para o cérebro elaborar o conceito final estaria limitada. Assim, o objetivo fundamental da didática multissensorial é formar conhecimentos mais completos e significativos.

Conforme destacado por Soler (1999), validade do método multissensorial resulta em benefícios qualitativos e quantitativos, pois é igualmente benéfica tanto para estudantes deficientes visuais quanto para estudante sem deficiências visuais:

- a) benefício qualitativo: aumenta o número de estudantes com possibilidades reais de percepção da informação científica;
- b) benefício quantitativo: aumenta a quantidade de informação recebida, o que contribui para a formação de conceitos com significação mais completa, resultando em aprendizagem significativa de maior qualidade;

Ainda a multissensorialidade ataca o problema de segregação da sala de aula, como o denominado "modelo quarenta mais um". Este modelo reflete a mentalidade do professor que precisa planejar e construir dois materiais e dois métodos de ensino: um para os estudantes videntes e outro para os estudantes com deficiência visual. Ao criar materiais didáticos que são comuns e acessíveis a todos, a multissensorialidade promove a coesão e a integração, favorecendo a integração escolar (Camargo, 2022).

2.2 MULTISSENSORIALIDADE: OBSERVAÇÃO, LÓGICA E EXPERIMENTAÇÃO

A didática multissensorial estabelece que os pilares do método científico devem ser praticados de forma expandida e intermodal começando pela observação multissensorial. Após a coleta, o processo segue para a lógica multissensorial e, então, para a etapa final que é a experimentação multissensorial (Soler, 1999).

2.3 A OBSERVAÇÃO MULTISSENSORIAL

A observação é o primeiro passo e deve ser realizada por meio de todos os sentidos que possam ser postos em funcionamento, não bastando apenas "olhar", é necessário "saber sentir". O registro deve incorporar intencionalmente informações táteis (textura, temperatura), auditivas (sons, ruídos), olfativas e gustativas. Por exemplo, a simples observação de um ecossistema deve registrar o cheiro de terra molhada, a textura das folhas e o som dos pássaros e não somente o aspecto visual (Soler, 1999).

2.4 A LÓGICA MULTISSENSORIAL

A lógica é outro aspecto básico da multissensorialidade. Após a coleta de dados multissensoriais, é necessário interpretá-los e relacioná-los através de operações lógicas, tais como: comparação, contradição, interdependência etc. Consequentemente, os dados coletados de fontes multissensoriais, necessitam, igualmente, de um raciocínio múltiplo. Somente dessa maneira, se pode chegar à formulação de hipóteses ou resultados significativos. "A lógica multissensorial opera com os dados concedendo-lhes igual importância [...] independente da fonte sensorial"(Soler, 1999, p. 34). Assim, a mente se liberta do preconceito da importância visual. Quando uma mesma informação pode ser captada por múltiplos canais, o cérebro inter-relaciona essas sensações para formar um conceito de significado mais completo (Soler, 1999).

2.4.1 A EXPERIMENTAÇÃO MULTISSENSORIAL

As hipóteses levantadas nas etapas anteriores somente podem ser comprovadas por meio da experimentação. A ciência não pode ser ensinada somente da perspectiva teórica, tem que se realizar experimentos na prática destas hipóteses tornando, assim, o aprendizado mais completo. A experimentação é crucial para comprovar as hipóteses levantadas. A prática laboratorial deve ser multissensorial, permitindo o controle de um número maior de variáveis qualitativas (auditivas, táteis) e quantitativas. Isso resulta em conclusões mais ricas. Por exemplo, a experimentação pode envolver técnicas ecológicas que dependem de variáveis auditivas, como a

relação entre o canto dos pássaros e variações climáticas, algo que seria inacessível sob um enfoque puramente visual (Soler, 1999).

2.5 SENTIDOS ANALÍTICOS E SINTÉTICOS

A didática multissensorial classifica os sentidos com base em seu modo predominante de percepção. "Quando utilizamos todos os sentido possíveis no referido processo de aprendizagem, é preciso levar em conta que cada canal se caracteriza por ter, de forma prioritária, um tipo de percepção que corresponde com a análise ou síntese"(Soler, 1999, p. 35).

- a) sentidos sintéticos: são que possuem uma percepção prioritariamente global dos fenômenos, correspondendo aos processos de síntese, ou seja, permitem a percepção do geral para o particular. Incluem a visão, o olfato, o paladar e a audição;
- b) sentidos analíticos: captam uma parcela do fenômeno observado por meio da soma de percepções concretas em cada toque, sendo o tato o sentido analítico por excelência. Permite a percepção do particular para o geral (das partes do todo);

Assim, a multissensorialidade confere ao estudante a combinação de técnicas de análise e síntese colocando em funcionamento tanto os sentidos analíticos quanto os sintéticos essenciais para um aprendizado significativo das ciências (Soler, 1999).

2.6 ESTRUTURAS COGNITIVAS

De acordo com Camargo (2012, *apud* Camargo, 2022), a multissensorialidade aplicada ao ensino de Física reconhece que todo conceito de Física pode possuir múltiplos significados (axioma da multissignificação) seja em relação a parâmetros sensoriais, sociais ou abstratos. Este axioma permite classificar os significados em categorias semântico-sensoriais dos significados dos conceitos físicos, o que dita uma estratégia didática mais eficaz (Camargo, 2022).

O conceito de intensidade de força (módulo) possui um significado de indissociabilidade sensorial tátil. O Significado da intensidade da força só pode ser experienciado empiricamente pela observação tátil: puxões, empurrões ou sentir a

resistência de um peso. Não é possível ver, ouvir ou cheirar a intensidade da força. Para que qualquer estudante (com ou sem deficiência visual) compreenda a magnitude da força, ele deve sentir a dificuldade de segurar um pacote (força gravitacional) ou de iniciar o movimento de um objeto (força aplicada) (Camargo, 2022). Já conceitos como os campos (gravitacional, elétrico, magnético) são de não relacionabilidade sensorial. eles são independentes de representações empíricas diretas, sendo essencialmente abstratos. A didática deve ser cautelosa ao representá-los experimentalmente, pois as tentativas de concretização podem mostrar como de fato o conceito não é. A abordagem mais eficaz é utilizar maquetes que representem os efeitos ou as linhas gerais de forma tátil-visual. Isso permite ao estudante construir um referencial tátil-geométrico das propriedades do campo (direção, sentido, intensidade em função da distância), sem falsear a natureza abstrata do conceito (Camargo, 2022).

2.7 A SUPERAÇÃO DO MODELO QUARENTA MAIS UM

Conforme Camargo (2022), O modelo "quarenta mais um", no qual o professor prepara suas aulas separadas, uma para estudante sem problemas na visão e outra para estudantes com problemas de visão, é desmantelado pela criação de materiais comuns e multissensoriais. O estudo demonstrou que a utilização inicial de materiais táteis-visuais com estudantes com deficiência visual levava os estudantes sem deficiência visual a se motivarem a tocar e interagir com esses mesmos materiais. Isso foi denominado viabilidade de utilização (Camargo, 2022). A didática multissensorial atua como catalisador para superar o “modelo quarenta mais um” e, portanto, promove o uso dos sentidos comuns e o respeito às necessidades específicas, concebendo-as como uma relação indissociável para a educação inclusiva.

Portanto, a Didática Multissensorial, consolidada pelas obras de Miquel-Albert Soler Martí e Eder Pires de Camargo, transcende a adaptação curricular para se estabelecer como um método pedagógico universal para o ensino de ciências. Ela resolve o problema da predominância visual ao postular que a inter-relação de todos os sentidos é a chave para a formação de conceitos completos e significativos.

As pesquisas empíricas (como as investigações sobre o áudio e a superação do "Modelo 40+1") validam a eficácia da didática multissensorial, demonstrando que métodos multissensoriais maximizam as capacidades cognitivas dos alunos cegos e enriquecem o aprendizado para todos, promovendo o princípio ético da igualdade sensorial e combatendo o segregacionismo em sala de aula. A implementação plena da didática multissensorial exige recursos baseados no Desenho Universal (Materiais Normalizados), a adequação do laboratório e a adoção da descrição verbal detalhada em todos os recursos didáticos.

3 METODOLOGIA

Na presente seção discute-se os procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa. Dessa forma, apresentar-se-á o contexto da pesquisa, a constituição dos dados, o instrumento de constituição de dados e o referencial teórico para a análise dos dados.

Utilizou-se a abordagem da pesquisa qualitativa. Segundo Lüdke e André (2018), a pesquisa qualitativa investiga fenômenos sociais complexos focando na interpretação dos significados e na subjetividade procurando entender o “quê”, o “como” e o “por quê” permitindo que o pesquisador entenda os participantes da pesquisa e suas visões de mundo. Para Gil (2008), a pesquisa qualitativa concentra-se nas informações nas narrativas, observações e interações, isto é, informações descritivas, seguindo um caminho contrário às pesquisas quantitativas que focam em número e estatísticas.

3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A presente pesquisa iniciou-se na disciplina de Pesquisa em Educação Científica I (PEC I). O objetivo, conforme o plano de ensino da disciplina, é promover diálogos para definir um tema de pesquisa, a partir da motivação pessoal do estudante, na área do ensino de Física que se tornará em uma questão de pesquisa ao final da disciplina. Dessa forma, na questão de pesquisa original, pretendia-se relacionar as premissas da neurociência acerca do aprendizado com a didática multissensorial como método para o ensino de Física.

Entretanto, a questão de pesquisa original não pode ser sustentada devido à complexidade de vincular a neurociência com a multissensorialidade a qual apontada durante as apresentações realizadas nas disciplinas de PEC II e início de PEC III. Dessa forma, nessa pesquisa optou-se por tratar somente sobre a multissensorialidade diminuindo, então, a complexidade apontada na questão inicial.

Em um primeiro momento, idealizou-se fazer a constituição de dados simultaneamente com o estágio de regência da disciplina de Estágio Supervisionado IV ofertada idealmente no último semestre do curso, onde os estudantes desta disciplina selecionam uma escola, de preferência pública, e uma turma do ensino

médio para acompanhar durante um semestre, primeiro, observando a turma e, depois, planejando e ministrando aulas de regência para a turma selecionada. Dessa forma, planejou-se selecionar uma turma que cursasse a primeira etapa do ensino médio para ministrar as aulas de regências do estágio supervisionado visando o desenvolvimento da presente pesquisa. Sendo assim, optou-se por uma turma do primeiro ano do ensino médio pressupondo que os estudantes da turma possuísem poucos conhecimentos sobre Física e, também, pouco contato com as aulas de Física. O tema para ser ministrado nas aulas de regência e, conseqüentemente, nas aulas, seria determinando conforme o currículo da turma selecionada.

Dessa forma, para as regências do estágio supervisionado e, concomitantemente, as aulas que serviriam para a constituição de dados da presente pesquisa, foi selecionada uma escola da rede estadual do estado de São Paulo. A escola, desde 2018, faz parte do Programa de Fomento às Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI). O corpo docente da escola é composto por 20 professores do Ensino Integral, 03 professores do Ensino Técnico, uma professora da Educação Especial e um corpo discente de 387 alunos distribuídos em 14 turmas, sendo 06 turmas do Ensino Fundamental e 08 turmas do Ensino Médio. O Ensino Médio contempla Novo Ensino Médio e Ensino Médio com Habilitação Profissional (uma turma de técnico em Agronegócio e uma turma de técnico em Administração). Estruturalmente a escola é de grandes proporções e preparada para acomodar tanto os estudantes com e sem deficiência física, quanto os professores. São 24 salas de aula todas equipadas com quadro branco, pinceis para quadro branco e televisões, salas destinadas ao Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP), laboratório de biologia, física, química e informática, sala de leitura, anfiteatro, refeitório e quadras de esportes. Além disso, a escola possui uma rede de internet e notebooks destinados exclusivamente para fins didáticos. Finalmente, como recursos didáticos, são utilizados os materiais fornecidos pelo Estado: Materiais Digitais para o professor utilizar nas aulas e Livro do Estudante.

Então, tendo-se escolhido a escola, selecionou-se a turma do primeiro ano C para desenvolvimento do estágio supervisionado. A turma possui um total de 25 estudantes com idades em torno de 15 anos. Na turma, somente 2 estudantes residem em zona rural enquanto o restante reside na área urbana. Conforme o currículo da

escola, as aulas da disciplina de Física são ministradas duas vezes na semana, em sequência e no horário das duas últimas aulas. O primeiro contato com a turma aconteceu durante as 10 horas de observações do estágio supervisionado. Após a observação, foram ministradas três aulas de regência.

Entretanto, devido ao calendário escolar possuir muitos dias reservados para as avaliações estaduais de larga escala – tal como o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), tornou-se inviável desenvolver a pesquisa em questão simultaneamente com o estágio supervisionado. As poucas aulas de Física que seriam ministradas para os estudantes no período de desenvolvimento da presente pesquisa foram reservadas para os conteúdos dessas avaliações.

Contudo, o autor do presente trabalho desenvolvia, na mesma escola, as atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) que “tem por finalidade fomentar a iniciação à docência, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação de docentes de nível superior e para a melhoria da educação básica brasileira” (BRASIL, 2014) e proporcionar a inserção dos estudantes dos cursos de licenciaturas no cotidiano das escolas de educação básica públicas.). Dessa maneira, tendo em vista a inviabilidade de desenvolver a constituição de dados simultaneamente com as aulas do estágio de regência, decidiu-se propor um projeto em formato de minicurso, mantendo-se os parâmetros idealizados, citados anteriormente, para ser desenvolvido, então, durante a vigência do PIBID.

Em síntese, a constituição de dados foi feita simultaneamente com o PIBID na turma selecionada para o Estágio Supervisionado.

No período de observação e regências do estágio supervisionado, o número de estudantes presentes nas aulas de Física era em torno de 15 alunos. Destes 15 estudantes presente, somente 3 participavam efetivamente da aula e realizavam as atividades planejadas. O restante da turma, frequentemente, apresentava-se desinteressada na disciplina. O baixo interesse dos estudantes era expresso pelo seu comportamento. Dessa forma, era comum ver estudantes dormindo ou conversando e fazendo outras atividades que não eram pertinentes à aula. A interação com o conteúdo da aula e com o professor era quase nula. Os estudantes somente

mostravam-se motivados quando era preciso fazer alguma atividade valendo nota. Entretanto, esta motivação não era minimamente genuína, era apenas para terminar a atividade e entregar estando correta ou não; tendo apreendido o conteúdo ou não.

O minicurso abordou tópicos da astronomia, conforme o currículo da escola, e consistiu em três aulas com duração de 50 minutos. A primeira aula teve como tema força gravitacional; a segunda aula tratou sobre as leis de Kepler; e a terceira e última aula sobre as fases da lua. Todas as aulas ministradas na própria sala de aula dos estudantes e foram fundamentadas na metodologia da didática multissensorial. Dessa forma, portanto, o minicurso foi realizado entre os dias 23 e 31 de outubro

3.2 CONSTITUIÇÃO DE DADOS

Conforme Lüdke e André (2018), a observação permite ao pesquisador um contato pessoal e estreito do fenômeno pesquisado possibilitando chegar mais perto da perspectiva dos sujeitos e, à medida que o pesquisador acompanha as experiências diárias dos sujeitos, pode aprender o significado que eles atribuem à realidade que o cercam e suas percepções.

Quanto ao método de observação, será optado pelo participante como observador que segundo Junker (1971 *apud* Lüdke; André, 2018, p. 29) “não oculta totalmente suas atividades, mas revela parte do que pretende”. Assim, revelou-se a existência da pesquisa mantendo os objetivos ocultos a fim de evitar um possível enviesamento no comportamento quanto a motivação dos participantes.

Para tanto, comunicou-se aos estudantes presentes nas aulas o minicurso têm a finalidade de constituir dados para a pesquisa em questão, não revelando, então, os objetivos da pesquisa. Portanto, os dados da presente pesquisa são constituídos a partir do comportamento dos estudantes da turma diante da didática multissensorial descritos nos relatos do minicurso.

3.3 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE AULAS

Nesta seção aborda-se, primeiramente, o referencial teórico utilizado para a construção das sequências didáticas. Em seguida, as próprias sequências didáticas e, finalmente, o relato das aulas ministradas no minicurso.

3.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

A sequência didática (SD) constitui um dos pilares da organização do ensino. A análise da metodologia não pode ser superficial; ela deve estar profundamente ligada às intenções educacionais e à função social que se atribui ao ato de ensinar (Zabala, 1997).

Zabala (2015) propõe um conjunto de critérios e instrumentos conceituais que permitem aos educadores analisarem suas próprias práticas educativas de forma reflexiva, buscando sua melhoria contínua. A prática docente, nesse sentido, não é vista como um conjunto de receitas ou procedimentos pronto, mas um processo complexo influenciado por múltiplas variáveis interconectadas, tais como os objetivos definidos, a seleção e tratamento dos conteúdos, a forma de interação em sala de aula, a organização da turma e, fundamentalmente, os métodos de avaliação. A maneira como essas variáveis se articulam e se manifestam no cotidiano escolar é o que constitui a essência da sequência didática.

