



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF
POLO 04

JOÃO CARLOS PEREIRA COÊLHO

**TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO
ENSINO DA FÍSICA**

MANAUS- AM
2025

JOÃO CARLOS PEREIRA COELHO

**TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO
ENSINO DA FÍSICA**

Dissertação apresentada ao polo 04 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Amazonas em parceria com a Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. **Área de Concentração:** Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias e Comunicação no Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon

MANAUS- AM

2025

Biblioteca do Campus Manaus Centro - IFAM

C672t Coêlho, João Carlos Pereira.

Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da física / João Carlos Pereira Coêlho. – Manaus, 2025.
192 p.: il. color.

Dissertação (Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon.

1. Ensino de física. 2. Tecnologias digitais. 3. Simulações virtuais. 4. Teoria de aprendizagem significativa. I. Salmon, Octavio Daniel Rodriguez. (Orient). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 530.07

JOÃO CARLOS PEREIRA COELHO

**TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO
ENSINO DA FÍSICA**

Dissertação apresentada ao polo 04 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Amazonas em parceria com a Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. **Área de Concentração:** Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias e Comunicação no Ensino de Física.

Aprovada em 9 de setembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **OCTAVIO DANIEL RODRIGUEZ SALMON**
Data: 09/09/2025 13:16:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon
Presidente - UFAM

Documento assinado digitalmente
 **GRIFFITH MENDONCA ANDRADE RUFO**
Data: 10/09/2025 18:21:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Griffith Mendonça Andrade Rufo
Membro Externo - UFAM

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ROBERTO VIANA AZEVEDO**
Data: 17/09/2025 00:03:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Roberto Viana Azevedo
Membro Interno - UFAM

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 4

Ata da 82ª Defesa de Dissertação

Aos nove dias do mês de setembro, do ano de dois mil e vinte e cinco, às 09h00, na sala José Leitão do Bloco da Estatística do Instituto de Ciências Exatas da UFAM, ocorreu a Defesa da Dissertação do mestrando **João Carlos Pereira Coelho**, intitulada: **“TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA”**, do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 das Instituições de Ensino Superior: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A Banca Examinadora foi composta pelo Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon (UFAM), Prof. Dr. Griffith Mendonça Andrade Rufo (UFAM) e Prof. Dr. José Roberto Viana Azevedo (UFAM). O Professor Doutor Octavio Daniel Rodriguez Salmon, Presidente, deu início aos trabalhos, convidando os membros a comporem a Banca Examinadora. O Presidente fez a leitura dos procedimentos para defesa de dissertação, e convocou ao mestrando para fazer a exposição de seu trabalho que, em seguida, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se privativamente e decidiu pela aprovação do trabalho. Ao final, os presentes foram chamados para tomarem conhecimento do resultado da avaliação, o Presidente da banca comunicou ao interessado que feitas às devidas correções na dissertação, conforme sugestão da banca Examinadora, o discente é obrigado a entregar, na secretaria do polo 4, até sessenta (60) dias após a data da defesa, uma (01) via impressa e encadernada no formato capa dura, e uma via (01) digital em formato PDF, para os trâmites necessários à concessão do diploma, conforme Resolução Nº.47 – CONSUP/IFAM de 13 de julho de 2015. Nada mais havendo a tratar, foi lavrado a presente Ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos presentes.

Documento assinado digitalmente
 OCTAVIO DANIEL RODRIGUEZ SALMON
Data: 09/09/2025 13:16:55-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon
Presidente - UFAM

Documento assinado digitalmente
 GRIFFITH MENDONÇA ANDRADE RUFO
Data: 10/09/2025 18:21:21-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Griffith Mendonça Andrade Rufo
Membro Externo - UFAM

Documento assinado digitalmente
 JOSE ROBERTO VIANA AZEVEDO
Data: 17/09/2025 00:03:42-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. José Roberto Viana Azevedo
Membro Interno - UFAM

DEDICATÓRIA

Queridos Pais, Pedro Carlos e Antônia Nuncí, agradeço imensamente pelo amor, apoio e sacrifícios que fizeram ao longo da minha vida. Vocês são minha maior inspiração e fonte de força. Com todo meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, sabedoria durante toda esta jornada acadêmica. Em momentos de dúvida e cansaço, a fé foi um alicerce sólido que me manteve firme e determinado a seguir em frente.

Aos meus pais, Pedro Carlos e Antônia Nuncí, dedico um agradecimento especial. O amor incondicional e os sacrifícios incansáveis que fizeram ao longo dos anos foram fundamentais para que eu pudesse alcançar este objetivo. Lembro-me com carinho de cada conselho, cada palavra de incentivo e cada gesto de apoio. Seu exemplo de dedicação e resiliência é uma inspiração constante na minha vida. Agradeço aos demais familiares, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho acadêmico.

À minha querida namorada Songela de Souza, não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão. Seu amor, paciência, compreensão e companheirismo foram essenciais para que eu pudesse me dedicar plenamente a este trabalho.

Aos meus amigos, Marcílio, Reinaldo Rocha, Bruno, Érdelem, Arleson, Kennedy, Soetânia, Geisiele e demais companheiros agradeço de coração. Em momentos de pressão e estresse, vocês estiveram ao meu lado, proporcionando momentos de descontração, e sou grato por cada risada, cada conversa e cada gesto de apoio.

Ao meu professor orientador, Dr. Octávio Daniel Rodrigues Salmon, gostaria de expressar minha profunda gratidão pela orientação valiosa e dedicação ao longo de todo o processo. Sua expertise e paciência foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por cada feedback construtivo, cada orientação precisa e cada palavra de encorajamento. Seu compromisso com a excelência acadêmica foi uma fonte de inspiração e aprendizado contínuo.

Além do meu orientador, gostaria de agradecer a todos os professores e colaboradores que contribuíram para a minha formação acadêmica. Cada um de vocês tiveram um papel importante na construção do meu conhecimento e no desenvolvimento das minhas habilidades. Vocês são exemplos de dedicação e paixão pelo ensino, e sinto-me privilegiado por ter aprendido com vocês.