Dessa forma, a SD não se resume a uma lista desordenada de tarefas, mas sim a um conjunto de atividades ordenadas e inter-relacionadas, dirigidas para a realização de um objetivo. Essa ordenação sistemática e orientada para um fim é o que confere à SD seu valor didático. A ação educativa deve ajustar-se a uma sequência clara que siga um processo gradual para ser eficiente e resultar no maior benefício para a aprendizagem (Zabala, 2015).

Portanto, a relevância da SD não se resume no tipo de atividade isolada – seja a exposição de um tema, uma observação, um debate, uma avaliação ou um exercício. Todas essas tarefas podem ser encontradas em diversos modelos pedagógicos. O que distingue a SD dentro da concepção de Zabala é o papel atribuído a essa dinâmica grupal e aos materiais utilizados (Zabala, 2015).

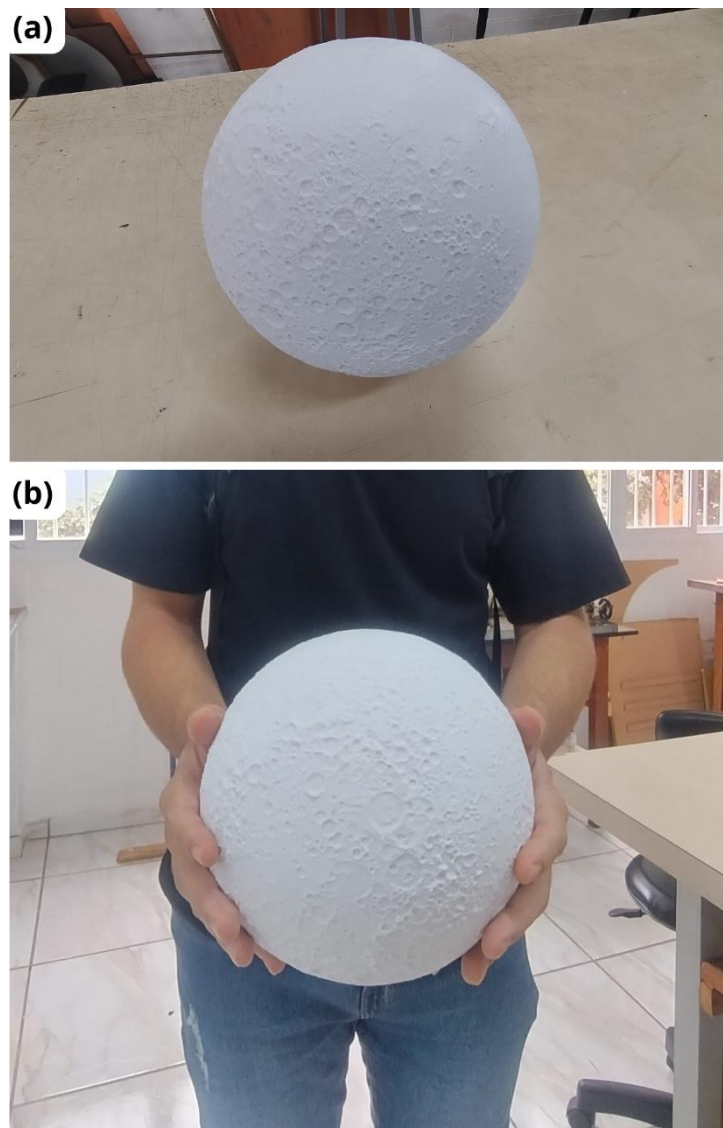
3.4.1 Desenvolvimento dos planos de aula

Os planos de aulas criados para o minicurso de astronomia – disponíveis no apêndice F – tiveram como principal objetivo utilizar a didática multissensorial observando a motivação dos estudantes durante as aulas de Física. De acordo com Soler (1999), a didática multissensorial ou multissensorialidade propõe utilizar todos

os canais de entradas sensoriais (tato, audição, olfato etc.) disponíveis como meios de coletar informações valiosas do ambiente que não poderiam ser feitas de outras maneiras libertando-se do ensino exclusivamente visual. Ainda, para Soler (1999), o ato de observar não se restringe às ações de olhar ou ver. Observar significa colocar todos os sentidos disponíveis para captar as informações do ambiente. Para citar um exemplo, quando se observa um jardim, o observador não se limita somente em ver ou olhar as plantas, as árvores ou a grama. O observador também ouve o som das folhas das árvores balançando ou movendo-se no chão; de pássaros, se houver; sente o cheiro de terra que pode estar molhada ou das flores; e sente a temperatura do ambiente. Todas as outras informações que não captadas pela visão, também descreve o ambiente e tornam-se informações valiosas.

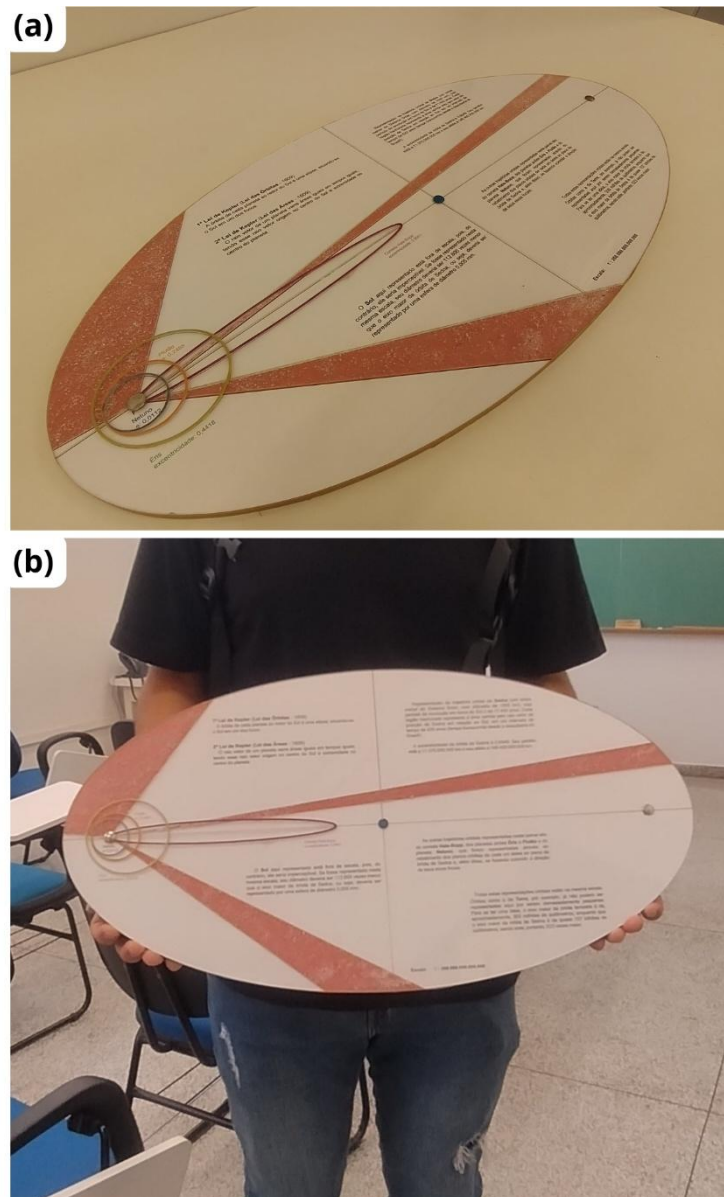
Para tanto, selecionou-se, como material didático multissensorial, três maquetes táteis-visuais pertencentes ao laboratório de estudos e pesquisas sobre ensino de ciências e inclusão escolar (Iepencine) onde se encontravam previamente construídas. A primeira maquete é uma representação da lua feita em impressora 3D (Figura 1); a segunda maquete trata sobre a primeira e segunda lei de Kepler, leis das órbitas e leis das áreas (Figura 2), respectivamente; já a terceira maquete trata sobre força peso e simula o peso de um objeto em cinco diferentes planetas do sistema solar (Figura 3). Foram planejadas, então, três aulas. A primeira aula teve como objetivo discutir sobre a relação entre massa, força gravitacional e força peso partindo do conceito de força e focando, durante a discussão, na estimulação de mais de um canal de entrada sensorial. Simultaneamente com as explicações, os estudantes foram estimulados por meio de puxões, chacoalhões e por meio da maquete que permitiu os estudantes exercerem forças diferentes para conforme a alteração da força da gravidade.

Figura 1: (a) e (b) maquete multissensorial da lua. Nas imagens é possível ver algumas crateras



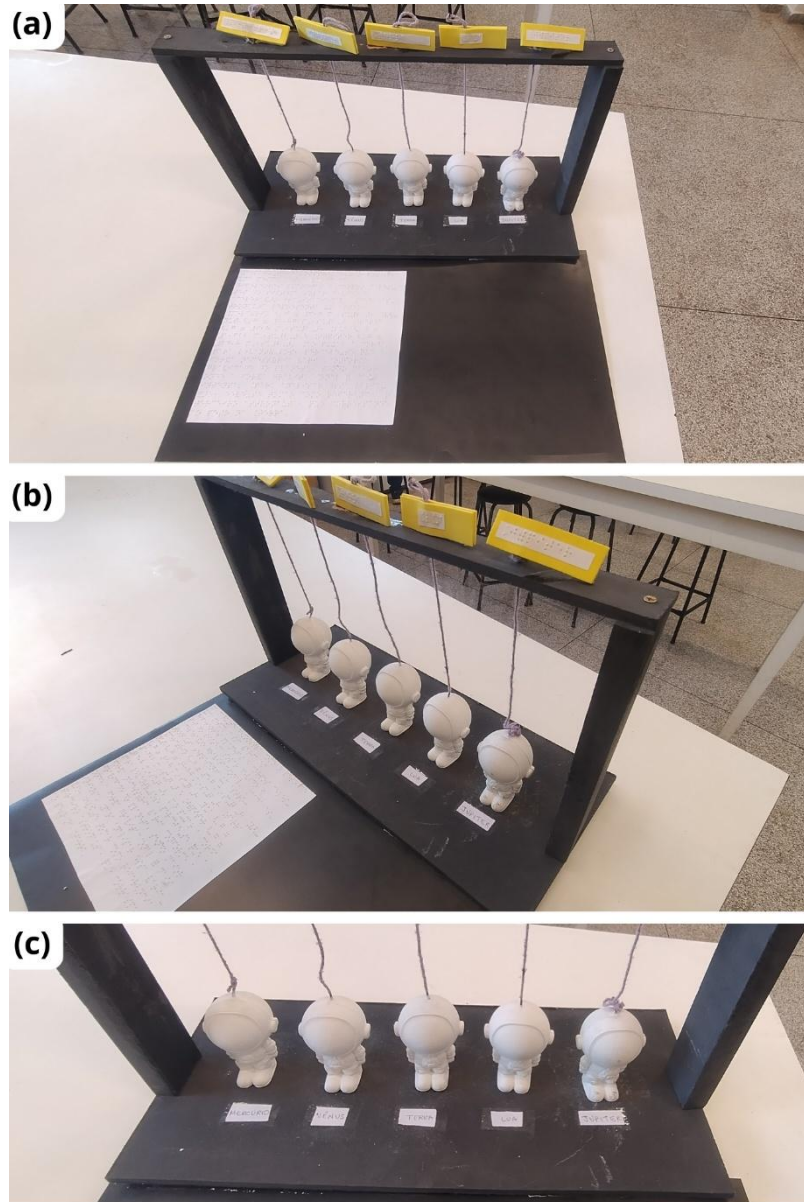
Fonte: próprio autor

Figura 2: (a) maquete multissensorial sobre primeira e segunda lei de Kepler. Cada elipse na maquete representa a órbita de um planeta com exceção da elipse mais excêntrica que representa a órbita do cometa Hale-Bopp. O próprio formato elíptico da maquete representa a órbita do planeta Sedna e as áreas alaranjadas representam a sua área. (b) vista frontal da maquete multissensorial para mostrar o tamanho da maquete.



Fonte: próprio autor.

Figura 3: (a) Maquete multissensorial sobre força peso utilizada na primeira aula do minicurso de astronomia vista de cima; (b) maquete multissensorial sobre força peso vista em perspectiva; e (c) bonecos de astronautas que possuem forças pesos diferentes em diferentes planetas. Os planetas representados são, da esquerda para a direita: mercúrio, vênus, Terra, lua e júpiter.



Fonte: próprio autor.

Para a segunda aula objetivou-se a explicação das duas primeiras leis de Kepler: lei das órbitas e leis das áreas, focando, também, na estimulação de mais de um canal de entrada sensorial. A partir do lançamento de uma pequena bola de espuma, discutiu-se, primeiramente, o movimento orbital de satélites e, em seguida,

o movimento orbital dos planetas. A maquete tátil-visual utilizada permitiu os estudantes explorarem por meio do tato as órbitas dos planetas Urano, Netuno, Éris e Sedna e a órbita do cometa Hale-Bopp destacadas em alto-relevo e três diferentes áreas varridas pelo planeta Sedna representadas por superfícies ásperas. Quanto ao movimento elíptico de um planeta, um simulador foi utilizado para os estudantes observarem as variações de velocidade do planeta durante seu movimento. Para isso, no simulador, um ruído era emitido durante o movimento do planeta. Então, quanto maior era a velocidade do planeta, maior era o ruído emitido; quanto menor era a velocidade do planeta, menor era o ruído emitido. Dessa maneira, os estudantes utilizaram o tato e a audição além da visão durante a explicação do movimento planetário.

Finalmente, a terceira aula teve o objetivo de discutir as quatro fases da lua: nova, crescente, cheia e minguante apresentando o ciclo lunar. Um par de lâmpadas incandescentes foi utilizada para representar o sol junto com a maquete da lua para demonstrar como ocorre as quatro fases da lua citadas. Então, com a lua em mãos, os estudantes se posicionaram em frente às lâmpadas e rotacionaram em torno de seus próprios eixos para visualizarem as variações de iluminação na lua que correspondem às fases da lua vista da Terra. Além disso, os estudantes exploraram por meio do tato a maquete da lua.

3.4.2 Resumos das aulas do minicurso

Apresenta-se nessa seção um resumo das aulas ministradas no minicurso. Os relatos completos das aulas se encontram no Apêndice A deste trabalho.

3.4.2.1 Primeiro encontro

A primeira aula do minicurso sobre tópicos de astronomia, ocorreu em 25/10/2025, com duração de 50 minutos (das 14h55 às 15h45). O tema central foi Força Peso, e contou com a presença de 13 estudantes.

O ministrante iniciou a aula explicando a abordagem multissensorial que seria utilizada. Desde a chegada, a atenção dos estudantes foi despertada por uma maquete tátil-visual que seria usada para demonstrar a força necessária para levantar um objeto de mesma massa em diferentes planetas.

Para introduzir o tópico de força, foi projetada a imagem de um fisiculturista levantando um halter, e a discussão começou com a pergunta sobre o que era necessário para levantar o objeto. Após a resposta esperada ("força"), o conceito de força foi explorado com os estudantes. Para demonstrar o que é força, foram chamados três estudantes para frente, onde o ministrante aplicou puxões e chacoalhões, enquanto os demais apertavam o próprio antebraço.

A maquete multissensorial foi introduzida questionando o que aconteceria se a mesa fosse levantada na Lua, onde a gravidade é menor. Durante o uso da maquete, os estudantes demonstraram grande interesse, levantando questões sobre a possibilidade de levantar um carro na Lua, a sensação de peso em Júpiter (planeta representado), o salto de astronautas na Lua e a origem da força gravitacional. A última pergunta, sobre a construção da maquete, foi respondida e explicada com base na relação da força peso.

O ministrante notou que o uso da didática multissensorial manteve os estudantes mais atentos às explicações e à aula.

3.4.2.2 Segundo encontro

A segunda aula do minicurso de astronomia, realizada em 30/10/25, das 13h15 às 14h05, com 50 minutos de duração, teve como tema a Primeira e Segunda Lei de Kepler. O objetivo era apresentar as leis por meio de uma maquete multissensorial. Participaram 17 estudantes.

Partindo da ideia de que os objetos caem, um estudante voluntário arremessou uma pequena bola de espuma em três velocidades diferentes para observar a trajetória do objeto e o ministrante fez os esboços das trajetórias para iniciar a discussão sobre movimento orbital.

Então, foi explicado que devido à força gravitacional da Terra ao invés da bolinha sair da Terra, iniciaria um movimento elíptico. Foi necessário fazer uma pausa para explicar o que é uma elipse. O movimento elíptico dos planetas foi apresentado como a Primeira Lei de Kepler: Lei das Órbitas, representada na maquete por alto-relevo.

Em seguida, a maquete foi utilizada, sendo passada de mesa em mesa para que os estudantes pudessem tocar. Enquanto os estudantes observavam, foi explicada a Segunda Lei de Kepler: Lei das Áreas, que na maquete era representada por três áreas de superfícies ásperas e formas diferentes.

Os estudantes fizeram várias perguntas, incluindo se todos os planetas possuíam órbitas elípticas, se a velocidade do planeta era a mesma, e se a força gravitacional causava esse movimento. Em resposta à pergunta sobre a velocidade, foi explicado que ela é variável: o planeta se move com maior velocidade quando mais próximo do Sol e com menor velocidade quando mais distante.

Para reforçar a observação do movimento elíptico e da velocidade variável (Segunda Lei), foi utilizado um simulador da Primeira Lei de Kepler. O simulador mostra um planeta orbitando o Sol com um ruído que aumenta na proximidade do Sol e diminui com o distanciamento. Assim, os estudantes puderam observar o movimento do planeta utilizando a visão, o tato e a audição.