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Este trabalho parte do seguinte problema científico: uso das tecnologias de simulações virtuais podem ou não contribuir para o ensino da Física, e tem como objetivo geral analisar a contribuição das tecnologias de simulações virtuais para a melhoria da aprendizagem dos conceitos da Física no 1º Ano do Ensino Médio; que remete às seguintes questões norteadoras: quais trabalhos já existem sobre a utilização de simulações virtuais voltada para o estudo da física?, as pesquisas sobre o tema tiveram resultados promissores?, qual metodologia de ensino apoia o uso dessas simulações em sala de aula?, como as simulações virtuais podem contribuir para a aprendizagem na disciplina de Física?; que para tal tem-se os seguintes objetivos específicos: utilizar simulações virtuais interativas de experimentos físicos por meio de laboratório virtual; explicar as Leis de Newton por meio das simulações digitais interativas; utilizar simulações virtuais por meio de vídeos de plataformas livres ilustrando o real movimento do Sistema Solar em torno do Sol e da Via Láctea; aplicar na sala de aula as simulações virtuais propostas; identificar se as simulações virtuais motivam e despertam a curiosidade dos alunos dessa nova geração em relação à disciplina de Física; verificar se as simulações virtuais contribuem para o ensino da Física; que foi realizado em 4 etapas ao longo de 4 aulas na Escola Estadual Prof. Ruy Alencar e na Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira; cuja coleta de dados ocorreu por meio de questionário; e o tratamento dos dados foi feito através da análise qualitativa. Traz como contribuição uma solução baseada no uso de Tecnologias Digitais (TD) para a aplicação de simulações virtuais, tanto por meio de laboratórios virtuais interativos de Física quanto por vídeos, visando tornar o aprendizado mais dinâmico e acessível, especialmente em fenômenos físicos complexos. O trabalho de pesquisa demonstrou que as simulações virtuais são fundamentais para aumentar a motivação e a curiosidade dos alunos em relação à Física. Ao utilizar laboratórios virtuais interativos e vídeos, foi possível tornar o ensino mais dinâmico e envolvente, permitindo que os alunos visualizassem fenômenos físicos difíceis de entender apenas teoricamente. A pesquisa revelou que os alunos se sentiram mais interessados e motivados quando as simulações foram incorporadas às aulas, transformando o aprendizado em uma experiência mais prática e empolgante. Assim, as simulações não só ajudaram no ensino, mas também despertaram o interesse pela disciplina, demonstrando que a integração de tecnologias digitais é altamente benéfica para a educação contemporânea.

Palavras-chaves: ensino de física, tecnologias digitais, simulações virtuais, teoria de aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This study is based on the following scientific problem: can the use of virtual simulation technologies contribute to the teaching of Physics? Its main objective is to analyze the contribution of virtual simulation technologies to improving the learning of Physics concepts in the 1st year of High School, which leads to the following guiding questions: what studies already exist on the use of virtual simulations for Physics learning? Have research studies on this topic shown promising results? What teaching methodology supports the use of these simulations in the classroom? How can virtual simulations contribute to learning in the Physics class? To address these questions, the following specific objectives were established: to use interactive virtual simulations of physical experiments through a virtual laboratory; to explain Newton's Laws using interactive digital simulations; to employ virtual simulations through videos from open platforms illustrating the real movement of the Solar System around the Sun and the Milky Way; to apply the proposed virtual simulations in the classroom; to identify whether virtual simulations motivate and arouse the curiosity of this new generation of students regarding Physics; and to verify whether virtual simulations contribute to Physics teaching. The study was conducted in four stages, over four lessons at the Public-School Prof. Ruy Alencar and in Public School Dr. José Milton Bandeira, with data collection carried out through questionnaires, and data analysis performed using a qualitative approach. As a contribution, the study proposes a solution based on the use of Digital Technologies (DT) for the implementation of virtual simulations, both through interactive virtual Physics laboratories and videos, aiming to make learning more dynamic and accessible, especially in complex physical phenomena. The research demonstrated that virtual simulations are fundamental in increasing students' motivation and curiosity regarding Physics. By using interactive virtual laboratories and videos, it was possible to make teaching more dynamic and engaging, allowing students to visualize physical phenomena that are difficult to understand theoretically. The results revealed that students felt more interested and motivated when simulations were incorporated into the lessons, transforming learning into a more practical and exciting experience. Thus, simulations not only supported teaching but also sparked students' interest in the subject, demonstrating that the integration of digital technologies is highly beneficial for contemporary education.

Keywords: physics teaching, digital technologies, virtual simulations, meaningful learning theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Por inércia, a) o ônibus vai em movimento retilíneo uniforme e b) o freia bruscamente.	29
Figura 2 - O carro está em movimento retilíneo uniforme.	30
Figura 3 - O uso da força resultante na brincadeira de cabo de guerra.	32
Figura 4 - A forma ilustrativa da 3ª Lei de Newton.	33
Figura 5 - Modelo planetário Geocêntrico.	34
Figura 6 - Movimento retrógrado do planeta Mercúrio.	35
Figura 7 - Modelo planetário Heliocêntrico.	36
Figura 8 - Esquema da órbita elíptica de um planeta e os focos da elipse.	38
Figura 9 - a) A área percorrida pelo raio vetor num mesmo intervalo de tempo.	40
Figura 10 - Organograma das avaliações aplicadas nessa pesquisa.	59
Figura 11 - Disponibilizado o QR code para aplicação das Avaliações. a) Foto da aplicação em sala de aula da Avaliação Diagnóstica; b) Foto da avaliação de conhecimentos; c) Foto da avaliação Diagnóstica.	62
Figura 12 - Interface do simulador da plataforma PhET - Forças e Movimento: Noções Básicas.	63
Figura 13 - Momento em que se iniciou a aula sobre as Leis de Newton. a) Foto da Turma 01; b) Foto da Turma 02.	63
Figura 14 - Interface do simulador da plataforma da UFC.	64
Figura 15 - Interface do simulador da plataforma da UFC.	65
Figura 16 - Interface do simulador da plataforma PhET - Forças e Movimento: Noções Básicas. a) Empurrando o objeto sem atrito. b) Empurrando o objeto com atrito.	66
Figura 17 - Atividade com alunos. a) Interagindo com as simulações; b) Resolvendo exercícios; c) Interagindo com as simulações.	66
Figura 18 - Simulação da órbita em torno de uma estrela. a) Um planeta; b) Planeta-satélite.	67
Figura 19 - Simulação da órbita em torno de uma estrela. a) Dois planetas; b) A Lua; c) Um planeta colidindo com a estrela e d) Os planetas escapando da força gravitacional da estrela.	68
Figura 20 - O Sistema Solar. a) Modelo Heliocêntrico. b) O movimento correto do Sistema Solar.	69