No final da aula, portanto, o ministrante concluiu que a participação e o foco dos estudantes foram maiores nesta aula e na primeira do minicurso em comparação com as aulas de Estágio Supervisionado, onde não são utilizadas maquetes.

3.4.2.3 Terceiro encontro

A terceira e última aula do minicurso de astronomia, realizada em 31/10/2025, no último horário letivo da sexta-feira, teve duração de 50 minutos (das 14h55 às 15h45) e contou com 14 estudantes. O tema abordado foi as Fases da Lua, com o objetivo de demonstrar as quatro fases (nova, crescente, cheia e minguante) por meio da multissensorialidade. Para isso, foram utilizados uma maquete da Lua impressa em 3D e um par de lâmpadas incandescentes para representar o Sol.

A presença da maquete atraiu imediatamente a atenção e a curiosidade dos estudantes.

A aula começou com o ministrante perguntando se os estudantes conheciam as fases da Lua, e a maioria respondeu prontamente as quatro fases. No entanto, ao serem questionados sobre como elas ocorrem, houve silêncio. Alguns estudantes

"chutaram" corretamente que dependia do movimento da Lua em volta da Terra. O ministrante concordou, mas explicou que a luz solar é fundamental, pois, se não fosse refletida, a Lua não poderia ser vista.

Após a discussão inicial, a maquete da Lua foi levada de mesa em mesa para que os estudantes pudessem observar e tatear. A primeira percepção notada foi o peso leve da maquete. O ministrante refletiu que, sem o tato, os estudantes poderiam ter ficado com a falsa impressão de que a maquete era pesada, concluindo que informações importantes podem ser perdidas ou entendidas de forma errada quando não há o componente tátil.

O manuseio da maquete gerou inúmeras perguntas por parte dos estudantes. Muitas dessas perguntas vieram de estudantes que geralmente não participavam das aulas de regência do Estágio Supervisionado.

A etapa final foi o experimento para demonstrar as fases da Lua. As luzes foram apagadas, as janelas fechadas, e as lâmpadas (representando o Sol) foram ligadas. Entretanto, apenas poucos estudantes participaram do experimento, possivelmente devido à proximidade do fim da aula.

O ministrante percebeu que os estudantes se mantiveram focados e concluiu que o uso das maquetes didáticas e da abordagem multissensorial favorece as explicações, o desenvolvimento das aulas de Física e promove maior interesse dos estudantes. Apesar da baixa participação no experimento final, os objetivos da aula foram considerados atingidos.

4 REFERENCIAL ANALÍTICO

Para a análise de dados da presente pesquisa, empregou-se o referencial da Análise de Conteúdo.

A Análise de Conteúdo (AC) é uma metodologia de análise usada para descrever e interpretar o conteúdo de documentos e textos de todas as classes. Suas características e abordagens foram desenvolvidas especialmente ao longo dos últimos cinquenta anos, embora sua origem remonte ao final do século passado. Inicialmente, a metodologia foi orientada pelo paradigma positivista, valorizando fortemente a objetividade e a quantificação. No entanto, a AC está alcançando novas e mais desafiadoras possibilidades à medida que se integra na exploração qualitativa de mensagens e informações. Essa análise sistemática, que pode ser qualitativa ou quantitativa, permite reinterpretar mensagens e alcançar uma compreensão de seus significados que vai além de uma leitura comum (Moraes, 1999).

Dessa forma, a análise de conteúdo

constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum. Essa metodologia de pesquisa faz parte de uma busca teórica e prática, com um significado especial no campo das investigações sociais. Constitui-se em bem mais do que uma simples técnica de análise de dados, representando uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias (Moraes, 1999, p.2).

O processo de análise de conteúdo adotado constitui-se de cinco etapas, descritas a seguir, conforme Moraes (1999, p. 4):

1. Preparação das informações;
2. Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades;
3. Categorização ou classificação das unidades em categorias;
4. Descrição;
5. Interpretação;

4.1 PREPARAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

O pesquisador seleciona os materiais que serão analisados (entrevistas, textos, documentos etc.) e submete-os a um processo de preparação que consiste em

“identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas. Para isto recomenda-se uma leitura de todos os materiais e tomar uma primeira decisão sobre quais deles efetivamente estão de acordo com os objetivos da pesquisa” (Moraes, 1999, p. 5) e, em seguida, fazer a codificação das amostras, utilizando números ou letras, que permitam identificá-las rapidamente (Moraes, 1999). Essa etapa garante que apenas dados relevantes aos objetivos da pesquisa sejam incluídos.

Em resumo, a preparação garante que os materiais selecionados (a amostra) estejam alinhados aos objetivos da pesquisa e que cada um possa ser rastreado e identificado para as etapas subsequentes.

4.2 UNITARIZAÇÃO OU TRANSFORMAÇÃO DO CONTEÚDO EM UNIDADES

Após o processo de preparação, os dados são submetidos ao processo de unitarização. Nessa etapa, o material é fragmentado em pequenas unidades de análise. Denominadas também unidades de registros ou significados, a unidade de análise “é o elemento unitário de conteúdo a ser submetido posteriormente à classificação. Toda categorização ou classificação, necessita definir o elemento ou indivíduo unitário a ser classificado” (Moraes, 1999, p. 5).

As unidades de análise são definidas pelo pesquisador e sua natureza é dependente dos objetivos da pesquisa (Moraes, 1999).

As unidades podem ser tanto as palavras, frases, temas ou mesmo os documentos em sua forma integral. Deste modo para a definição das unidades de análise constituintes de um conjunto de dados brutos pode-se manter os documentos ou mensagens em sua forma íntegra ou pode-se dividi-los em unidades menores (Moraes, 1999, p. 5).

Cada unidade de análise deve ter significado próprio e compreensível, mesmo fora do contexto original. Também podem ser definidas unidades de contexto, usadas para recuperar o sentido mais amplo quando necessário. A unidade de contexto, conforme Moraes (1999, p. 6), “é uma unidade, de modo geral mais ampla do que a de análise, que serve de referência a esta, fixando limites contextuais para interpretá-la. Cada unidade de contexto, geralmente, contém diversas unidades de registro”.

4.3 CATEGORIZAÇÃO OU TRANSFORMAÇÃO DAS UNIDADES EM CATEGORIAS

A Categorização (ou classificação das unidades em categorias) é a terceira etapa do processo de Análise de Conteúdo.

A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles. Classifica-se por semelhança ou analogia, segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo. Estes critérios podem ser semânticos, originando categorias temáticas. Podem ser sintáticos definindo-se categorias a partir de verbos, adjetivos, substantivos etc. As categorias podem ainda ser constituídas a partir de critérios léxicos, com ênfase nas palavras e seus sentidos ou podem ser fundadas em critérios expressivos focalizando em problemas de linguagem. Cada conjunto de categorias, entretanto, deve fundamentar-se em apenas um destes critérios (Moraes, 1999, p. 6).

Entende-se o processo de categorização “como um processo de redução da dados” (Olabuenaga e Ispizúa, 1989 *apud* Moraes, 1999) que destaca o que é essencial dentro do material analisado. Portanto, as categorias representam uma *síntese* da comunicação analisada, evidenciando seus significados principais.

4.4 DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO

A análise de conteúdo finda-se com a descrição e interpretação. O pesquisador apresenta os resultados da análise, descrevendo cada categoria. Essa descrição sintetiza os significados encontrados e costuma incluir trechos das unidades analisadas. É a etapa em que o conteúdo organizado passa a ser comunicável.

Na descrição, conforme destaca Moraes (1999, p. 9) “Para cada uma das categorias será produzido um texto síntese em que se expresse o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise incluídas em cada uma delas”.

Contudo, uma análise de conteúdo não se limita à descrição. Busca-se nessa etapa compreender os sentidos mais profundos, explícitos e implícitos. O pesquisador interpreta o material dialogando com a teoria existente ou construindo novas compreensões a partir dos dados. É o momento de gerar significado e explicar o que o conteúdo revela (Moraes, 1999).

5 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção, analisa-se os dados da presente pesquisa obtidos por meio dos relatos observacionais das aulas do minicurso sobre tópicos de astronomia ministradas para os estudantes do primeiro ano do ensino médio. Utilizou-se, então, a Análise de Conteúdo como referencial analítico para responder à seguinte questão de pesquisa: o uso de dispositivos multissensoriais balizados pela didática multissensorial são capazes de fomentar o engajamento dos estudantes nas aulas de Física? Portanto, a seguir, apresenta-se a análise de conteúdo aplicada nos dados da pesquisa em questão.

5.1 PREPARAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONSTITUÍDAS

Conforme exposto anteriormente, o corpus de análise da pesquisa em questão constitui-se pelos relatos das aulas ministradas no minicurso sobre tópicos de astronomia para os estudantes do primeiro ano do ensino médio. Todos os relatos descrevem como desenrolaram-se as aulas utilizando os dispositivos multissensoriais. Ao todo são três relatos codificados de acordo com a sequência em que as aulas foram ministradas, ou seja, relato 1, relato 2 e relato 3.

No relato 1 encontra-se a descrição da aula utilizando o dispositivo multissensorial que simula a força peso em diferentes plantas. Em seguida, no relato 2 encontra-se a descrição da aula utilizando o dispositivo multissensorial sobre a primeira e a segunda leis de Kepler. Por fim, no relato 3 encontra-se a descrição da aula utilizando o dispositivo multissensorial da lua.

Todo o material de análise foi codificado para melhorar a identificação das informações para as etapas seguintes. O sistema de codificação criado atribuiu “P” para identificar cada parágrafo dos relatos. Em seguida, cada “P” foi enumerado sequencialmente em ordem crescente a partir de 01. Destaca-se que, de acordo com a codificação criada, a contagem dos “P” é continuada de um relato para outro. A seguir, é ilustrada na Figura 2 um exemplo do sistema de codificação.

Figura 2: A figura mostra os dois primeiros parágrafos do relato 1 codificados de acordo com o sistema criado. Atribuiu-se P1 para o primeiro parágrafo do relato 1 e P2 para o segundo parágrafo do relato 1, ou seja, parágrafo 1 e parágrafo 2

respectivamente.

(P1) Esta é a primeira aula do minicurso sobre tópicos de astronomia desenvolvida para os estudantes do primeiro ano do ensino médio. Nela serão abordados os temas sobre força gravitacional, força peso e massa e utilizada uma maquete tátil-visual que demonstrará a força necessária para levantar um objeto de mesma massa em diferentes planetas.

(P2) A primeira aula ministrada no minicurso se deu na última aula da escola. Chegando na sala de aula, me encaminhei diretamente para a mesa do professor. Imediatamente notei todos os estudantes, quando viram a maquete, focando brevemente naquele dispositivo e alguns dos estudantes perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade. Então, respondia que logo menos iria explicar.

Fonte: Elaboração do autor.

Por fim, ressalta-se que durante a preparação do material de análise nenhum trecho foi excluído. Todos o material de análise codificado encontra-se no Apêndice B deste trabalho.

5.2 UNIDADES DE ANÁLISE

As unidades de análise foram definidas a partir da releitura de todo o material de análise de acordo com a questão de pesquisa, isto é, focando na identificação de momentos nos relatos onde houve o engajamento dos alunos diante dos dispositivos multissensoriais. A natureza das unidades de análise são os trechos destacados nos relatos, os quais foram identificados com “T” e enumerados sequencialmente em ordem crescente a partir de 01. Por sua vez, identificou-se as unidades de análise a partir da combinação dos identificadores “P” e “T”. Uma vez destacadas, as unidades de análise foram agrupadas num quadro contendo sua identificação, a própria unidade de análise e o seu respectivo código. O Quadro 1 a seguir mostra um exemplo da codificação utilizada para identificar a sétima unidade de análise pertencente ao parágrafo quinto e a oitava unidade de análise pertencente ao parágrafo sétimo, ou seja, unidades de análise P05-T07 e P07-T08 respectivamente. No Apêndice C, encontra-se o quadro completo das unidades de análise.

Quadro 1 – Exemplo das unidades de análise (ou unitarização) criadas no neste trabalho.

Identificação da unidade de análise	Unidade de análise	Código
P05-T07	<i>outro estudante respondeu “peso”</i>	O aluno se mostra mais participativo
P07-T08	<i>O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que dorme durante aulas de regência do Estágio Supervisionado</i>	O aluno se mostra mais engajado
P07-T09	<i>o mesmo estudante que se levantou primeiro para receber os empurrões e puxões, respondeu que era por causa da força da gravidade</i>	O aluno se mostra mais participativo

Fonte: Elaboração do autor.

Além das identificações “P” e “T” atribuídas, cada unidade de análise recebeu um código que a descreve para permitir a organização do material na análise posterior.

Por fim, foram identificadas as unidades de contexto. Essas unidades, por sua vez, são formadas pelos parágrafos que contêm uma ou mais unidade de análise. Ressalta-se que as unidades de contexto das unidades de contexto são facilmente identificadas pelo “P” no código das unidades de análise. Por exemplo, a unidade de contexto da unidade de análise P04-T03 é o quarto parágrafo dos relatos; a unidade de contexto da unidade de análise P07-S08 é o sétimo parágrafo dos relatos. No Apêndice D, encontra-se o quadro com as descrições das unidades de contexto

5.3 CATEGORIZAÇÃO

Com base nos objetivos da pesquisa em questão e nos dados emergentes dos relatos, as unidades de análise foram codificadas e agrupadas nas seguintes categorias mostradas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Categorias criadas a partir a partir das unidades de análise deste trabalho.

Código da categoria	Categoria
C1	A maquete desperta a atenção de curiosidades dos alunos
C2	Aumento da atenção e interesse na aula
C3	Engajamento e participação
C4	Questionamento espontâneos e curiosidade

Fonte: Elaboração do autor.

No Apêndice E, encontra-se o quadro completo das unidades de contexto.

5.4 DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A seguir, apresenta-se a descrição e a interpretação de cada categoria criada no presente trabalho analisadas de acordo com o referencial teórico.

5.4.1 Categoria 1: a abordagem multissensorial como método para o engajamento e participação

O Quadro 3 a seguir mostra as unidades de análise contidas na categoria 1: a abordagem multissensorial como método para o engajamento e participação. Esta categoria agrupa evidências de que a simples presença das maquetes desperta interesse, atenção, curiosidade e questionamentos iniciais.

Quadro 3 – Unidades de análise pertencentes à categoria 1 (C1).

Código da unidade de análise	Unidade de análise
P02-S01	<i>todos os estudantes, quando viram a maquete, focados brevemente naquele dispositivo</i>
P02-S02	<i>Estudantes perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade</i>

P11-S14	<i>os estudantes ficaram olhando para a maquete de Kepler com expressões de curiosidade</i>
P11-S15	<i>Alguns alunos perguntaram o que era e o que fazia a maquete</i>
P20-S29	<i>os estudantes da turma olhando para as maquetes</i>
P20-S30	<i>a presença das maquetes em sala de aula atrai muito a atenção dos estudantes</i>

Fonte: Elaboração do autor.

Percebe-se que as maquetes funcionam como um estímulo inicial capaz de despertar curiosidade e predispor os estudantes à participação. A simples presença do material multissensorial gerou interesse imediato nos estudantes. Algumas sentenças mostram que, antes mesmo do início das explicações, os alunos demonstravam atenção e questionamento, como exemplificado em: “todos os estudantes, quando viram a maquete, focando brevemente naquele dispositivo” (P02-S01) e “os estudantes ficaram olhando para a maquete [...] com expressões de curiosidade” (P02-S02). Segundo Soler (1999), a observação multissensorial ativa desencadeia um processo de coleta rica de informações, ampliando o repertório perceptivo e fornecendo múltiplos dados sensoriais para que o raciocínio lógico opere com maior qualidade. Isso explica por que a curiosidade emergiu de forma espontânea quando os estudantes visualizaram as maquetes.

5.4.2 Categoria 2: a maquete multissensorial influencia na construção do conhecimento

O Quadro 4 a seguir mostra as unidades de análise contidas na categoria 2: A maquete multissensorial influencia na construção do conhecimento. Essa categoria agrupa todos os registros que mostram melhora do foco, ausência de comportamentos desmotivadores e aumento da atenção.

Quadro 4 – Unidades de análise pertencentes à categoria 2 (C2).

Código da unidade de análise	Unidade de análise
P04-S03	<i>os estudantes estavam com suas atenções na explicação</i>
P04-S04	<i>nenhum encontrava-se repousando a cabeça sobre a mesa</i>
P13-S24	<i>todos os estudantes estavam prestando a atenção na aula</i>
P13-S25	<i>havia mais interesse dos estudantes na aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado</i>
P21-S31	<i>os estudantes estavam focados</i>
P24-S39	<i>nenhum estudante com a cabeça deitada sobre a mesa</i>

Fonte: Elaboração próprio autor.