Figura 21 - a) Dados da NASA na simulação e b) o movimento ondulatório do Sistema Solar.....	70
Figura 22 - Momento em que os alunos voltaram sua atenção para a aula.	71
Figura 23 - Momento da realização da Avaliação Formativa.....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - O que é necessário para que um corpo altere seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso? (Turma 02).....	75
Gráfico 2 - De acordo com a Primeira Lei de Newton, qual condição é necessária para que um corpo esteja em equilíbrio dinâmico? (Turma 02) .	76
Gráfico 3 - A Segunda Lei de Newton estabelece que a força resultante que atua sobre um corpo é: (Turma 02)	77
Gráfico 4 - Qual das situações abaixo exemplifica corretamente a Terceira Lei de Newton? (Turma 02)	79
Gráfico 5 - De acordo com a Segunda Lei de Newton, o que ocorre durante uma partida de cabo de guerra para que uma equipe vença? (Turma 02)	81
Gráfico 6 - O que a Segunda Lei de Kepler revela sobre o movimento dos planetas em suas órbitas ao redor do Sol? (Turma 02)	82
Gráfico 7 - O que caracteriza o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico? (Turma 02)	84
Gráfico 8 - De acordo com a Primeira Lei de Kepler, como é a órbita dos planetas ao redor do Sol? (Turma 02)	85
Gráfico 9 - O que afirma a Terceira Lei de Kepler sobre o movimento dos planetas? (Turma 02)	87
Gráfico 10 - Qual é a principal afirmação da Lei da Gravitação Universal de Newton? (Turma 02)	88
Gráfico 11 - Você gosta da disciplina de Física?	90
Gráfico 12 - Se não, qual o motivo? Pode marcar mais de uma opção.....	91
Gráfico 13 - Qual ou quais ferramentas digitais seu professor utiliza nas aulas de Física? Pode marcar mais de uma opção.	92
Gráfico 14 - A escola oferece aulas práticas de Física?	94
Gráfico 15 - O professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para os alunos visualizarem os conceitos enquanto está ocorrendo a explicação? .	95
Gráfico 16 - Como você avalia as simulações virtuais apresentada nos vídeos para o seu entendimento dos conceitos da Gravitação Universal?	97
Gráfico 17 - As simulações virtuais por meio de vídeos que você assistiu nas aulas de Física, despertaram sua curiosidade sobre o assunto visto?	98
Gráfico 18 - As simulações virtuais por meio de vídeos assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?	99

Gráfico 19 - As simulações do Laboratório Virtual de Física ajudou você a entender melhor os conceitos teóricos das leis de Newton?	100
Gráfico 20 - As simulações virtuais por meio do Laboratório Virtual assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina? ..	101
Gráfico 21 - Qual a eficácia quanto ao uso das simulações virtuais no Laboratório Virtual de Física como ferramenta para explicação dos conceitos da Física?	103
Gráfico 22 - As simulações virtuais ajudaram a tornar as aulas mais interessantes e envolventes?	104
Gráfico 23 - Deveria haver mais simulações virtuais nas aulas de Física?	105
Gráfico 24 - Quais outras ferramentas digitais você gostaria que fossem usadas nas aulas de Física?	106
Gráfico 25 - Qual a sua idade?	108
Gráfico 26 - Sexo.....	108
Gráfico 27 - Qual a sua formação acadêmica?	109
Gráfico 28 - Qual sua área de formação?	110
Gráfico 29 - Há quanto tempo leciona?	111
Gráfico 30 - Qual ou quais ferramentas digitais utiliza na educação?	112
Gráfico 31 - A escola em que trabalha possui laboratório de Física?.....	113
Gráfico 32 - Se a escola possui laboratório de Física, a estrutura dele contempla os diversos experimentos da Física no Ensino Básico?	114
Gráfico 33 - Com qual frequência você utiliza o laboratório em suas aulas? ..	114
Gráfico 34 - A escola em que trabalha possui laboratório de informática?	115
Gráfico 35 - Conhece a existência de plataformas digitais com laboratório virtual para o ensino da Física?	116
Gráfico 36 - Utiliza algum laboratório virtual como ferramenta facilitadora nas aulas de Física?	117
Gráfico 37 - Conhece a existência de algum canal oficial na área da Física, sejam redes sociais ou plataformas digitais, simulando conceitos da Física por meio de animações/ilustrações/simulações em vídeos?	118
Gráfico 38 - Utiliza vídeos para ilustrar conceitos da Física em suas aulas? ..	119
Gráfico 39 - Em sua formação acadêmica recebeu alguma capacitação para o uso das Tecnologias Digitais como ferramenta no auxílio nas aulas de Física?	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de cronograma do projeto de pesquisa.....	52
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Esclarecimentos teóricos sobre o tema	22
2.2 Revisão Bibliográfica	25
2.3 Leis de Newton	29
2.3.1 Primeira Lei de Newton	29
2.3.2 Segunda Lei de Newton	31
2.3.3 Terceira Lei de Newton	32
2.4 Gravitação universal	33
2.4.1 O Modelo Geocêntrico	34
2.4.2 O Modelo Heliocêntrico	35
2.4.3 As Leis de Kepler	37
2.4.3.1 Dedução das Leis de Kepler a partir da Conservação do Momento Angular	37
2.4.3.2 Primeira Lei de Kepler: Lei das Órbitas	38
2.4.3.2.1 Demonstração da Primeira Lei	39
2.4.3.3 Segunda Lei de Kepler: Lei das Áreas	39
2.4.3.3.1 Demonstração da Lei das Áreas	40
2.4.3.4 Terceira Lei de Kepler: Lei dos Períodos	41
2.4.3.4.1 Demonstração da Lei dos Períodos	41
2.4.4 Lei da Gravitação Universal de Newton	42
2.5 LABORATÓRIOS VIRTUAIS	42
2.5.1 A plataforma PhET	43
2.5.2 A plataforma de Física da UFC	44
3 METODOLOGIA	46
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA	46
3.1.1 Problema científico	46
3.1.2 Objetivo geral	46
3.1.3 Questões norteadoras	47