Infere-se que o uso das maquetes multissensoriais reduz comportamentos típicos de desmotivação e aumenta o foco na explicação. As unidades de análise agrupadas em C2 demonstram que a didática multissensorial teve efeito positivo no comportamento atencional da turma. Relatos como “os estudantes estavam com suas atenções na explicação” (P04-S03) e “nenhum estudante com a cabeça deitada sobre a mesa” (P24-S39) indicam uma participação mais concentrada e ativa durante as aulas do minicurso em comparação com as aulas do Estágio Supervisionado. Conforme Soler, quando múltiplos sentidos são acionados simultaneamente, ocorre uma ampliação da percepção consciente e um favorecimento dos processos cognitivos de análise e síntese (Soler, 1999; Ballester, 2002). Dessa forma, a manipulação tátil, aliada à visualização tridimensional, tende a sustentar o foco dos estudantes por mais tempo, o que coincide com as evidências empíricas observadas.

5.4.3 Categoria 3: engajamento e participação

O Quadro 5 a seguir mostra algumas unidades de análise contidas na categoria 3: engajamento e participação. A terceira categoria inclui todas as situações em que os estudantes respondem, participam, levantam-se, executam tarefas, interagem ou mostram sinais de envolvimento.

Quadro 5 – Unidades de análise pertencentes à categoria 3 (C3).

Código da unidade de análise	Unidade de análise
P05-S05	<i>um dos estudantes respondeu: -força!</i>
P05-S06	<i>um estudante respondeu “movimento”</i>
P05-S07	<i>outro estudante respondeu “peso”</i>
P07-S08	<i>O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que dorme durante aulas de regência do Estágio Supervisionado</i>
P07-S09	<i>o mesmo estudante que se levantou primeiro para receber os empurrões e puxões, respondeu que era por causa da força da gravidade</i>
P07-S10	<i>A maior parte dos estudantes presentes atendeu ao pedido</i>

Fonte: Elaboração do autor.

Percebe-se que a didática multissensorial promove participação, inclusive de estudantes tipicamente desmotivados. Os dados mostram um aumento da participação dos estudantes nas atividades. A análise identificou que alunos que, usualmente, apresentavam baixa participação em aulas anteriores se engajaram ativamente com as maquetes, como nos trechos: “o estudante se levantou. [...] sempre estava desmotivado” (P25-S40) e “um estudante que pouco participava [...] se pôs em pé e veio até a frente” (P13-S22). Essa mudança comportamental está alinhada ao princípio defendido por Soler de que o tato — enquanto sentido analítico — permite ao estudante construir o conhecimento a partir da decomposição e recomposição concreta dos fenômenos observados. A possibilidade de manipular os objetos didáticos favorece o envolvimento ativo e torna o estudante protagonista do processo de investigação.

5.4.4 Categoria 4: Questionamentos espontâneos e curiosidade

O Quadro 6 a seguir mostra as unidades de análise contidas na categoria 4: questionamentos espontâneos e curiosidade. A categoria reúne todas as unidades de

análise que evidenciam perguntas, explorações, dúvidas, interesse, provocados durante o uso das maquetes.

Quadro 6 – Unidades de análise pertencentes à categoria 4 (C4).

Código da unidade de análise	Unidade de análise
P08-S13	<i>os estudantes perguntavam conforme manuseavam a maquete</i>
P13-S26	<i>Um estudante perguntou se era isso que acontecia com os satélites</i>
P15-S27	<i>enquanto os alunos tateavam a maquete, vinham as perguntas</i>
P16-S28	<i>os alunos perguntaram sobre a velocidade do planeta no movimento elíptico</i>
P23-S35	<i>começavam a fazer perguntas</i>
P23-S36	<i>uma estudante perguntou sobre o meteoro que causou a extinção dos dinossauros</i>
P23-S37	<i>a mesma estudante fez outra pergunta, dessa vez, envolvendo religião</i>
P24-S38	<i>muitas das perguntas feitas nessa aula vieram de estudantes que pouco ou de nenhuma forma participavam das aulas de regências do Estágio Supervisionado</i>

Fonte: Elaboração do autor

As maquetes desencadeiam um impulso investigativo — mais perguntas, maior exploração e curiosidade conceitual. Assim, reforça a ideia de que a multissensorialidade potencializa os processos lógicos de comparação, analogia e inferência descritos por Soler (1999). Nos relatos, foram recorrentes situações em que os alunos iniciaram discussões, elaboraram hipóteses e formularam perguntas complexas enquanto manipulavam as maquetes, como ocorre em: “começavam a fazer perguntas” (P23-S35) e “os estudantes perguntavam conforme manuseavam a

maquete” (P08-S13). Esse comportamento está relacionado ao que Soler classifica como a fase de interpretação, na qual o aluno, a partir de múltiplos estímulos sensoriais, ativa operações mentais de comparação, diferenciação e dedução. Assim, o instrumento multissensorial cumpriu seu papel de catalisador cognitivo, ampliando a exploração investigativa dos estudantes.

Em síntese, os resultados analisados e interpretados com base no referencial teórico da didática multissensorial, indicam que o uso das maquetes multissensoriais contribuiu significativamente para aumentar a motivação dos estudantes do ensino médio, seja por meio da curiosidade inicial, do aumento da atenção, da participação ativa, da exploração. Dessa forma, as evidências empíricas da pesquisa convergem no sentido de que a didática multissensorial constitui uma estratégia pedagógica eficaz para promover aprendizagens mais envolventes, significativas e motivadoras no ensino de Física.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho investigou se o uso de dispositivos didático multissensoriais, fundamentados pela didática multissensorial, seria capaz de fomentar o engajamento dos alunos nas aulas de Física. Diante do cenário discutido na Introdução do trabalho em questão, no qual ensino é tradicional, centrado na predominância visual e na memorização de fórmulas, o que contribui para desmotivação dos estudantes e percepção negativa da disciplina, a presente pesquisa assume certa relevância.

A partir do minicurso sobre tópicos de astronomia ministrado para uma turma do primeiro ano do ensino médio, baseado em princípios da didática multissensorial (tato, visão, audição e movimento corporal por meio do uso de maquetes táteis-visuais que demandavam exploração sensorial), constituiu-se os dados analisados por meio dos relatos observacionais de cada aula ministrada.

A análise de conteúdo, aplicada aos relatos observacionais, resultou em um conjunto de unidades de análise e categorias que sintetizam os que foi observado. As categorias obtidas, evidenciam, de forma consistente, que os dispositivos multissensoriais tiveram impacto direto no comportamento dos estudantes. Entre os resultados observacionais descritos nos relatos, destaca-se: o interesse imediato e recorrente dos estudantes diante da maquete trazida para a sala de aula; o aumento da participação de alunos que costumavam ficar desmotivados nas aulas tradicionais; e o surgimento de questionamentos espontâneos, inclusive de alunos que pouco participavam. Ainda, a observação descrita nos relatos de que o engajamento dos estudantes era maior nas aulas com os dispositivos multissensoriais do que nas aulas de regência sem o uso desses dispositivos.

Esses resultados permitiram validar os objetivos do estudo, que buscavam analisar o engajamento e a motivação dos estudantes diante do uso dos materiais multissensoriais. Do mesmo modo, confirmam a hipótese implícita de que o ensino mediado pela didática multissensorial favorece o engajamento discente.

Assim, com base nos dados obtidos e analisados, corrobora-se afirmativamente ao problema de pesquisa: o uso de dispositivos multissensoriais,

balizados pela didática multissensorial, mostrou-se capaz de fomentar o engajamento dos estudantes nas aulas de Física.

Este trabalho mostrou que ampliação dos canais sensoriais mobilizados, cria condições favoráveis para romper paradigmas tradicionais de ensino e oferece um caminho interessante tanto para o aprendizado mais significativo quanto para práticas mais inclusivas.

Dessa forma, a presente pesquisa reforça o potencial da didática multissensorial como estratégia metodológica para as aulas de Física, evidenciando que sua implementação pode melhorar a relação deles com o conteúdo e favorecer um ambiente de maior interação e envolvimento cognitivo.

REFERÊNCIAS

ANGELL, Carl *et al.* Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, v. 88, n. 5, p. 683–706, set. 2004.

BALLESTERO, Alfonso. Multissensorialidade no Ensino. Comunicação apresentada na 5o edição da semana de artes visuais do Recife. Prefeitura do Recife e Sociedade dos Amigos do Mamam, Recife, Brasil, 2006.

BRASIL, **Pibid – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência**, gov.br, 01/01/2014, <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/pibid/pibid>. Acessado em 17/10/2025

BROCKINGTON, Guilherme. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, n. suppl 1, 2021.

CAMARGO, Eder Pires de. Ensino de Física Multissensorial. [S.l.]: Encontrografia Editora, 2022.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. Neurociência e educação: como o cérebro aprende. [S.l.]: Grupo A - Artmed, 2011.

GIL, Antônio Carlos. Métodos E Técnicas De Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUERRA, Leonor Bezerra. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa Em Educação - Abordagens Qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. A Relevância do Conhecimento Científico para a Cidadania e a Incoerência da Educação em Ciências. *Estudos Avançados*, v. 16, n. 1, p. 1–9, 31 mar. 2021.

MORAES, Roque de. Análise de Conteúdo. *Revista Educação*, v. 22, p. 7–32, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 73–80, dez. 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, n. suppl 1, 2021.

RIBEIRO, Jair Lúcio Prados; VERDEAUX, Maria de Fátima da Silva. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 4, dez. 2012.

ROTTA, Newra Tellechea; OHLWEILER, Lygia; RIESGO, Santos. Transtornos Da Aprendizagem: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar. 2. ed. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.

SOLER, Miquel-Albert. Didáctica Multisensorial De Las Ciencias. [S.l.]: Grupo Planeta (GBS), 1999.

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa. [S.l.]: Penso Editora, 2015.

ZABALA, Antoni. Os Enfoques Didáticos. In: Coll, César et al. **O construtivismo Na Sala De Aula**. Editora Ática. 1997.

APÊNDICE A – Relatos das aulas ministradas no minicurso sobre tópicos de astronomia

Relato 1 – 25/20/2025 das 14h55 às 15h45

Tema: força peso

Quantidade de estudantes: 13

Duração: 50 minutos

Esta é a primeira do minicurso sobre tópicos de astronomia desenvolvida para os estudantes do primeiro ano do ensino médio. Será abordado os temas sobre força gravitacional, força peso e massa e utilizada uma maquete tátil-visual que demonstrará a força necessária para levantar um objeto de mesma massa em diferentes planetas.

A primeira aula ministrada no minicurso se deu na última aula da escola. Chegando na sala de aula, me encaminhei diretamente para a mesa do professor. Imediatamente notei, quando me viram segurando a maquete, todos os estudantes focando brevemente naquele dispositivo e alguns me perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade. Então, respondia que logo menos iria explicar.

Estavam presentes nessa aula, menos da metade da turma. Eu sabia disso porque essa é a mesma turma onde ministro minhas aulas de regência do Estágio Supervisionado. Depois de acomodar a maquete sobre a mesa do professor, precisei pedir para a atenção da turma apesar do pequeno número de estudantes presentes. Passaram-se 10 minutos desde a minha chegada na sala de aula até que eu pudesse iniciar a aula de fato.

Iniciei a aula explicando que esta seria a primeira aula sobre tópicos, de um total de três aulas, que eu iria ministrar como parte do meu trabalho de conclusão de curso para a constituição de dados. Em seguida, expliquei, em linhas gerais, o que era a multissensorialidade e que todas as aulas estariam centradas neste método de ensino. Entretanto, não revelei qual seria meu objetivo de pesquisa (e, também, os

estudantes não perguntaram). Até aqui notei que todos os estudantes estavam com suas atenções em mim e nenhum encontrava-se repousando a cabeça sobre a mesa.

Para começar a discussão sobre o tema da aula, que envolve forças, projetei a imagem de um fisiculturista na televisão levantando um halter e perguntei para a turma o que ele precisava fazer para levantar o halter até a altura mostrada na imagem. Houve um breve instante de silêncio na sala até que um dos estudantes respondeu: força! Essa era a resposta que eu esperava ouvir. Depois de concordar com resposta do estudante, perguntei para a turma o que era, então, força? Como eles a descreveriam? Novamente, outro instante de silêncio. Então, um estudante respondeu que era movimento; outro que era peso. Concordei parcialmente com suas respostas dizendo que movimento e peso têm relação com a força, mas que força não era exatamente isso vendo suas caras de confusão, disse para eles que é normal explicar o que é força porque é algo que não podemos ver, apenas sentir. Nesse momento, perguntei se algum estudante gostaria de vir à frente da sala para que eu pudesse demonstrar o que é força. Ao todo, três estudantes se levantaram. O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que eu preciso acordar nas minhas aulas de regência do Estágio Supervisionado. Então, com ele posicionado em minha frente dei alguns puxões e chacoalhões. Fiz isso nos três estudantes. Aos demais que não se levantaram, pedi para que esticassem um de seus braços e, com a outra mão, apertassem o antebraço do braço esticado com diferentes intensidades. E explicando que em cada puxão, chacoalhão ou aperto estava-se exercendo uma força sobre o corpo, pois apenas sentimos cada puxão, chacoalhão ou aperto e não poderíamos ver a força em cada uma dessas ações. Em seguida, retomei a imagem do fisiculturista levantando o halter e reafirmei que, da mesma que eles acabaram de fazer, o homem da imagem somente sentia força usada para levantar o halter sem vê-la.

Perguntei se eles tinham alguma dúvida até o momento e me respondera negativamente, mas eu pude notar neles a expressão de quem acabara de descobrir algo novo. Em seguida, falei que força poderia ser exercida de duas maneiras: pelo contato e à distância.

Retomei, mais uma vez, a imagem projetada na televisão. Perguntei para a turma por que o homem da imagem aparentava sentir uma certa dificuldade em levantar o halter assim como eles sentem dificuldade em levantar alguns objetos?

Imediatamente, um estudante respondeu que era por causa da força da gravidade. Concordando parcialmente com ele, respondi que não era somente por causa da força da gravidade. Então, expliquei que, além da força gravitacional, a dificuldade que sentimos em levantar um objeto também depende da massa deste objeto, ou seja, quanto mais massa (quantidade de matéria) um objeto possui mais força precisamos fazer para levantar o objeto, e, também, que a combinação dessas duas grandezas, massa e força gravitacional, resulta no que chamamos de força peso que é o que precisamos vencer para levantar um objeto como o halter da imagem. Nesse momento, pedi para os estudantes levantarem suas mochilas e depois as suas mesas para sentirem a diferença de força peso. Enquanto isso, escrevi na lousa o seguinte: $\text{força peso} = \text{massa} \times \text{gravidade}$. E expliquei a relação diretamente proporcional da massa e gravidade com a força peso. Em seguida, perguntei o que aconteceria se eles levantassem a mesa deles na lua onde a gravidade é menor? Imediatamente, um outro estudante que pouco participa das minhas aulas de regência, respondeu que ele faria menos força por conta da gravidade. Concordei. Fiz a mesma pergunta só que elevando o valor da força gravitacional e ele me respondeu que precisaria de mais força.

Feitos essas explicações, pedi para os estudantes virem até a maquete multissensorial e expliquei como eles deveriam manuseá-la. Durante o uso da maquete, eles perguntavam: então, eu consigo levantar um carro na lua? Meu corpo ficaria peso em Júpiter? (que era um dos planetas representados na maquete); é por isso que o astronauta consegue pular mais alto na lua? De onde vem a força gravitacional? Como essa maquete foi construída se estamos não saímos da Terra?

Fui para a lousa para responder e explicar a última pergunta com base na relação da força peso descrita anteriormente, afinal, de fato, não podemos ir para outros planetas levantar objetos. Finalmente, terminei essa primeira aula com esta última pergunta. No geral, pude perceber que os estudantes ficaram mais atentos às explicações e, conseqüentemente, à aula, quando utilizei da didática multissensorial.

Relato 2 – 30/10/25 das 13h15 às 14h05

Tema: Primeira e segunda lei de Kepler

Quantidade de estudantes: 17

Duração: 50 minutos

Esta segunda aula teve o objetivo de apresentar para os estudantes a primeira e segunda lei de Kepler por meio de uma maquete multissensorial construída em madeira que mostra as orbitas 4 planetas que orbitam o sol, sendo dois do sistema solar, e a órbita de um cometa e a área varrida pelo planeta anão Sedna.

Hoje a aula demorou alguns minutos para iniciar, imagino que porque fosse a aula logo após o almoço. Por isso, comecei a aula cerca de 10 minutos depois do sinal. Quando entrei na sala de aula, assim como na primeira aula do minicurso, os estudantes ficaram olhando para a maquete de Kepler com expressões de curiosidade. Alguns vieram e me perguntaram o que era e o que fazia a maquete. Porém, guardei as explicações para quando iniciasse a aula. O professor supervisor, então, pediu silêncio para a turma e explicou que eu daria continuidade ao minicurso como na aula anterior.

Quando me posicionei na frente da turma, notei que havia alguns estudantes que não estavam na última aula (sobre força gravitacional). Iniciei a aula explicando sobre a ideia do projeto e sobre a metodologia sem explicar o seu objetivo. Então, perguntei aos estudantes que estavam presentes na última aula se eles lembravam do conceito de força gravitacional. A maioria disse que sim e alguns citaram que era essa força que puxava os objetos para baixo; era um “chacoalhão”; e que não podíamos vê-la; concordei com eles e fiz as explicações necessárias. Então, partindo do fato que os objetos caem, introduzi o tema da aula perguntando o que aconteceria se eles arremessassem um objeto na horizontal. Imediatamente, alguns estudantes me responderam que o objeto iria cair longe deles. Em seguida, perguntei qual seria a trajetória do objeto, mas os estudantes ficaram em silêncio. Um estudante disse: assim (descrevendo no ar uma trajetória curva com sua mão). Eu falei que ele estava correto e que o objeto descreve uma trajetória curva. Então, perguntei o que aconteceria se eles arremessassem o objeto com mais força e eles disseram que o

objeto cairia mais longe. Perguntei sobre a trajetória e eles disseram que seria curva. Perguntei novamente: e se vocês arremessarem o objeto com mais força ainda? Novamente, me responderam que o objeto cairia mais longe ainda e realizaria uma trajetória curva.