3.1.4	Objetivos específicos	47
3.1.5	Locais da pesquisa.....	47
3.1.6	Crerios de seleção.....	48
3.1.7	Crerios de exclusão.....	48
3.1.8	População e amostra	49
3.1.9	Classificação do tipo de pesquisa	49
3.1.10	Método a ser utilizado	50
3.1.11	Instrumentos de coleta de dados.....	51
3.1.12	Cronograma de execução das etapas	51
3.2	METODOLOGIA DE ENSINO.....	53
3.2.1	Teoria de aprendizagem	53
3.2.2	Tendência de ensino	55
3.2.3	Conteúdo	56
3.2.4	Objetivo	57
3.2.5	Sequência Didática	58
3.2.6	Atividades avaliativas	58
3.2.7	Implementação em sala de aula.....	61
4	RESULTADOS E ANÁLISES	73
4.1	AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS (AC).....	74
4.2	AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (AD).....	89
4.3	AVALIAÇÃO FORMATIVA (AF).....	96
4.4	QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES	107
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
	REFERÊNCIAS	122
	APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS	127
	APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	129
	APÊNDICE C - AVALIAÇÃO FORMATIVA.....	131
	APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES.....	133
	APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE UMA ALUNA TURMA 01.....	136
	APÊNDICE F – AVALIAÇÃO FORMATIVA DE UMA ALUNA TURMA 01	138

APÊNDICE G – AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE UM ALUNO TURMA 02	
.....	140
APÊNDICE H – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE UM ALUNO TURMA 02	143
APÊNDICE J – DECLARAÇÃO DA ESCOLA A	146
APÊNDICE K – AUTORIZAÇÃO DA DIRETORIA/GESTÃO DA ESCOLA B	147
APÊNDICE L – DECLARAÇÃO DA ESCOLA B	148
APÊNDICE M - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	149
APÊNDICE N - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL	150
APÊNDICE O – PRODUTO EDUCACIONAL	151

1 INTRODUÇÃO

A Física é uma área fascinante que abrange o estudo das leis fundamentais que governam todo o cosmos. Ela procura entender desde as menores partículas subatômicas, uma criança num balanço em um parquinho, o movimento dos planetas em suas órbitas e até as maiores estruturas do universo.

No Ensino Médio a Física é uma parte fundamental do currículo escolar, pois fornece aos alunos uma compreensão básica das leis e princípios que governam o mundo natural. Os principais tópicos e conceitos geralmente abordados são a Mecânica, Gravitação, Termodinâmica, Ondas e Oscilações, Eletromagnetismo, Óptica e Física Moderna. Cada uma dessas áreas contribui para uma compreensão mais ampla do universo. A física é fundamental para o avanço da ciência e da tecnologia, e seu estudo contínuo no Ensino Médio não apenas prepara os alunos para exames e cursos avançados, mas também desenvolve habilidades críticas de pensamento analítico, resolução de problemas e compreensão do mundo ao seu redor.

Sabe-se que existem alguns fatores que conduzem os alunos ao não entendimento dos conteúdos ministrados na disciplina de Física. A complexidade que naturalmente é um obstáculo que ela oferece e os professores encontram dificuldades em alcançar o aprendizado como relata Antonowiski et. al. (2017)

Presenciamos nas escolas de ensino médio, professores de Física encontrando dificuldades em construir conhecimento junto com seus alunos, de maneira que o entendimento nesta área seja prazeroso e contextualizado. Algumas vezes a Física é vista pelos docentes como uma disciplina difícil de ser ensinada. Isto contribui com o desinteresse e dificuldade de aprendizagem dos conteúdos por parte dos alunos.

A desmotivação dos alunos é outro fator, sendo um desafio enigmático no ambiente educacional. Diversas situações podem contribuir para a falta de interesse e engajamento dos estudantes, nesse contexto Isquierdo e Berghauser (2017) afirmam que

Outro fato que pode contribuir para a desmotivação dos alunos consiste na fraca oferta de alternativas pedagógicas por parte da escola e do professor que se detêm apenas nas aulas expositivas e resoluções de exercícios, tornando os encontros monótonos.

Outro fator que torna fatigante é o docente conseguir despertar a curiosidade e alcançar a compreensão e a memorização em sua forma essencial dos conceitos da Física, principalmente em aulas ainda com o método de ensino tradicional. Porém, isso é devido ao fato que seus alunos estão imersos na era digital. As novas gerações de educandos frequentemente chamadas de Geração Z (nascidos entre meados dos anos 1990 e início dos anos 2010) e Geração Alpha (nascidos a partir de 2010), como Indalécio e Ribeiro (2017) afirmam em seu artigo, que estão moldando um novo cenário educativo que desafia as abordagens tradicionais de ensino.

Estas gerações cresceram imersas em tecnologias digitais (TD), o que influencia significativamente suas expectativas e estilos de aprendizado. Por isso, os alunos tem um perfil diferente de aprendizagem sendo um desafio para o sistema educacional contemporâneo como Prensky (2010) afirma que “Os estudantes de hoje não são mais as pessoas para as quais o nosso sistema educacional foi desenvolvido”. Reforçando esse contexto, WANG (2006) define a situação atual vivida no ambiente escolar:

Uma das causas apontadas para a dificuldade de aprendizado é o fato de que a escola não “fala” a linguagem dos alunos, cujas vidas estão centradas na tecnologia. De fato, os alunos atuais mudaram de perfil, não só em termos de bagagem de habilidades em ferramentas tecnológicas, que já possuem quando entram nas escolas, mas também em termos de bagagem contextual.

Ainda nesse contexto, indo ao encontro da necessidade dos desafios para a educação contemporânea, Sartori e Soares (2013) afirmam que:

No mundo atual, em que é preciso educar numa sociedade em que os dispositivos tecnológicos e midiáticos produzem outras sensibilidades, deslocalizam o saber, inauguram novas formas de expressão, Comunicação e Educação caminham juntas.

Assim como, Wang (2006) e Sartori e Soares (2013) afirma em seu trabalho que as vidas dos alunos já estão imersas nas tecnologias, Moretto e Dametto (2018) também destacam que a sociedade está se tornando cada vez mais dependente do uso das tecnologias e que a área educacional precisa adaptar-se:

Um dos fenômenos em destaque na sociedade contemporânea é a crescente dependência do uso da tecnologia no cotidiano das pessoas. Encontramo-nos na era digital e, explícita ou implicitamente, o uso dessas ferramentas digitais está presente diariamente, seja como forma de lazer, de trabalho ou de estudo. Visto que a educação necessita caminhar em conjunto com a evolução da sociedade, o campo educacional precisa adaptar-se ao uso das novas tecnologias, integrando-as ao seu cotidiano de forma produtiva.

Por isso, uma estratégia pedagógica para os alunos da era digital é o docente usar as próprias TD que estão imersas em seu cotidiano como ferramentas de ensino auxiliando no processo educacional tornando o aprendizado mais motivador para esse público, diminuindo as dificuldades encontradas pelos docentes e, até mesmo, amenizando as complexidades das teorias da própria Física. Assim, Costa (2023) afirma sobre a utilização das tecnologias digitais em sala de aula:

A utilização das tecnologias digitais em sala de aula transforma todo o processo de ensino-aprendizagem, permitindo o desenvolvimento de uma prática pedagógica mais inovadora e produtiva, capaz de ampliar o horizonte do discente, facilitando o desenvolvimento de suas habilidades, dando-lhe condições de ser o próprio sujeito construtor de sua aprendizagem.

Dentro do campo das TD existem recursos digitais que têm auxiliado a produção e o uso de materiais didáticos digitais em diversos formatos chamados de Objeto de Aprendizagem (OA) e vem se tornando cada vez mais comum, sendo atualmente valiosos para complementar as metodologias tradicionais de ensino, como define Arantes et. al. (2010):

Materiais didáticos digitais de apoio à aprendizagem vêm sendo cada vez mais produzidos e utilizados em todos os níveis de ensino. Esses materiais são chamados Objetos de Aprendizagem (OA)... São essencialmente recursos digitais em diferentes formatos: áudio, vídeo, animação e simulação computacional com certas características específicas no processo de ensino e aprendizagem.

Dentre os OA, pensando em amenizar a complexidade, o desinteresse e alcançar o perfil do público da geração digital durante a explicação e aplicação dos fenômenos físicos, foram escolhidos para este trabalho a simulação interativas por laboratório virtual e as animadas por vídeos. Estes são disponíveis de forma gratuita para o professor como ferramentas auxiliando uma melhor aprendizagem.

Um dos OA escolhido foi o laboratório virtual de experimentos físicos disponíveis em plataformas livres que executam simulações digitais interativas. Esse recurso neste trabalho foi usado para as Leis de Newton, mostrando aos alunos onde estão

presente no cotidiano e como podem ser observadas. As plataformas utilizadas neste trabalho foram a Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulations, desenvolvida pela Universidade do Colorado Boulder, e o Laboratório Virtual de Física: Simulações Interativas desenvolvida pela da Universidade Federal do Ceará.

O segundo recurso escolhido foi vídeos auto-explicativos e intuitivos como ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem, pois ilustra fenômenos reais do universo da Física. Esse recurso neste trabalho foi usado para mostrar o real movimento do Sistema Solar, mostrando aos alunos animações e simulações que não são diretamente observáveis a olho nu ou envolvem conceitos que vão além da experiência cotidiana.

Fez-se para isto um levantamento de dados com professores e alunos com informações referentes a esta prática, além de identificar os recursos que as escolas disponibilizam aos docentes para a realização das aulas.

Vale ressaltar que o objetivo não é tornar as aulas totalmente dependente do uso desses recursos, mas integrar as simulações através de laboratórios virtual e vídeos com outras ferramentas e metodologias de ensino. O objetivo é usar esses recursos para complementar outras atividades práticas durante as aulas, assim, os educadores podem maximizar os benefícios e criar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo dedica-se ao estudo das simulações digitais, explorando seus fundamentos teóricos e suas diversas aplicações práticas. Pretende-se entender como essas estratégias colocam o aluno no centro do processo de aprendizado, promovendo a participação ativa, a solução de problemas e o pensamento crítico e serão examinadas diversas pesquisas sobre o tema.

2.1 Esclarecimentos teóricos sobre o tema

As Tecnologias Digitais (TD) são utilizadas como recursos no processo de ensino e aprendizado para melhorar a experiência educacional. Isso pode incluir desde o uso de dispositivos eletrônicos como computadores, *tablets* e *smartphones*, implementação de plataformas online, aplicativos educacionais e ambientes virtuais de aprendizagem. Barroso e Antunes (2020) fazem um levantamento de 50 ferramentas digitais disponíveis para aplicação na área educacional

Nesse contexto, o portal “Wwwwhat’s new”, sobre aplicações voltadas para a área tecnológica, fez um compilado de 50 ferramentas digitais – programas, recursos disponíveis online, websites, plataformas e aplicativos – que podem ser utilizadas por professores e gestores na prática educacional, no que tange ao planejamento das atividades, hospedagem e compartilhamento de arquivos, criação de websites, recursos midiáticos para utilização na sala de aula, elaboração de atividades e avaliações, emissão de relatórios de gestão escolar e detector de plágios. (Barroso; Antunes, 2020)

O aprendizado de fenômenos físicos frequentemente exige uma habilidade significativa de imaginação, ou seja, abstração e visualização mental, pois muitos desses fenômenos não são diretamente observáveis. Além disso, aspectos como forças, campos invisíveis e dimensões microscópicas ou astronômicas tornam a física um campo desafiador para muitos estudantes. Por isso, a importância de conectar a imaginação científica ou criativa em experimentos físicos para que o processo de compreensão seja facilitado e alcançado. Em relação a essa afirmação Chiquito et. al. (2005) destaca que

Normalmente, o aprendizado de fenômenos físicos requer dos estudantes uma boa dose de imaginação para a visualização do sistema que se está estudando e dos efeitos resultantes. Quando este exercício de imaginação pode apoiar-se em experiências que fazem parte do senso comum ou já realizada em laboratórios, a dificuldade é reduzida.