Para demonstrar essa discussão inicial, pedi para que um estudante se voluntariasse a vir na frente da sala de aula. Imediatamente, um estudante, que pouco participava e se quer prestava a atenção nas minhas aulas de regência do Estágio Supervisionado, se pôs em pé e veio até mim. Com uma pequena bola de espuma em mãos, pedi para o estudante arremessá-la com três diferentes velocidades (ou fazendo três diferentes forças) assim como nossa discussão anterior e pedi para a turma observar a trajetória qual seria a trajetória descrita pela pequena bola de espuma. Na lousa, fiz o esboço do estudante sobre a Terra bem como a trajetória após cada arremesso. Todos os estudantes, felizmente, observaram que a bolinha descreveu uma trajetória curva após cada arremesso. Um dos estudantes da turma, observando o esboço na lousa, afirmou que se a bolinha fosse arremessada com mais velocidade sairia da Terra. Concordei parcialmente com a afirmação dele. Expliquei que, na verdade, existi uma velocidade em que arremessando a bolinha ela iria cair, mas nunca tocaria o chão. De imediato, notei a confusão nas expressões de alguns estudantes. Até esse ponto, percebi que todos os estudantes estavam prestando a atenção na aula. Percebi, também, que havia mais interesse por parte dos estudantes nessa aula do que nas aulas de Estágio Supervisionado. Então, utilizando o esboço da lousa, representei a trajetória da bolinha caindo sem nunca tocar o chão, ou seja, a bolinha entraria em órbita descrevendo um movimento circular e constante em torno do planeta. Um dos estudantes perguntou se era isso que acontecia com os satélites e eu disse que sim. Era essa a ideia fundamental para colocar um satélite em órbita.

A partir da fala do estudante sobre a bolinha sair para fora da Terra se fosse arremessada com mais velocidade, expliquei que ele estava parcialmente certo, mas que não deixaria a Terra por conta da sua força gravitacional e nesse momento, utilizando do esboço na lousa, mostrei que a bolinha iniciaria um movimento elíptico. Aqui precisei fazer uma pausa na aula para explicar o que era uma elipse.

Quando retomei a explicação sobre o movimento elíptico dos planetas, expliquei que esse movimento era a primeira lei de Kepler: lei das órbitas, que na

maquete era representado por alto-relevo. Então, peguei a maquete das leis de Kepler e passei de mesa em mesa pedindo para os estudantes tocarem-na. Enquanto observavam a maquete, eu aproveitei para explicar sobre a segunda de Kepler: lei das áreas, que na maquete era representado por três áreas de superfícies ásperas e formas diferentes. Então, vinham as perguntas: todos os planetas têm essas órbitas? A velocidade que o planeta se movimenta é a mesma? O sol também tem um movimento igual ao dos planetas? (perguntando se o sol também realizado uma trajetória elíptica) é a força gravitacional que faz os planetas se movimentarem dessa forma? O que mantém os planetas apoiados? O que são os anos bissextos? Eles têm relação com o movimento da Terra?

Quando me perguntaram sobre a velocidade do planeta no movimento elíptico, eu expliquei que o movimento era variável: o planeta se movimentava com maior velocidade quando estava, no caso, mais próximo do sol e com menor velocidade quando se encontrava mais distante do sol. Então, abri um simulador sobre a primeira lei de Kepler. A simulação mostra um planeta se movimentando em torno de sol. Junto com o seu movimento, é possível ouvir um ruído. Quando mais o planeta se aproxima do sol, maior vai ficando o ruído; quanto mais distante do sol, menor vai ficando o ruído. Dessa forma, pude fazer os estudantes observarem o movimento do planeta utilizando o tato e a audição, além da visão.

Terminei a aula faltando 5 minutos para bater o sinal. No geral, nessa aula fiquei satisfeito com a participação dos estudantes e com perguntas feitas. Concluí que eles participaram mais e focaram mais nessa e na primeira aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado onde eu não utilizo nenhuma maquete.

Relato 3 – 31/10/2025 das 14h55 às 15h45

Tema: Fases da lua

Quantidade de estudantes: 14

Duração 50 minutos

A terceira e última aula teve o objetivo de demonstrar as quatro fases da lua (nova, crescente, cheia e minguante) de maneira que os estudantes observassem este fenômeno por meio da multissensorialidade. Para tanto, utilizei uma maquete da lua impressa em impressora 3D e um par de lâmpadas incandescentes para representar o sol.

Ministrei a aula no último horário do dia letivo e em uma sexta-feira. Por isso eu imaginava que os estudantes estariam com baixa empolgação e haveria poucos estudantes na sala de aula. Também imaginei que começaria a aula com alguns minutos de atraso como aconteceu na aula anterior do minicurso. No entanto, contrariando as minhas expectativas, o professor supervisor não demorou para chegar na sala de aula e, quando entrei, encontrei alguns estudantes bem agitados.

Já dentro da sala de aula, enquanto me encaminhava para a mesa do professor, eu notei, assim como nas outras aulas, os estudantes da turma olhando para as maquetes que eu carregava com olhares curiosos e com expressões de quem se questiona o que está por vir na aula. Dessa forma, eu percebi que somente a presença das maquetes em sala de aula é algo que atrai muito a atenção dos estudantes para estes dispositivos didáticos.

Depois que eu acomodei as maquetes na mesa do professor, o professor supervisor iniciou a aula pedindo, primeiramente, para que os estudantes que estavam mais agitados se sentassem e, em seguida, explicou para a turma que eu iria ministrar mais a aula mais uma vez. Então, comecei a última aula dizendo que seria o último encontro do minicurso e o objetivo da minha aula. Com a maquete da lua em mãos e percebendo que os estudantes estavam focados em mim perguntei se eles conheciam todas as fases da lua. Logo, como se fosse uma competição, ouvi a maioria dos estudantes dizer: cheia! Nova! Crescente! Minguante! Cada um tentou dizer as quatro

fases da lua. Assim, concluí que eles tinham conhecimento sobre estas fases. Então, perguntei se eles sabiam como que acontecia cada uma das fases e, ao contrário da pergunta anterior, os estudantes ficaram em silêncio. Alguns tentaram “chutar” uma resposta (e “chutaram” corretamente) dizendo que era por conta do movimento da lua em volta da Terra. Concordei, então, com eles dizendo que estavam corretos, mas que não depende somente do movimento orbital da lua e, em seguida, expliquei que a luz solar era fundamental para que ocorresse todas as fases que eles haviam dito mais cedo. Afinal, se a luz solar não fosse refletida na lua, não conseguiríamos vê-la. Depois, se eles sabiam qual era a fase da lua na data da aula e se eles tinham olhado para a lua nas noites anteriores e todos negaram. Alguns dizendo que não e outros balançando a cabeça. Assim aconteceu os momentos iniciais desta aula, fiz estas perguntas para introduzir o tema, verificar o conhecimento que eles possuíam sobre o tema e se existia alguma concepção alternativa.

Após a discussão inicial, levei, de mesa em mesa, a maquete da lua para que eles pudessem observá-la: olhando e tateando. A primeira percepção da maioria dos estudantes foi sentir o quão leve era a maquete ao segurá-la. Diante desta percepção, fiquei me perguntando o que os levaram a ter a impressão de que a maquete seria pesada? Será que por ser a representação quase que fiel de um corpo celeste, que possui grande quantidade de massa naturalmente, a maquete também teria grande quantidade de massa? Ou por causa das dimensões da maquete (uma esfera de aproximadamente 20 cm de diâmetro)? Independente do motivo que os levaram a imaginar qual era a massa da maquete, eu concluí que, se não segurassem a maquete, os estudantes poderiam ter ido embora com a impressão de que a maquete era pesada. Eu notei que esta impressão, que não é verdadeira, foi provocada apenas por verem na maquete. Então, comecei a pensar que, em uma aula de Física, muita informação é perdida ou pode ser entendida de forma errada, quando os estudantes somente olham e não sentem os fenômenos que estão estudando.

Ainda segurando a lua, após dizerem que era leve, os estudantes continuavam tateando a maquete girando-a para um lado e para outro e, então, vinham as perguntas: como a lua surgiu? o que são esses buracos na lua? (referindo-se às crateras); por que uns são maiores que os outros? (referindo-se às diferenças nos tamanhos das crateras); por que a lua tem um lado escuro? Se o homem já foi até a

lua, por que não foi no lado escuro? Por que só vemos um lado da lua? A lua gira assim (representando o movimento de translação)? Ela também não gira assim (representando o movimento de rotação em torno do seu próprio eixo)? Na maquete, inclusive, havia umas pequenas partes que estavam completamente lisas, sem crateras, e isso fez com que os estudantes perguntassem se a lua também possuía essas regiões lisas. Além disso, houve umas perguntas sobre o meteoro que causou a extinção dos dinossauros: se foi um asteroide que causou a extinção dos dinossauros, por que não vemos a cratera do asteroide? Se havia dinossauros em todos os continentes, por que todos morreram? E, dentro desse contexto, até uma pergunta envolvendo religião: os dinossauros existiram antes ou depois de Adão e Eva?

Entretanto, é verdade que um ou outro estudante apenas tocou a maquete por pouco tempo e sem fazer perguntas, parecendo não demonstrar tanto interesse. Porém, muitas das perguntas feitas nessa aula vieram de estudantes que pouco ou de nenhuma forma participavam das minhas regências do Estágio Supervisionado. Além disso, não vi nenhuma estudante de cabeça deitada sobre a mesa.

O tempo de aula utilizado para os estudantes tocarem a maquete foi muito maior do que eu esperava, afinal não esperava tantas perguntas. Finalmente, depois que todos observaram a maquete, dei início ao experimento que mostraria como acontece as 4 fases da lua. Então, fechei as janelas e cortinas e apaguei as luzes para reduzir a iluminação da sala de aula. Liguei na tomada o dispositivo que comportou as lâmpadas incandescentes, que era, na verdade, o experimento de ligação de circuitos em série e em paralelo, que serviram para representar o sol. Uma vez ligado, perguntei para a turma se alguém poderia vir voluntariamente para iniciar o experimento. Imediatamente um estudante se levantou. Ele era um dos estudantes que, nas aulas de regência de Estágio Supervisionado, sempre estava desmotivado. Expliquei para ele como o funcionava o experimento: as lâmpadas representavam o sol; a lua seria a lua; e ele, segurando a lua e posicionado em frente às lâmpadas, seria um observador na Terra. Conforme ele fosse girando em torno do seu próprio eixo, ele veria as mudanças de iluminação da lua que, como conhecemos, são as quatro fases da lua. Depois de ter completado um ciclo lunar, o estudante me devolveu a lua e retornou para o seu lugar me dizendo um simples “legal!”. Em seguida,

perguntei quem mais gostaria de fazer o experimento. No entanto, poucos estudantes participaram deste final da aula. Talvez porque o sinal que anunciava o fim da aula estava prestes a soar.

Contudo, eu não esperava que essa aula teria o tempo de duração que teve (aproximadamente 48 minutos dos 50 minutos planejados). Durante a aula, assim como nas anteriores, percebi que os estudantes estavam focados durante as explicações e que o uso das maquetes didáticas é algo que favorece muito as explicações e o desenvolvimento das aulas de Física além de promover um maior interesse do estudante. Por mais que poucos estudantes tenham participado no final da aula, considero que atingi os meus objetivos para esta aula.

APÊNDICE B – Codificação dos relatos das aulas

Relato 1 – 25/10/2025 das 14h55 às 15h45

Tema: força peso

Quantidade de estudantes: 13

Duração: 50 minutos

(P1) Esta é a primeira aula do minicurso sobre tópicos de astronomia desenvolvida para os estudantes do primeiro ano do ensino médio. Nela serão abordados os temas sobre força gravitacional, força peso e massa e utilizada uma maquete tátil-visual que demonstrará a força necessária para levantar um objeto de mesma massa em diferentes planetas.

(P2) A primeira aula ministrada no minicurso se deu na última aula da escola. Chegando na sala de aula, me encaminhei diretamente para a mesa do professor. Imediatamente notei **(T01) todos os estudantes, quando viram a maquete, focando brevemente naquele dispositivo e (T02) alguns dos estudantes perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade.** Então, respondia que logo menos iria explicar.

(P3) Estavam presentes nessa aula, menos da metade da turma. Eu sabia disso porque essa é a mesma turma onde ministro minhas aulas de regência do Estágio Supervisionado. Depois de acomodar a maquete sobre a mesa do professor, precisei pedir para a atenção da turma apesar do pequeno número de estudantes presentes. Passaram-se 10 minutos desde a minha chegada na sala de aula até que eu pudesse iniciar a aula de fato.

(P4) Iniciei a aula explicando que esta seria a primeira aula sobre tópicos, de um total de três aulas, que eu iria ministrar como parte do meu trabalho de conclusão de curso para a constituição de dados. Em seguida, expliquei, em linhas gerais, o que era a multissensorialidade e que todas as aulas estariam centradas neste método de ensino. Entretanto, não revelei qual seria meu objetivo de pesquisa (e, também, os estudantes não perguntaram). Até aqui notei que todos **(T03) os estudantes estavam com suas atenções na explicação e (T04) nenhum encontrava-se repousando a cabeça sobre a mesa.**

(P5) Para começar a discussão sobre o tema da aula, que envolveu forças, projetei a imagem de um fisiculturista na televisão levantando um halter e perguntei para a turma o que ele precisava fazer para levantar o halter até a altura mostrada na imagem. Houve um breve instante de silêncio na sala até que **(T05) um dos estudantes respondeu: -força!** Essa era a resposta que eu esperava ouvir. Depois de concordar com resposta do estudante, perguntei para a turma o que era, então, força? Como eles a descreveriam? Novamente, outro instante de silêncio. Então, **(T06) um estudante respondeu “movimento”;** **(T07) outro estudante respondeu “peso”.** Concordei parcialmente com suas respostas dizendo que movimento e peso têm relação com a força, mas que força não era exatamente isso e, vendo suas caras de confusão, disse para eles que é normal a dificuldade de explicar o que é força porque é algo que não podemos ver, apenas sentir. Nesse momento, perguntei se algum estudante gostaria de vir à frente da sala para que eu pudesse demonstrar o que é força. Ao todo, três estudantes se levantaram. **(T08) O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que dorme durante aulas de regência do Estágio Supervisionado.** Então, com ele posicionado em minha frente dei alguns puxões e empurrões. Fiz isso nos três estudantes. Aos demais que não se levantaram, pedi para que esticassem um de seus braços e, com a outra mão, apertassem o antebraço do braço esticado com diferentes intensidades. E explicando que em cada puxão, empurrão ou aperto se exerce uma força sobre o corpo, pois apenas sentimos cada puxão, empurrão ou aperto e não poderíamos ver a força em cada uma dessas ações. Nesse momento, pude notar todos os estudantes apertando seus antebraços. Em seguida, retomei a imagem do fisiculturista levantando o halter e reafirmei que, da mesma que eles acabaram de fazer, o homem da imagem somente poderia sentir a força usada para levantar o halter sem vê-la.

(P6) Perguntei se eles tinham alguma dúvida até o momento e me respondera negativamente, mas eu pude notar neles a expressão de quem acabara de descobrir algo novo. Em seguida, falei que força poderia ser exercida de duas maneiras: pelo contato e à distância.

(P7) Retomei, mais uma vez, a imagem projetada na televisão. Perguntei para a turma por que o homem da imagem aparentava sentir uma certa dificuldade em levantar o halter assim como eles sentem dificuldade em levantar alguns objetos? Imediatamente, **(T09) o mesmo estudante que se levantou primeiro para receber os empurrões e puxões, respondeu que era por causa da força da gravidade.**

Concordando parcialmente com ele, respondi que não era somente por causa da força da gravidade. Então, expliquei que, além da força gravitacional, a dificuldade que sentimos em levantar um objeto também depende da massa deste objeto, ou seja, quanto mais massa (quantidade de matéria) um objeto possui mais força precisamos fazer para levantar o objeto, e, também, que a combinação dessas duas grandezas, massa e força gravitacional, resulta no que chamamos de força peso que é o que precisamos vencer para levantar um objeto como o halter da imagem. Nesse momento, pedi para os estudantes levantarem suas mochilas e depois as suas mesas para sentirem a diferença de força peso. **(T10) A maior parte dos estudantes presentes atendeu ao pedido.** Enquanto isso, escrevi na lousa o seguinte: força peso = massa x gravidade. E expliquei a relação diretamente proporcional da massa e força gravitacional com a força peso. Em seguida, perguntei o que aconteceria se eles levantassem a mesa deles na lua onde a gravidade é menor? Imediatamente, um **(T11) outro estudante que pouco participa das aulas de regência, respondeu que ele faria menos força “por conta da gravidade”.** Concordei. Fiz a mesma pergunta, porém aumentando o valor da força gravitacional e **(T12) ele respondeu que precisaria fazer mais força** para levantar a mesa.