Os experimentos físicos desempenham um papel crucial no aprendizado, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos conceitos teóricos ajudando os alunos a visualizarem fenômenos que, de outra forma, seriam difíceis de entender apenas pela teoria. Os alunos aprendem a coletar, interpretar e analisar dados, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico como Maia et. al. (2021) esclarecem em seu trabalho

O uso de recursos experimentais explora o pensamento científico e torna o aprendizado do objeto de estudo mais enriquecido, diminuindo a dificuldade que os estudantes encontram na visualização de fenômenos físicos. (Maia et al, 2021)

Apesar de experimentos físicos serem essenciais, a realidade das escolas brasileiras apresenta uma barreira significativa na educação devido à ausência de laboratórios ou de estruturado que dificulta a compreensão prática de conceitos teóricos, limita o desenvolvimento do pensamento crítico e reduz o engajamento dos estudantes. As causas apontadas, como a falta de equipamentos e de pessoal técnico, são recorrentes onde Arantes et. al. (2010) descrevem em sua pesquisa

A maioria das escolas brasileiras hoje não possui laboratórios adequados à realização de atividades experimentais, por diversas razões: equipamentos sofisticados e falta de pessoal técnico de apoio. Ainda assim, a maioria dos professores destaca a importância da realização de atividades experimentais.

Esse cenário na educação brasileira, embora desafiador, também pode ser uma oportunidade para repensar e inovar na educação. Essa realidade reflete a um desafio significativo, porém a estratégia de adotar o uso de OA como as simulações interativas em laboratórios virtuais podem amenizar esse problema, pois simulam experimentos físicos com uma excelente precisão. Também, podem observar, por exemplo, as ações das leis de Newton, interagir com os sistemas, explorar diferentes cenários, pausar um experimento, colocar em “câmera lenta”, fazer suas observações e anotações o que enriquece o entendimento de conceitos complexos.

De acordo com estudos sobre o uso de tecnologias no ensino de ciências, Smetana e Bell (2012, p. 134), apud Pinto e Pedroso (2021, p.12), destacam que "as animações interativas, construídas a partir da modelagem de situações físicas de interesse pedagógico, têm se mostrado adequadas para introduzir o estudante em conteúdo nos quais ele não está familiarizado."

Aplicar as simulações interativas na sala de aula não é algo impossível, pois os avanços nos computadores pessoais com as melhorias no hardware e a evolução na relação custo-benefício têm possibilitado que mais instituições e pessoas utilizem essas ferramentas no suporte à educação. Somado a isso, muitos softwares e plataformas digitais estão disponíveis gratuitamente e podem ser utilizados em computadores ou *tablets*, assim como, afirmam Arantes *et. al* (2010)

Com os avanços dos computadores pessoais, tanto em hardware como na relação custo/benefício, e softwares independentes de plataforma como o Flash e Java, as simulações interativas já constituem um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os professores facilitadores e os alunos autônomos no processo de ensino e aprendizagem. (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010)

Ainda nas pesquisas de Arantes *et. al* (2010) afirmam que as simulações computacionais é o OA mais amplamente utilizados no contexto educacional. Elas possibilitam que alunos e professores explorem fenômenos de forma interativa, visual e prática, mesmo na ausência de recursos físicos, como laboratórios. Seu uso é especialmente eficaz no ensino como indicam as pesquisas, no entanto, as simulações continuam sendo apenas uma ferramenta e não devem substituir o uso do laboratório e experimentos reais e quando possível combinando-os para tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos.

Outro OA são as simulações animadas por vídeos no qual neste o aluno não tem como interagir ou interferir no processo, ele é apenas um observador. Contudo, o vídeo é uma linguagem poderosa no contexto educacional, capaz de envolver a sensibilidade e a atenção de pessoas de todas as idades. Sua força comunicativa resulta da integração de gestos, movimentos, palavras, imagens e sons, criando uma experiência imersiva e multissensorial que difere significativamente dos materiais didáticos tradicionais, como livros ou apostilas, e das atividades rotineiras das escolas como também afirma Nunes (2012) em sua pesquisa

A linguagem do vídeo mexe com a sensibilidade de qualquer tipo de faixa etária e a comunicação proporcionada por ele resulta do encontro entre gestos, movimentos e palavras, o que o torna bastante diferente de material didático impresso, a exemplo do livro ou apostilas, assim como das atividades rotineiras do dia a dia das escolas. O vídeo responde logo a feticidade para depois envolver a razão. Essa dinâmica aliada a um planejamento criativo viabiliza maior eficácia das ações pedagógicas.

Contudo, são geralmente mais envolventes e interessantes do que textos ou aulas tradicionais, mantendo a atenção dos alunos por mais tempo. A combinação de áudio e vídeo cria um formato dinâmico que pode captar o interesse dos alunos e aumentar a motivação para aprender. O uso de vídeos na educação oferece uma maneira eficaz e envolvente de melhorar a aprendizagem dos alunos como Moran (1995) afirma sobre as potencialidades do vídeo e faz crer que este utensílio também tem uma “interatividade funcional”:

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços.

As simulações computacionais têm o potencial de transformar a maneira como ensinamos e aprendemos, aproximando os estudantes da ciência e da tecnologia, sendo no laboratório virtual ou num vídeo, são ferramentas poderosas no ensino e aprendizado porque oferecem muito mais do que uma representação visual estática. Para enfatizar esse contexto Medeiros e Medeiros cita o trabalho de doutorado de Gaddis (2000) *apud* Medeiros e Medeiros (2002)

Simulações computacionais vão além das simples animações. Elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador.

2.2 Revisão Bibliográfica

O ensino de Física está intimamente ligado às tecnologias, tanto em sua aplicação prática quanto no impacto que pode causar ao conectar os conceitos científicos ao cotidiano dos jovens afirma Braga (2016). Ao incorporar ferramentas digitais de maneira planejada, é possível transformar o aprendizado em uma experiência mais rica, significativa e alinhada às demandas do mundo contemporâneo. Pois a atual geração de alunos está acostumada a dispositivos digitais e interfaces interativas, o que facilita a aceitação e o uso de simulações virtuais.

Uma ampla revisão bibliográfica feita na pesquisa de Braga (2016) confirma que o uso de simulador virtual no ensino de conceitos físicos tem potencial para transformar o ambiente educacional, tornando as aulas mais dinâmicas, interativas e

envolventes. Essa abordagem tem se mostrado eficaz para promover um aprendizado mais significativo, especialmente em disciplinas que envolvem abstrações e conceitos complexos, como a física.

Acerca da utilização do simulador na etapa de aplicação do conhecimento, podemos afirmar que os ganhos se deram no sentido de gerar um maior amadurecimento dos conceitos estudados nas etapas anteriores. Os alunos conseguiram ser mais autônomos e independentes para a realização das atividades, demonstrando uma evolução conceitual e capacidade de empregar os conhecimentos dos quais estavam se apropriando. Nessa fase os estudantes também conseguiram analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial e outras relacionadas ao mesmo conceito.

Ainda nesta pesquisa Braga (2016) mostra novamente que o uso de simulações no ensino de física é uma estratégia poderosa para tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, promovendo um aprendizado mais significativo.

Ao verificarmos a percepção dos alunos sobre o trabalho desenvolvido, uma parcela significativa concordou que a utilização do simulador contribuiu para a aprendizagem e também ressaltaram a qualidade do simulador, o que estimulou o interesse pelo tema. Os alunos reforçaram a necessidade de outras aulas com essa dinâmica, nos comentários de alguns deles, percebeu-se que a aula foi divertida, alegre, legal, atrativa e tornou o assunto mais fácil de entender.

Nos resultados descritos em seu artigo, Arantes *et. al* (2010) afirmam que os objetos virtuais de aprendizagem, as simulações virtuais, representam uma tendência crescente no campo educacional. Com a rápida evolução das tecnologias digitais, esses recursos têm o potencial de transformar significativamente o ensino e a aprendizagem, especialmente em uma geração de alunos que cresce imersa em um ambiente altamente informatizado. Com a contínua evolução da tecnologia, espera-se que as simulações se tornem ainda mais sofisticados e precisas e podem ser adaptadas ao ritmo e às necessidades individuais dos estudantes, promovendo um aprendizado mais personalizado.

Em sua pesquisa de mestrado, Ferreira (2023), usando o termo modelo teórico para simulações, afirma que desempenham um papel crucial na ciência, oferecendo meios para prever, testar e compreender fenômenos complexos que, de outra forma, seriam difíceis ou impossíveis de acessar. Contudo, é importante reconhecer que as simulações são modelos simplificados da realidade, carregando tanto benefícios quanto limitações referentes a natureza. As simulações têm aplicabilidade e sua

importância, pois permitem a previsão e o entendimento de fenômenos complexos, muitas vezes inacessíveis ou irrealizável para a observação dos fenômenos. No entanto, esses modelos de simulações são simplificações da realidade e, portanto, apresentam limitações não devendo substituir fenômenos e leis da natureza, Ferreira (2023)

Os modelos teóricos têm uma importância fundamental na ciência, pois permitem a previsão e o entendimento de fenômenos complexos, muitas vezes inacessíveis ou impraticáveis para a observação direta. No entanto, esses modelos teóricos são simplificações da realidade e, portanto, apresentam limitações. Eles não devem ser considerados como uma representação precisa da realidade, mas sim como um objeto modelo que pode ser utilizado de forma crítica para entender a realidade.

Como já afirmado anteriormente nesse trabalho, as simulações virtuais são ferramentas pedagógicas e cabe ao professor avaliar de forma criteriosa o seu uso. A ferramenta deve estar alinhada com os objetivos da aula e facilitar a compreensão do assunto lecionado. O sucesso no uso de uma ferramenta pedagógica depende do equilíbrio entre inovação e propósito educacional. Caberá sempre ao professor julgar a pertinência e a eficácia do recurso no contexto de sua prática docente. São os professores que desempenham o papel essencial de decidir quais ferramentas são mais adequadas para os objetivos de aprendizagem, o perfil da turma e o contexto educacional. Nesse contexto, em sua pesquisa de mestrado Ferreira (2023) afirma que

Além disso, é essencial destacar a relevância do papel do professor que utiliza esse tipo de ferramenta. O uso de simuladores em sala de aula é uma estratégia pedagógica que pode enriquecer o aprendizado dos(as) alunos(as), permitindo que eles explorem conceitos abstratos de forma mais concreta e interativa. No entanto, para que o uso dessas ferramentas seja efetivo, é necessário que o(a) professor(a) tenha atenção devida quanto ao seu uso.

Os professores desempenham um papel essencial no processo educacional ao decidirem quais ferramentas e estratégias são mais adequadas para atingir os objetivos de aprendizagem. Essa responsabilidade é especialmente importante em um contexto no qual a tecnologia tem ampliado as opções pedagógicas, como o uso de simulações virtuais interativas ou vídeos e outras metodologias inovadoras.