(P8) Feitos essas explicações, pedi para os estudantes virem até a maquete multissensorial e expliquei como eles deveriam manuseá-la. Então, **(T13) os estudantes perguntavam conforme manuseavam a maquete:** então, eu consigo levantar um carro na lua? Meu corpo ficaria peso em Júpiter? (que era um dos planetas representados na maquete); é por isso que o astronauta consegue pular mais alto na lua? De onde vem a força gravitacional? Como essa maquete foi construída se estamos não saímos da Terra?

(P9) Fui para a lousa para responder e explicar a última pergunta com base na relação da força peso descrita anteriormente, afinal, de fato, não podemos ir para outros planetas levantar objetos. Finalmente, terminei essa primeira aula com esta última pergunta. No geral, pude perceber que os estudantes ficaram mais atentos às explicações e, conseqüentemente, à aula, quando utilizei da didática multissensorial.

Relato 2 – 30/10/25 das 13h15 às 14h05

Tema: Primeira e segunda lei de Kepler

Quantidade de estudantes: 17

Duração: 50 minutos

(P10) Esta segunda aula teve o objetivo de apresentar para os estudantes a primeira e segunda lei de Kepler por meio de uma maquete multissensorial construída em madeira que mostra as orbitas 4 planetas que orbitam o sol, sendo dois do sistema solar, e a órbita de um cometa e a área varrida pelo planeta anão Sedna.

(P11) Hoje a aula demorou alguns minutos para iniciar. Imaginei que a demora fosse porque é a aula logo após o almoço. Por isso, comecei a aula cerca de 10 minutos depois do sinal. Quando entrei na sala de aula, assim como na primeira aula do minicurso, **(T14) os estudantes ficaram olhando para a maquete de Kepler com expressões de curiosidade. (T15) Alguns alunos perguntaram o que era e o que fazia a maquete.** Porém, guardei as explicações para quando iniciasse a aula. O professor supervisor, então, pediu silêncio para a turma e explicou que eu daria continuidade ao minicurso como na aula anterior.

(P12) Quando me posicionei na frente da turma, notei que havia alguns estudantes que não estavam na última aula (Sobre força gravitacional). Por isso, iniciei a aula explicando sobre a ideia do projeto e sobre a metodologia. Então, perguntei aos estudantes que estavam presentes na última aula se eles lembravam do conceito de força gravitacional. **(T16) A maioria deles respondeu sim e (T17) alguns citaram que era a força que puxava os objetos para baixo; era um “chacoalhão”; e que não podíamos vê-la;** concordei com eles e fiz as explicações necessárias para contextualizar os alunos não presentes na aula 1 do minicurso. Então, partindo do fato que os objetos caem, introduzi o tema da aula perguntando o que aconteceria se eles arremessassem um objeto na horizontal. Imediatamente, **(T18) alguns estudantes responderam que o objeto iria cair longe deles.** Em seguida, perguntei qual seria a trajetória do objeto, mas os estudantes ficaram em silêncio. **(T19) Um estudante disse: “assim...” (descrevendo no ar uma trajetória curva com sua mão).** Eu falei que ele estava correto e que o objeto descreve uma trajetória curva. Então, perguntei o que aconteceria se eles arremessassem o objeto com mais força e **(T20) eles**

disseram que o objeto cairia mais longe. Perguntei sobre a trajetória e responderam que seria curva. Perguntei novamente: e se vocês arremessarem o objeto com mais força ainda? Novamente, **(T21) me responderam que o objeto cairia mais longe ainda e realizaria uma trajetória curva.**

(P13) Para demonstrar essa discussão inicial, pedi para que um estudante se voluntariasse a vir na frente da sala de aula. Imediatamente, **(T22) um estudante, que pouco participava e se quer prestava a atenção nas aulas de regência do Estágio Supervisionado, se pôs em pé e veio até a frente da turma.** Com uma pequena bola de espuma em mãos, pedi para o estudante arremessá-la com três diferentes velocidades (ou fazendo três diferentes forças) assim como nossa discussão anterior e pedi para a turma observar a trajetória qual seria a trajetória descrita pela pequena bola de espuma. Na lousa, fiz o esboço do estudante sobre a Terra bem como a trajetória após cada arremesso. Todos os estudantes, felizmente, viram que a bolinha descreveu uma trajetória curva após cada arremesso. Olhando para o esboço na lousa, **(T23) um dos alunos afirmou que se a bolinha fosse arremessada com mais velocidade sairia da Terra.** Concordei parcialmente com a afirmação dele. Expliquei que, na verdade, existe uma velocidade em que arremessando a bolinha ela iria cair, mas nunca tocaria o chão. De imediato, notei a confusão nas expressões de alguns estudantes. Até esse ponto percebi **(T24) todos os estudantes estavam prestando a atenção na aula.** Percebi, também, que **(T25) havia mais interesse dos estudantes na aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado.** Então, utilizando o esboço da lousa, representei a trajetória da bolinha caindo sem nunca tocar o chão, ou seja, a bolinha entrando em órbita descrevendo um movimento circular e constante em torno do planeta. **(T26) Um estudante perguntou se era isso que acontecia com os satélites** e eu disse que sim. Era essa a ideia fundamental para colocar um satélite em órbita.

(P14) A partir da fala do estudante sobre a bolinha sair da órbita terrestre se fosse arremessada com maior velocidade, expliquei que ele estava parcialmente certo, mas que não deixaria a Terra por conta da sua força gravitacional e nesse momento, utilizando do esboço na lousa, mostrei que a bolinha iniciaria um movimento elíptico. Aqui precisei fazer uma pausa na aula para explicar o que era uma elipse.

(P15) Quando retomei a explicação sobre o movimento elíptico dos planetas, expliquei que esse movimento era a primeira lei de Kepler: lei das órbitas, que na maquete era representado por alto-relevo. Então, peguei a maquete das leis de Kepler

e fui de mesa em mesa pedindo para os estudantes tocarem-na. Enquanto observavam a maquete, eu aproveitei para explicar sobre a segunda de Kepler: lei das áreas, que na maquete era representado por três áreas de superfícies ásperas e formas diferentes. Então, **(T27) enquanto os alunos tateavam a maquete, vinham as perguntas:** todos os planetas têm essas órbitas? A velocidade que o planeta se movimenta é a mesma? O sol também tem um movimento igual ao dos planetas? (perguntando se o sol também realizado uma trajetória elíptica) é a força gravitacional que faz os planetas se movimentarem dessa forma? O que mantém os planetas apoiados? O que são os anos bissextos? Eles têm relação com o movimento da Terra?

(P16) Quando **(T28) os alunos perguntaram sobre a velocidade do planeta no movimento elíptico**, eu expliquei que o movimento era variável: o planeta se movimentava com maior velocidade quando estava, no caso, mais próximo do sol e com menor velocidade quando se encontrava mais distante do sol. Então, abri um simulador sobre leis de Kepler. A simulação mostrou um planeta se movimentando em torno de sol. Junto com o seu movimento, possível ouvir um ruído enquanto o planeta se deslocava em movimento orbital elíptico. Quanto mais o planeta se aproxima do sol, maior era o ruído; quanto mais distante do sol, menor era o ruído. Dessa forma, pude fazer os estudantes observarem o movimento do planeta utilizando o tato e a audição, além da visão.

(P17) Terminei a aula faltando 5 minutos para bater o sinal. No geral, nessa aula fiquei satisfeito com a participação dos estudantes e com perguntas feitas. Concluí que eles participaram mais e focaram mais nessa e na primeira aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado onde eu não utilizo nenhuma maquete.

Relato 3 – 31/10/2025 das 14h55 às 15h45

Tema: Fases da lua

Quantidade de estudantes: 14

Duração 50 minutos

(P18) A terceira e última aula teve o objetivo de demonstrar as quatro fases da lua (nova, crescente, cheia e minguante) de maneira que os estudantes observassem este fenômeno por meio da multissensorialidade. Para tanto, utilizei uma maquete da lua impressa em impressora 3D e um par de lâmpadas incandescentes para representar o sol.

(P19) Ministrei a aula no último horário em uma sexta-feira. Por isso, eu imaginava que os estudantes estariam com baixa empolgação e haveria poucos estudantes na sala de aula. Também imaginei que começaria a aula com alguns minutos de atraso como aconteceu na aula anterior do minicurso. No entanto, contrariando as minhas expectativas, o professor supervisor não demorou para chegar na sala de aula e, quando entrei, encontrei alguns estudantes bem agitados.

(P20) Já dentro da sala de aula, enquanto me encaminhava para a mesa do professor, eu notei, assim como nas outras aulas, **(T29) os estudantes da turma olhando para as maquetes** que eu carregava com olhares curiosos e com expressões de quem se questiona o que está por vir na aula. Dessa forma, eu percebi que somente **(T30) a presença das maquetes em sala de aula atrai muito a atenção dos estudantes** para estes dispositivos didáticos.

(P21) Depois que eu acomodei as maquetes na mesa do professor, o professor supervisor iniciou a aula pedindo, primeiramente, para os estudantes que estavam mais agitados se sentassem e, em seguida, explicou para a turma que eu iria ministrar mais a aula mais uma vez. Então, comecei a última aula dizendo que seria o último encontro do minicurso e o objetivo da minha aula. Com a maquete da lua em mãos e percebendo que **(T31) os estudantes estavam focados** em mim perguntei se eles conheciam todas as fases da lua. Logo, como se fosse uma competição, **(T32) a maioria dos estudantes responderam**: cheia! Nova! Crescente! Minguante! Cada um tentou dizer as quatro fases da lua. Assim, concluí que eles tinham conhecimento sobre estas fases. Então, perguntei se eles sabiam como que acontecia cada uma

das fases e, ao contrário da pergunta anterior, os estudantes ficaram em silêncio. **(T33) Alguns tentaram “chutar” uma resposta (e “chutaram” corretamente)** dizendo que era por conta do movimento da lua em volta da Terra. Concordei, então, com eles dizendo que estavam corretos, mas que não depende somente do movimento orbital da lua e, em seguida, expliquei que a luz solar era fundamental para que ocorresse todas as fases que eles haviam mencionado mais cedo. Afinal, se a luz solar não fosse refletida na lua, não conseguiríamos vê-la. Depois, perguntei se eles sabiam qual era a fase da lua na data da aula e se eles tinham olhado para a lua nas noites anteriores e todos negaram. Alguns disseram não enquanto outros balançaram a cabeça negando a pergunta. Assim, aconteceu os momentos iniciais desta aula, fiz estas perguntas para introduzir o tema, verificar o conhecimento que eles possuíam sobre o tema e se existia alguma concepção alternativa.

(P22) Após a discussão inicial, levei, de mesa em mesa, a maquete da lua para que eles pudessem observá-la: olhando e tateando. **(T34) A primeira percepção da maioria dos estudantes foi sentir o quão leve era a maquete ao segurá-la.** Diante desta percepção, fiquei me perguntando o que os levaram a ter a impressão de que a maquete seria pesada? Será que por ser a representação de um corpo celeste, que possui grande quantidade de massa naturalmente, a maquete também teria grande quantidade de massa? Ou por causa das dimensões da maquete (uma esfera de aproximadamente 20 cm de diâmetro)? Independente do motivo que os levaram a imaginar qual era a massa da maquete, eu concluí que, se não segurassem a maquete, os estudantes poderiam ter ido embora com a impressão de que a maquete era pesada. Eu notei que esta impressão, que não é verdadeira, foi provocada apenas por verem na maquete. Então, pensei que, em uma aula de Física, muita informação é perdida ou pode ser entendida de forma errada, quando os estudantes somente olham e não sentem os fenômenos que estão estudando.

(P23) Ainda segurando a lua, após dizerem que era leve, os estudantes continuavam tateando a maquete girando-a para um lado e para outro e, então, **(T35) começavam a fazer perguntas:** como a lua surgiu? o que são esses buracos na lua? (referindo-se às crateras); por que uns são maiores que os outros? (referindo-se às diferenças nos tamanhos das crateras); por que a lua tem um lado escuro? Se o homem já foi até a lua, por que não foi no lado escuro? Por que só vemos um lado da lua? A lua gira assim (representando o movimento de translação)? Ela também não gira assim (representando o movimento de rotação em torno do seu próprio eixo)? Na

maquete, inclusive, havia umas pequenas partes que estavam completamente lisas, sem crateras, e isso fez que com que os estudantes perguntassem se a lua também possuía essas regiões lisas. Além disso, **(T36) uma estudante perguntou sobre o meteoro que causou a extinção dos dinossauros**: se foi um asteroide que causou a extinção dos dinossauros, por que não vemos a cratera do asteroide? Se havia dinossauros em todos os continentes, por que todos morreram? E, dentro desse contexto, **(T37) a mesma estudante fez outra pergunta, dessa vez, envolvendo religião**: os dinossauros existiram antes ou depois de Adão e Eva?

(P24) Entretanto, notei que um ou outro estudante apenas tocou a maquete por pouco tempo e sem fazer perguntas, parecendo não demonstrar tanto interesse. Porém, **(T38) muitas das perguntas feitas nessa aula vieram de estudantes que pouco ou de nenhuma forma participavam das aulas de regências do Estágio Supervisionado**. Além disso, não vi **(T39) nenhum estudante com a cabeça deitada sobre a mesa**.

(P25) O tempo de aula utilizado para os estudantes tocaram a maquete foi muito maior do que eu esperava, afinal não esperava tantas perguntas. Finalmente, depois que todos observaram a maquete, dei início ao experimento que mostraria como acontece as 4 fases da lua. Então, fechei as janelas e cortinas e apaguei as luzes para reduzir a iluminação da sala de aula. Liguei na tomada o dispositivo que comportou as lâmpadas incandescentes, que era, na verdade, o experimento de ligação de circuitos em série e em paralelo, que serviram para representar o sol. Uma vez ligado, perguntei para a turma se alguém poderia vir voluntariamente para iniciar o experimento. Imediatamente, **(T40) um estudante se levantou. Ele era um dos estudantes que, nas aulas de regência de Estágio Supervisionado, sempre estava desmotivado**. Expliquei para ele como o funcionava o experimento: as lâmpadas representavam o sol; a lua seria a lua; e ele, segurando a lua e posicionado em frente às lâmpadas, seria um observador na Terra. Conforme ele fosse girando em torno do seu próprio eixo, ele veria as mudanças de iluminação da lua que, como conhecemos, são as quatro fases da lua. Depois de ter completado um ciclo lunar, **(T41) o estudante devolveu a lua e retornou para o seu lugar dizendo um simples “legal!”**. Em seguida, perguntei quem mais gostaria de fazer o experimento. No entanto, poucos estudantes participaram deste final da aula. Talvez porque o sinal que anunciava o fim da aula estava prestes a soar.

(P26) Contudo, eu não esperava que essa aula teria o tempo de duração que teve (aproximadamente 48 minutos dos 50 minutos planejados). Durante a aula, assim como nas anteriores, percebi que os estudantes estavam focados durante as explicações e que o uso das maquetes didáticas é algo que favorece muito as explicações e o desenvolvimento das aulas de Física além de promover um maior interesse do estudante. Por mais que poucos estudantes tenham participado no final da aula, considero que atingi os meus objetivos para esta aula.

APÊNDICE C – Quadro das unidades de análise

Quadro 7: Unidades de análise identificadas e codificadas neste trabalho.

Identificação da unidade de análise	Unidade de análise	Código
P02-T01	<i>todos os estudantes, quando viram a maquete, focando brevemente naquele dispositivo</i>	O dispositivo atraiu a atenção dos alunos
P02-T02	<i>Alguns dos estudantes perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade</i>	O dispositivo despertou o interesse dos alunos
P04-T03	<i>os estudantes estavam com suas atenções na explicação</i>	Os alunos se mostram mais interessados
P04-T04	<i>nenhum encontrava-se repousando a cabeça sobre a mesa</i>	Os alunos se mostram mais motivados
P05-T05	<i>um dos estudantes respondeu: -força!</i>	O aluno se mostra mais participativo
P05-T06	<i>um estudante respondeu “movimento”</i>	O aluno se mostra mais participativo
P05-T07	<i>outro estudante respondeu “peso”</i>	O aluno se mostra mais participativo
P07-T08	<i>O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que dorme durante aulas de regência do Estágio Supervisionado</i>	O aluno se mostra mais engajado
P07-T09	<i>o mesmo estudante que se levantou primeiro para receber os empurrões e puxões, respondeu que era por causa da força da gravidade</i>	O aluno se mostra mais participativo

P07-T10	<i>A maior parte dos estudantes presentes atendeu ao pedido</i>	Os alunos se mostram mais engajados
P07-T11	<i>Outro estudante que pouco participa das aulas de regência, respondeu que ele faria menos força “por conta da gravidade”.</i>	O aluno se mostra mais participativo
P07-T12	<i>Ele respondeu que precisaria fazer mais força</i>	O aluno se mostra mais participativo
P08-T13	<i>os estudantes perguntavam conforme manuseavam a maquete</i>	Os alunos fazem mais perguntas
P11-T14	<i>os estudantes ficaram olhando para a maquete de Kepler com expressões de curiosidade</i>	O dispositivo atraiu a atenção dos alunos
P11-T15	<i>Alguns alunos perguntaram o que era e o que fazia a maquete</i>	O dispositivo desperta o interesse dos alunos
P12-T16	<i>A maioria deles respondeu</i>	Os alunos se mostram mais participativos
P12-T17	<i>alguns citaram que era a força que puxava os objetos para baixo; era um “chacoalhão”; e que não podíamos vê-la;</i>	Os alunos se mostram mais participativos
P12-T18	<i>alguns estudantes responderam que o objeto iria cair longe deles</i>	Os alunos se mostram mais participativos
P12-T19	<i>Um estudante disse: “assim...” (descrevendo no ar uma trajetória curva com sua mão)</i>	O aluno se mostra mais participativo
P12-T20	<i>eles disseram que o objeto cairia mais longe. Perguntei sobre a trajetória e responderam que seria curva</i>	Os alunos se mostram mais participativos

P12-T21	<i>me responderam que o objeto cairia mais longe ainda e realizaria uma trajetória curva</i>	Os alunos se mostram mais participativos
P13-T22	<i>um estudante, que pouco participava e se quer prestava a atenção nas aulas de regência do Estágio Supervisionado, se pôs em pé e veio até a frente da turma</i>	Os alunos se mostram mais engajados
P13-T23	<i>um dos alunos afirmou que se a bolinha fosse arremessada com mais velocidade sairia da Terra</i>	Os alunos se mostram mais participativo
P13-T24	<i>todos os estudantes estavam prestando a atenção na aula</i>	Os alunos se mostram mais interessados
P13-T25	<i>havia mais interesse dos estudantes na aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado</i>	Os alunos se mostram mais interessados
P13-T26	<i>Um estudante perguntou se era isso que acontecia com os satélites</i>	O aluno pergunta mais
P15-T27	<i>enquanto os alunos tateavam a maquete, vinham as perguntas</i>	Os alunos perguntam mais
P16-T28	<i>os alunos perguntaram sobre a velocidade do planeta no movimento elíptico</i>	Os alunos perguntam mais
P20-T29	<i>os estudantes da turma olhando para as maquetes</i>	O dispositivo atraiu a atenção dos alunos
P20-T30	<i>a presença das maquetes em sala de aula atrai muito a atenção dos estudantes</i>	O dispositivo atraiu a atenção dos alunos
P21-T31	<i>os estudantes estavam focados</i>	Os alunos se mostram mais interessados
P21-T32	<i>a maioria dos estudantes responderam</i>	Alunos parecem mais participativos

P21-T33	<i>Alguns alunos tentaram “chutar” uma resposta (e “chutaram” corretamente)</i>	Alunos parecem mais participativos
P22-T34	<i>A primeira percepção da maioria dos estudantes foi sentir o quão leve era a maquete ao segurá-la</i>	O dispositivo influencia a construção de conhecimento dos alunos
P23-T35	<i>começavam a fazer perguntas</i>	Alunos parecem fazer mais perguntas
P23-T36	<i>uma estudante perguntou sobre o meteoro que causou a extinção dos dinossauros</i>	Alunos parecem fazer mais perguntas
P23-T37	<i>a mesma estudante fez outra pergunta, dessa vez, envolvendo religião</i>	Alunos parecem fazer mais perguntas
P24-T38	<i>muitas das perguntas feitas nessa aula vieram de estudantes que pouco ou de nenhuma forma participavam das aulas de regências do Estágio Supervisionado</i>	Os alunos perguntam mais
P24-T39	<i>nenhum estudante com a cabeça deitada sobre a mesa</i>	Os alunos se mostram mais interessados
P25-T40	<i>um estudante se levantou. Ele era um dos estudantes que, nas aulas de regência de Estágio Supervisionado, sempre estava desmotivado</i>	Alunos parece mais engajados
P20-T41	<i>o estudante devolveu a lua e retornou para o seu lugar dizendo um simples “legal!”</i>	Alunos parece mais engajados

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE D – Quadro das unidades de contexto

Quadro 8: Unidades de contexto das unidades de análise.

Identificação das unidades de análise	Unidades de análise	Unidade de contexto
P02-T01	<i>todos os estudantes, quando viram a maquete, focados brevemente naquele dispositivo</i>	A primeira aula ministrada no minicurso se deu na última aula da escola. Chegando na sala de aula, me encaminhei diretamente para a mesa do professor. Imediatamente notei todos os estudantes, quando viram a maquete, focando brevemente naquele dispositivo e alguns dos estudantes perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade. Então, respondia que logo menos iria explicar.
P02-T02	<i>Estudantes perguntavam o que era aquilo e para que servia com olhares de curiosidade</i>	
P04-T03	<i>os estudantes estavam com suas atenções na explicação</i>	Iniciei a aula explicando que esta seria a primeira aula sobre tópicos, de um total de três aulas, que eu iria ministrar como parte do meu trabalho de conclusão de curso para a constituição de dados. Em seguida, expliquei, em linhas gerais, o que era a multissensorialidade e que todas as aulas estariam centradas neste

P04-T04	<i>nenhum encontrava-Te repousando a cabeça sobre a mesa</i>	método de ensino. Entretanto, não revelei qual seria meu objetivo de pesquisa (e, também, os estudantes não perguntaram). Até aqui notei que todos os estudantes estavam com suas atenções na explicação e nenhum encontrava-Te repousando a cabeça sobre a mesa.
P05-T05	<i>um dos estudantes respondeu: -força!</i>	Para começar a discussão sobre o tema da aula, que envolveu forças, projetei a imagem de um fisiculturista na televisão levantando um halter e perguntei para a turma o que ele precisava fazer para levantar o halter até a altura mostrada na imagem. Houve um breve instante de silêncio na sala até que um dos estudantes respondeu: -força! Essa era a resposta que eu esperava ouvir. Depois de concordar com resposta do estudante, perguntei para a turma o que era, então, força? Como eles a descreveriam? Novamente, outro instante de silêncio. Então, (T06) um estudante respondeu “movimento”; outro estudante respondeu “peso”. Concordei parcialmente com suas respostas dizendo que movimento e peso têm relação com a força, mas que força não era exatamente isso e, vendo suas caras de confusão, disse para eles

P05-T06	<i>um estudante respondeu “movimento”</i>	que é normal a dificuldade de explicar o que é força porque é algo que não podemos ver, apenas sentir. Nesse momento, perguntei se algum estudante gostaria de vir à frente da sala para que eu pudesse demonstrar o que é força. Ao todo, três estudantes se levantaram. O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que dorme durante aulas de regência do Estágio Supervisionado. Então, com ele posicionado em minha frente dei alguns puxões e empurrões. Fiz isso nos três estudantes. Aos demais que não se levantaram, pedi para que esticassem um de seus braços e, com a outra mão, apertassem o antebraço do braço esticado com diferentes intensidades. E explicando que em cada puxão, empurrão ou aperto se exerce uma força sobre o corpo, pois apenas sentimos cada puxão, empurrão ou aperto e não
---------	---	---

P05-T07	<i>outro estudante respondeu “peso”</i>	poderíamos ver a força em cada uma dessas ações. Nesse momento, pude notar todos os estudantes apertando seus antebraços. Em seguida, retomei a imagem do fisiculturista levantando o halter e reafirmei que, da mesma que eles acabaram de fazer, o homem da imagem somente poderia sentir a força usada para levantar o halter sem vê-la.
---------	---	---

P07-T08	<i>O primeiro estudante que se levantou é um dos estudantes que dorme durante aulas de regência do Estágio Supervisionado</i>	Retomei, mais uma vez, a imagem projetada na televisão. Perguntei para a turma por que o homem da imagem aparentava sentir uma certa dificuldade em levantar o halter assim como eles sentem dificuldade em levantar alguns objetos? Imediatamente, o mesmo estudante que se levantou primeiro para receber os empurrões e puxões, respondeu que era por causa da força da gravidade. Concordando parcialmente com ele, respondi que não era somente por causa da força da gravidade. Então, expliquei que, além da força gravitacional, a dificuldade que sentimos em levantar um
P07-T09	<i>o mesmo estudante que se levantou primeiro para receber os empurrões e puxões, respondeu que era por causa da força da gravidade</i>	objeto também depende da massa deste objeto, ou seja, quanto mais massa (quantidade de matéria) um objeto possui mais força precisamos fazer para levantar o objeto, e, também, que a combinação dessas duas grandezas, massa e força gravitacional, resulta no que chamamos de força peso que é o que precisamos vencer para levantar um objeto como o halter da imagem. Nesse momento, pedi para os estudantes levantarem suas mochilas e depois as suas mesas para sentirem a diferença de força peso. A maior parte dos estudantes presentes atendeu ao pedido. Enquanto isso, escrevi na lousa o seguinte: $\text{força peso} = \text{massa} \times \text{gravidade}$.

P07-T10	<i>A maior parte dos estudantes presentes atendeu ao pedido</i>	E expliquei a relação diretamente proporcional da massa e força gravitacional com a força peso. Em seguida, perguntei o que aconteceria se eles levantassem a mesa deles na lua onde a gravidade é menor? Imediatamente, um outro estudante que pouco participa das aulas de regência, respondeu que ele faria menos força “por conta da gravidade”. Concordei. Fiz a mesma pergunta, porém aumentando o valor da força gravitacional e ele respondeu que precisaria fazer mais força para levantar a mesa.
P07-T11	<i>Outro estudante que pouco participa das aulas de regência, respondeu que ele faria menos força “por conta da gravidade”.</i>	
P07-T12	<i>Ele respondeu que precisaria fazer mais força</i>	

P08-T13	<i>os estudantes perguntavam conforme manuseavam a maquete</i>	Feitos essas explicações, pedi para os estudantes virem até a maquete multissensorial e expliquei como eles deveriam manuseá-la. Então, os estudantes perguntavam conforme manuseavam a maquete: então, eu consigo levantar um carro na lua? Meu corpo ficaria peso em Júpiter? (que era um dos planetas representados na maquete); é por isso que o astronauta consegue pular mais alto na lua? De onde vem a força gravitacional? Como essa maquete foi construída se estamos não saímos da Terra?
P11-T14	<i>os estudantes ficaram olhando para a maquete de Kepler com expressões de curiosidade</i>	Hoje a aula demorou alguns minutos para iniciar. Imaginei que a demora fosse porque é a aula logo após o almoço. Por isso, comecei a aula cerca de 10 minutos depois do sinal. Quando entrei na sala de aula, assim como na primeira aula do minicurso, os estudantes ficaram olhando para a maquete de Kepler com expressões de curiosidade. Alguns alunos perguntaram o que era e o que fazia a maquete. Porém, guardei as explicações para

P11-T15	<i>Alguns alunos perguntaram o que era e o que fazia a maquete</i>	quando iniciasse a aula. O professor supervisor, então, pediu silêncio para a turma e explicou que eu daria continuidade ao minicurso como na aula anterior.
P12-T16	<i>A maioria deles respondeu</i>	Quando me posicionei na frente da turma, notei que havia alguns estudantes que não estavam na última aula (Sobre força gravitacional). Por isso, iniciei a aula explicando sobre a ideia do projeto e sobre a metodologia. Então, perguntei aos estudantes que estavam presentes na última aula se eles lembravam do conceito de força gravitacional. A maioria deles respondeu sim e alguns citaram que era a força que puxava os objetos para baixo; era um “chacoalhão”; e que não podíamos vê-la; concordei com eles e fiz as explicações necessárias para contextualizar os alunos não presentes na aula 1 do minicurso. Então, partindo do fato que os objetos caem, introduzi o tema da aula perguntando o que aconteceria se eles arremessassem um objeto na horizontal. Imediatamente, alguns estudantes responderam que o objeto iria cair longe deles. Em seguida, perguntei qual seria a trajetória do
P12-T17	<i>alguns citaram que era a força que puxava os objetos para baixo; era um “chacoalhão”; e que não podíamos vê-la;</i>	
P12-T18	<i>alguns estudantes responderam que o objeto iria cair longe deles</i>	

P12-T19	<i>Um estudante disse: “assim...” (descrevendo no ar uma trajetória curva com sua mão)</i>	objeto, mas os estudantes ficaram em silêncio. Um estudante disse: “assim...” (descrevendo no ar uma trajetória curva com sua mão). Eu falei que ele estava correto e que o objeto descreve uma trajetória curva. Então, perguntei o que aconteceria se eles arremessassem o objeto com mais força e eles disseram que o objeto cairia mais longe. Perguntei sobre a trajetória e responderam que seria curva. Perguntei novamente: e se vocês arremessarem o objeto com mais força ainda? Novamente, me responderam que o objeto cairia mais longe ainda e realizaria uma trajetória curva.
P12-T20	<i>eles disseram que o objeto cairia mais longe. Perguntei sobre a trajetória e responderam que seria curva</i>	
P12-T21	<i>me responderam que o objeto cairia mais longe ainda e realizaria uma trajetória curva</i>	

P13-T22	<i>um estudante, que pouco participava e se quer prestava a atenção nas aulas de regência do Estágio Supervisionado, se pôs em pé e veio até a frente da turma</i>	Para demonstrar essa discussão inicial, pedi para que um estudante se voluntariasse a vir na frente da sala de aula. Imediatamente, um estudante, que pouco participava e se quer prestava a atenção nas aulas de regência do Estágio Supervisionado, se pôs em pé e veio até a frente da turma. Com uma pequena bola de espuma em mãos, pedi para o estudante arremessá-la com três diferentes velocidades (ou fazendo três diferentes forças) assim como nossa discussão anterior e pedi para a turma observar a trajetória qual seria a trajetória descrita pela pequena bola de espuma. Na lousa, fiz o esboço do estudante sobre a Terra bem como a trajetória após cada arremesso. Todos os estudantes, felizmente, viram que a bolinha descreveu uma trajetória curva após cada arremesso. Olhando para o esboço na lousa, um dos alunos afirmou que se a bolinha fosse arremessada com mais velocidade sairia da Terra. Concordei parcialmente com a afirmação dele. Expliquei que, na verdade, existe uma velocidade em que arremessando a bolinha ela iria cair, mas nunca tocaria o chão. De imediato, notei a confusão nas expressões de alguns
P13-T23	<i>um dos alunos afirmou que se a bolinha fosse arremessada com mais velocidade sairia da Terra</i>	

P13-T24	<i>todos os estudantes estavam prestando a atenção na aula</i>	estudantes. Até esse ponto percebi todos os estudantes estavam prestando a atenção na aula. Percebi, também, que havia mais interesse dos estudantes na aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado. Então, utilizando o esboço da lousa, representei a trajetória da bolinha caindo sem nunca tocar o chão, ou seja, a bolinha entrando em órbita descrevendo um movimento circular e constante em torno do planeta. Um estudante perguntou se era isso que acontecia com os satélites e eu disse que sim. Era essa a ideia fundamental para colocar um satélite em órbita.
P13-T25	<i>havia mais interesse dos estudantes na aula do minicurso do que nas aulas de Estágio Supervisionado</i>	
P13-T26	<i>Um estudante perguntou se era isso que acontecia com os satélites</i>	

P15-T27	<i>enquanto os alunos tateavam a maquete, vinham as perguntas</i>	Quando retomei a explicação sobre o movimento elíptico dos planetas, expliquei que esse movimento era a primeira lei de Kepler: lei das órbitas, que na maquete era representado por alto-relevo. Então, peguei a maquete das leis de Kepler e fui de mesa em mesa pedindo para os estudantes tocarem-na. Enquanto observavam a maquete, eu aproveitei para explicar sobre a segunda de Kepler: lei das áreas, que na maquete era representado por três áreas de superfícies ásperas e formas diferentes. Então, enquanto os alunos tateavam a maquete, vinham as perguntas: todos os planetas têm essas órbitas? A velocidade que o planeta se movimenta é a mesma? O sol também tem um movimento igual ao dos planetas? (perguntando se o sol também realizado uma trajetória elíptica) é a força gravitacional que faz os planetas se movimentarem dessa forma? O que mantém os planetas apoiados? O que são os anos bissextos? Eles têm relação com o movimento da Terra?
---------	---	--

P16-T28	<i>os alunos perguntaram sobre a velocidade do planeta no movimento elíptico</i>	Quando os alunos perguntaram sobre a velocidade do planeta no movimento elíptico, eu expliquei que o movimento era variável: o planeta se movimentava com maior velocidade quando estava, no caso, mais próximo do sol e com menor velocidade quando se encontrava mais distante do sol. Então, abri um simulador sobre leis de Kepler. A simulação mostrou um planeta se movimentando em torno de sol. Junto com o seu movimento, possível ouvir um ruído enquanto o planeta se deslocava em movimento orbital elíptico. Quanto mais o planeta se aproxima do sol, maior era o ruído; quanto mais distante do sol, menor era o ruído. Dessa forma, pude fazer os estudantes observarem o movimento do planeta utilizando o tato e a audição, além da visão.
P20-T29	<i>os estudantes da turma olhando para as maquetes</i>	Já dentro da sala de aula, enquanto me encaminhava para a mesa do professor, eu notei, assim como nas outras aulas, os estudantes da turma olhando para as maquetes que eu carregava com olhares curiosos e com expressões de quem se questiona o que está por

P20-T30	<i>a presença das maquetes em sala de aula atrai muito a atenção dos estudantes</i>	vir na aula. Dessa forma, eu percebi que somente a presença das maquetes em sala de aula atrai muito a atenção dos estudantes para estes dispositivos didáticos.
P21-T31	<i>os estudantes estavam focados</i>	Depois que eu acomodei as maquetes na mesa do professor, o professor supervisor iniciou a aula pedindo, primeiramente, para os estudantes que estavam mais agitados se sentassem e, em seguida, explicou para a turma que eu iria ministrar mais a aula mais uma vez. Então, comecei a última aula dizendo que seria o último encontro do minicurso e o objetivo da minha aula. Com a maquete da lua em mãos e percebendo que os estudantes estavam focados em mim perguntei se eles conheciam todas as fases da lua. Logo, como se fosse uma competição, a maioria dos estudantes responderam: cheia! Nova! Crescente! Minguante! Cada um tentou dizer as quatro fases da lua. Assim, concluí que eles tinham

P21-T32	<i>a maioria dos estudantes responderam</i>	conhecimento sobre estas fases. Então, perguntei se eles sabiam como que acontecia cada uma das fases e, ao contrário da pergunta anterior, os estudantes ficaram em silêncio. Alguns tentaram “chutar” uma resposta (e “chutaram” corretamente) dizendo que era por conta do movimento da lua em volta da Terra. Concordei, então, com eles dizendo que estavam corretos, mas que não depende somente do movimento orbital da lua e, em seguida, expliquei que a luz solar era fundamental para que ocorresse todas as fases que eles haviam mencionado mais cedo. Afinal, se a luz solar não fosse refletida na lua, não conseguiríamos vê-la. Depois, perguntei se eles sabiam qual era a fase da lua na data da aula e se eles tinham
---------	---	--

P21-T33	<i>Alguns alunos tentaram “chutar” uma resposta (e “chutaram” corretamente)</i>	olhado para a lua nas noites anteriores e todos negaram. Alguns disseram não enquanto outros balançaram a cabeça negando a pergunta. Assim, aconteceu os momentos iniciais desta aula, fiz estas perguntas para introduzir o tema, verificar o conhecimento que eles possuíam sobre o tema e se existia alguma concepção alternativa.
---------	---	---

P22-T34	<i>A primeira percepção da maioria dos estudantes foi sentir o quão leve era a maquete ao segurá-la</i>	Após a discussão inicial, levei, de mesa em mesa, a maquete da lua para que eles pudessem observá-la: olhando e tateando. A primeira percepção da maioria dos estudantes foi sentir o quão leve era a maquete ao segurá-la. Diante desta percepção, fiquei me perguntando o que os levaram a ter a impressão de que a maquete seria pesada? Será que por ser a representação de um corpo celeste, que possui grande quantidade de massa naturalmente, a maquete também teria grande quantidade de massa? Ou por causa das dimensões da maquete (uma esfera de aproximadamente 20 cm de diâmetro)? Independente do motivo que os levaram a imaginar qual era a massa da maquete, eu concluí que, se não segurassem a maquete, os estudantes poderiam ter ido embora com a impressão de que a maquete era pesada. Eu notei que esta impressão, que não é verdadeira, foi provocada apenas por verem na maquete. Então, pensei que, em uma aula de Física, muita informação é perdida ou pode ser entendida de forma errada, quando os estudantes somente olham e não sentem os fenômenos que estão estudando.
---------	---	--

P23-T35	<i>começavam a fazer perguntas</i>	Ainda segurando a lua, após dizerem que era leve, os estudantes continuavam tateando a maquete girando-a para um lado e para outro e, então, começavam a fazer perguntas: como a lua surgiu? o que são esses buracos na lua? (referindo-Te às crateras); por que uns são maiores que os outros? (referindo-Te às diferenças nos tamanhos das crateras); por que a lua tem um lado escuro? Se o homem já foi até a lua, por que não foi no lado escuro? Por que só vemos um lado da lua? A lua gira assim (representando o movimento de translação)? Ela também não gira assim (representando o movimento de rotação em torno do seu próprio eixo)? Na maquete, inclusive, havia umas pequenas partes que estavam completamente lisas, sem crateras, e isso fez que com que os estudantes perguntassem se a lua também possuía essas regiões lisas. Além disso, uma estudante perguntou sobre o meteoro que causou a extinção dos dinossauros
P23-T36	<i>uma estudante perguntou sobre o meteoro que causou a extinção dos dinossauros</i>	se foi um asteroide que causou a extinção dos dinossauros, por que não vemos a cratera do asteroide? Se havia dinossauros em todos os

P23-T37	<i>a mesma estudante fez outra pergunta, dessa vez, envolvendo religião</i>	continentes, por que todos morreram? E, dentro desse contexto, a mesma estudante fez outra pergunta, dessa vez, envolvendo religião: os dinossauros existiram antes ou depois de Adão e Eva?
P24-T38	<i>muitas das perguntas feitas nessa aula vieram de estudantes que pouco ou de nenhuma forma participavam das aulas de regências do Estágio Supervisionado</i>	Entretanto, notei que um ou outro estudante apenas tocou a maquete por pouco tempo e sem fazer perguntas, parecendo não demonstrar tanto interesse. Porém, muitas das perguntas feitas nessa aula vieram de estudantes que pouco ou de nenhuma forma participavam das aulas de regências do Estágio Supervisionado. Além disso, não vi nenhum estudante com a cabeça deitada sobre a mesa.
P24-T39	<i>nenhum estudante com a cabeça deitada sobre a mesa</i>	

P25-T40	<i>um estudante se levantou. Ele era um dos estudantes que, nas aulas de regência de Estágio Supervisionado, sempre estava desmotivado</i>	O tempo de aula utilizado para os estudantes tocaram a maquete foi muito maior do que eu esperava, afinal não esperava tantas perguntas. Finalmente, depois que todos observaram a maquete, dei início ao experimento que mostraria como acontece as 4 quatro fazer da lua. Então, fechei as janelas e cortinas e apaguei as luzes para reduzir a iluminação da sala de aula. Liguei na tomada o dispositivo que comportou as lâmpadas incandescentes, que era, na verdade, o experimento de ligação de circuitos em série e em paralelo, que serviram para representar o sol. Uma vez ligado, perguntei para a turma se alguém poderia vir voluntariamente para iniciar o experimento. Imediatamente, um estudante se levantou. Ele era um dos estudantes que, nas aulas de regência de Estágio Supervisionado, sempre estava desmotivado. Expliquei para ele como o funcionava o experimento: as lâmpadas representavam o sol; a lua seria a lua; e ele, segurando a lua e posicionado em frente às lâmpadas, seria um observado na Terra. Conforme ele fosse girando em torno do seu próprio eixo, ele veria as mudanças de iluminação da lua que, como conhecemos, são as quatro fases da lua. Depois de ter completado um ciclo lunar, o estudante devolveu a lua e retornou para o seu lugar dizendo um simples “legal!”. Em
---------	---	---

P25-T41	<i>o estudante devolveu a lua e retornou para o seu lugar dizendo um simples "legal!"</i>	seguida, perguntei quem mais gostaria de fazer o experimento. No entanto, poucos estudantes participaram deste final da aula. Talvez porque o sinal que anunciava o fim da aula estava prestes a soar.
---------	---	--

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE E – Quadro das categorizações

Quadro 9: Categorias criadas neste trabalho.

Código da categoria	Categoria	Identificação da unidade de análise
C1	A maquete desperta a atenção de curiosidades dos alunos	P02-T01 P02-T02 P11-T14 P11-T15 P20-T29 P20-T30
C2	Aumento da atenção e interesse na aula	P04-T03 P04-T04 P13-T24 P13-T25 P21-T31 P24-T39
C3	Engajamento e participação	P05-T05 P05-T06 P05-T07 P07-T08 P07-T09 P07-T10 P07-T11 P07-T12 P12-T16 P12-T17 P12-T18 P12-T19 P12-T20 P12-T21 P13-T22 P13-T23

		P21-T32 P21-T33
C4	Questionamento espontâneos e curiosidade	P08-T13 P13-T26 P15-T27 P16-T28 P23-T35 P23-T36 P23-T37 P24-T38

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE F – PLANOS DE AULAS ELABORADOS PARA O MINICURSO

Plano de aula 1

I. Dados de Identificação: Escola: - Professor(a): Gabriel Rodrigues Kupkowski Disciplina: Física Série: 1ª série Período: - Duração: 1 h
II. Tema: aceleração gravitacional
III. Objetivos: Objetivo geral: compreender o conceito de força peso Objetivos específicos: • Entender o conceito de força por meio de estímulos táteis: puxões, chacoalhões ou apertos; • Compreender a relação entre a força gravitacional, massa e força peso levantando diferentes objetos e utilizando o dispositivo didático multissensorial; • Explicar verbalmente como a força gravitacional influencia no peso dos objetos;
IV. Conteúdo Programático: • Força; • Relação entre força gravitacional, massa e força peso; • Força peso
V. Desenvolvimento do conteúdo programático:

O professor iniciará a aula apresentando o conceito de força. Para tanto, como sugestão, utilize a Figura 1 em anexo para iniciar a problematização sobre força. Projetando a Figura 1 na televisão ou em um projetor, pergunte aos estudantes: “o que é necessário para a pessoa levantar o halter?”. Espera-se que os estudantes respondam força. Em seguida, continue a problematização perguntando aos estudantes: “o que é força?”. Essas perguntas iniciais serviram para o docente mapear os conhecimentos dos estudantes acerca do conceito de força e identificar possíveis concepções alternativas.

Figura 4: um fisiculturista levantando um halter.



Fonte: esportelândia, 2023.

Sabendo do entendimento dos estudantes sobre o conceito de força, o professor fará a definição do conceito de força e citará alguns exemplos sobre força. Nesse momento, peça para os estudantes, que se sentirem à vontade, irem à frente da sala. Então, com cuidado, empurre ou puxe o estudante levemente para que possa sentir as variações de movimento no corpo. Como alternativa para os estudantes que não forem à frente da sala, peça para que estiquem o braço e, com a outra mão, apertem o antebraço variando a intensidade do apertar. Dessa maneira, o professor utilizará mais de um canal sensorial de entrada para explicar força. Portanto, demonstrando o conceito de força de maneira multissensorial.

Uma vez apresentado o conceito de força aos estudantes, retome a figura projetada anteriormente e comente que a pessoa da imagem precisa realizar uma determinada força para levantar o halter. Para isso, explique que a todos os objetos possuem massa (quantidade de matéria) e que a Terra, assim como outros planetas, possui um campo de força gravitacional responsável por atrair tudo o que possui massa para o seu centro, haja vista que massa atrai massa com uma força diretamente proporcional ao produto das massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância. Então, comente que a força necessária para levantar objetos dependerá das massas. No caso, uma das massas é a da Terra e a outra é a massa do halter, por exemplo. Nesse momento, peça para os estudantes levantarem diferentes massas (por exemplo: levantar um caderno e uma caneta) para que possam sentir as diferentes forças gravitacionais, novamente, trabalhando com mais de um canal sensorial de entrada.

Em seguida, para finalizar a aula, utilize a maquete multissensorial para que os estudantes sintam a diferença de força necessária para levantar uma mesma massa nos cinco diferentes planetas do sistema solar representados na maquete. Peça para que puxem, primeiramente, o astronauta do meio, pois ele contém a massa de referência. Então, a partir das discussões feitas até agora, explique que o corpo humano possui uma massa que interage com a massa da Terra gerando uma força gravitacional. Esta força é responsável por empurrar o corpo humano contra qualquer superfície produzindo, portanto, a sensação que temos quando em pé, por exemplo. A intensidade dessa força medida pelo produto da força gravitacional e da massa é denominada força peso.

VI. Recursos didáticos:

Lousa ou quadro branco, giz ou marcador para quadro branco, maquete tátil sobre aceleração da gravidade, projetor ou TV, slides.

VII. Bibliografia: HEWITT, P. **Conceptual Physics**. St. Petersburg: Addison-Wesley, 2014.

Plano de aula 2

I. Dados de Identificação: Escola: -- Professor(a): Gabriel Rodrigues Kupkowski Disciplina: Física Série: 1ª série Turma: -- Duração: 50 minutos
II. Tema: Leis de Kepler
III. Objetivos: Objetivo geral: compreender a primeira e segunda leis de Kepler; Objetivos específicos: • Entender a trajetória de objetos arremessados na Terra a partir do lançamento de uma bolinha; • Entender a relação como a velocidade de arremesso de uma bolinha influência na sua trajetória; • Descrever o movimento de satélites e de planetas a partir do lançamento de uma bolinha; • Observar a primeira e segunda leis de Kepler utilizando o dispositivo multissensorial didático;
IV. Conteúdo Programático: • Relação da velocidade com a trajetória; • Movimento orbital de satélites; • Movimento orbital de planetas; • Primeira e segunda leis de Kepler;
V. Desenvolvimento do conteúdo programático:

Inicialmente, peça para um estudante ir à frente da sala para arremessar uma pequena bolinha. Oriente para que ele arremesse com diferentes intensidades. Enquanto isso, a turma deverá observar a trajetória da bolinha em cada arremesso. Na lousa, o professor deverá fazer um círculo representando a Terra e, sobre o este círculo, o estudante que realizará os arremessos. Então, para cada arremesso, faça o esboço da trajetória da bolinha. Esta atividade servirá para relacionar a velocidade e a trajetória do projétil: quanto maior a velocidade do arremesso, maior será a distância quando a bolinha tocar o solo. A partir do exemplo, explique que existirá uma determinada velocidade que fará a bolinha cair sem nunca tocar o solo. Nessa situação, então, a bolinha entrará em movimento orbital. Descreva as características de movimento: circular e com velocidade uniforme e associe com o movimento de satélites.

Depois questione o que acontece quando a bolinha for arremessada com intensidade: a bolinha continuará com a trajetória circular? A partir desta pergunta explique que o movimento orbital se tornará elíptico por causa da força gravitacional deixando de um movimento circular para se tornar um movimento elíptico e com velocidade variável. Utilizando a maquete tátil visual das leis de Kepler, peça para os estudantes tatearem as órbitas dos planetas nela representados juntamente com o cometa. Isto servirá para que os estudantes utilizem o tato além da visão para o entendimento dos movimentos dos planetas. Ainda, utilize o simulador da primeira lei de Kepler para os estudantes observarem o movimento variável do planeta por meio do som associado à velocidade do planeta do simulador ([Leis de Kepler](#)). Em seguida, apresente a segunda lei de Kepler (lei das áreas) a partir das superfícies ásperas da maquete que correspondem à área varrida pelo planeta Sedna explicando que os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais.

VI. Recursos didáticos:

Lousa e giz, slides, maquete tátil-visual, simulador movimento de satélites e simulador movimento planetário, computador e projetor e simulador da primeira lei de Kepler: [Leis de Kepler](#)

VII. Bibliografia: HEWITT, P. **Conceptual Physics**. St. Petersburg: Addison-Wesley, 2014.

Plano de aula 3

I. Dados de Identificação: Escola: - Professor(a): Gabriel Rodrigues Kupkowski Disciplina: Física Série: 1ª série Turma: 1ª Duração: 50 minutos
II. Tema: Fases da lua: movimento e iluminação
III. Objetivos: Objetivo geral: Compreender como ocorrem as quatro fases da lua por meio de uma demonstração multissensorial. Objetivos específicos: • Identificar e nomear as quatro fases principais (nova, crescente, cheia e minguante); • Desenvolver a percepção espacial das fases da lua; • Relacionar o ciclo lunar com as observações do cotidiano;
IV. Conteúdo Programático: • Levantamento de conhecimento; • Causa das fases;
V. Desenvolvimento do conteúdo programático: Inicialmente farei a projeção de uma mosaico com fotos das diferentes fases da lua com que material? Irei iniciar a discussão do tema perguntando aos estudantes o que eles sabem sobre a lua: “qual foi a última vez que vocês viram a lua?”, “ela estava igual a uma dessas imagens?” ou “vocês sabem o que significam cada fase?”. Esta discussão inicial servirá para identificar possíveis concepções alternativas. Em seguida, utilizando o material e o simulador, farei a introdução de como ocorre as fases da lua e suas implicações sobre a Terra. Para explicar de fato como ocorre as fases da lua utilizarei uma fonte de luz (no caso uma lâmpada halógena) e uma maquete tátil-visual da lua. Primeiramente, reduzirei ao máximo a iluminação da sala apagando as luzes ou fechando as janelas. Estando com a iluminação ambiente reduzida, posicionarei a fonte de luz ligada sobre uma mesa. A fonte de luz servirá para simular o sol. Depois, pedirei

para um estudante segurar a maquete da lua na altura dos olhos e se posicionar em frente da fonte de luz de modo que a maquete da lua fique entre a cabeça do estudante e a fonte de luz. Em seguida, o estudante deverá girar em torno do seu próprio eixo. Esse movimento fará com que ele visualize as mudanças na iluminação da lua simulando, assim, as fases da lua. Este processo deverá ser feito com todos os estudantes.

VI. Recursos didáticos:

Computador, projetor ou televisão, lâmpada halógena e maquete tátil-visual da lua.

VIII. Bibliografia: HEWITT, P. **Conceptual Physics**. St. Petersburg: Addison-Wesley, 2014.