É evidente que a utilização dos diversos recursos inovadores da tecnologia amplia as possibilidades de aprendizado, transformando tanto as práticas educacionais

quanto as teorias que as fundamentam. O impacto positivo dessas inovações já é evidente e tende a se expandir à medida que as tecnologias evoluem e se tornam mais acessíveis. Com as mudanças sociais, culturais e tecnológicas das últimas décadas, torna-se indispensável reconfigurar a educação em direção à educação digital. Essa transformação é essencial para atender às demandas de um mundo cada vez mais conectado, interativo e centrado no uso de tecnologias digitais, tanto na vida cotidiana quanto nas práticas profissionais, Moretto e Dametto, 2018.

As tecnologias aplicadas na educação têm uma tendência crescente com a rápida evolução das tecnologias digitais, Arantes *et. al* (2010). As simulações virtuais, seja ela interativa ou por vídeos, aplicada na educação podem ser usadas para explorar e experimentar de forma segura e controlada, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão prática e conceitual sobre determinado tema. É um recurso que pode transformar as aulas despertando a atenção da atual geração de alunos, tornando as aulas mais atrativa e envolventes, Braga (2016).

Vemos que, ao adotar formas corretas de utilizar as ferramentas tecnológicas no contexto escolar, é possível colher grandes benefícios para a educação. Essa abordagem se torna ainda mais relevante diante de um cenário no qual a atenção dos alunos pela educação tradicional tem diminuído gradativamente, Lima *et.al* (2023).

O uso de simulações virtuais na educação representa um avanço significativo, promovendo um aprendizado mais interativo, acessível e alinhado às necessidades do mundo moderno. Quando bem integradas ao currículo, elas potencializam a experiência educacional, conectando teoria e prática de maneira inovadora, Ferreira (2023). As investigações realizadas neste campo revelam crescimento substanciais em seu uso, tanto do ponto de vista teórico quanto prático, consolidando o papel dessas tecnologias no aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem.

O uso das simulações virtuais tem se mostrado especialmente eficaz no ensino, como apontam as pesquisas. Essas ferramentas permitem que conceitos complexos sejam explorados de forma dinâmica e visual, além de possibilitarem a realização de experimentos que, em contextos reais, seriam inviáveis devido às limitações financeiras, tempo ou segurança. Contudo, é fundamental reconhecer que simulações virtuais são apenas ferramentas complementares e não devem substituir os laboratórios e experimentos reais. Os professores são os mediadores de conhecimentos e protagonistas no processo de integração tecnológica na educação,

Lima *et. al* (2023). Sua capacidade de selecionar, adaptar e implementar ferramentas com base nos objetivos, no perfil dos alunos e no contexto educacional é determinante para o sucesso do aprendizado.

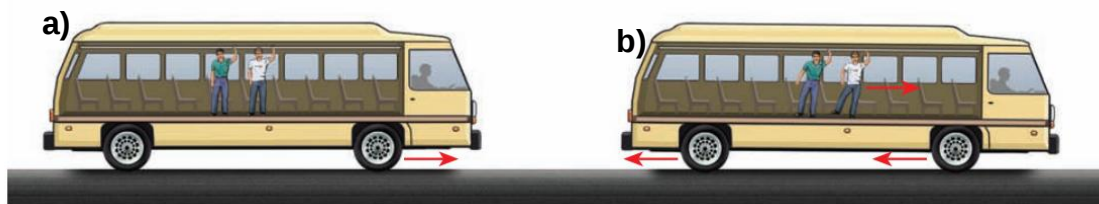
2.3 Leis de Newton

A mecânica newtoniana ou mecânica clássica é o ramo da física que descreve o comportamento dos corpos em movimento ou em repouso sob a influência de forças, com base nas leis formuladas por Isaac Newton. É um dos pilares fundamentais da física e descreve os fenômenos em escalas macroscópicas, desde o movimento de objetos cotidianos até o movimento planetário. Como descreve Nussenzveig (2002) “Em seu monumental tratado “Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, publicado em 1687, Newton formulou três Axiomas ou Leis do Movimento”. Compreendê-las é crucial para interpretar e prever fenômenos físicos em uma ampla variedade de contextos, desde o cotidiano até aplicações científicas e tecnológicas.

2.3.1 Primeira Lei de Newton

A Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia, é um dos princípios fundamentais da física que descreve o comportamento dos objetos em movimento e em repouso.

Figura 1 - Por inércia, a) o ônibus vai em movimento retilíneo uniforme e b) o freia bruscamente.



Fonte: Ramalho *et. al* (2009).

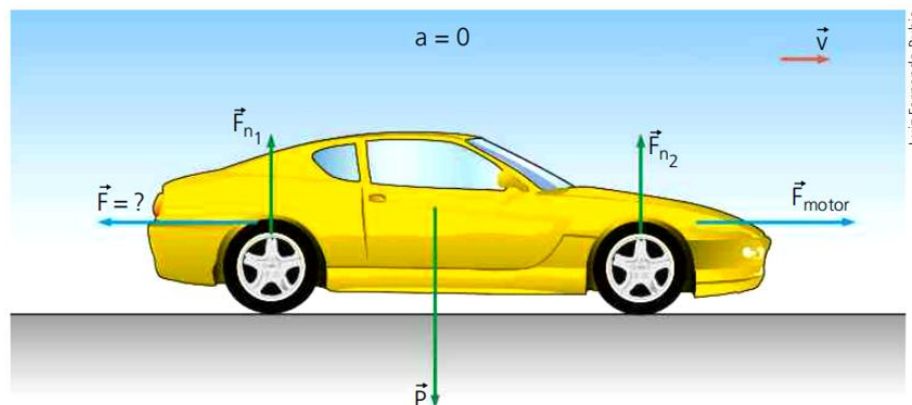
Admitindo que um ônibus está em movimento retilíneo uniforme em relação ao solo, figura 1a, os passageiros tendem, por inércia, a permanecer em repouso, em relação ao ônibus. Quando o ônibus freia, figura 1b, os passageiros tendem, por inércia, a prosseguir com a velocidade que tinham, em relação ao solo. Assim, continuam o movimento para frente em relação ao ônibus.

A inércia é a propriedade da matéria que faz com que um objeto em repouso permaneça em repouso e um objeto em movimento permaneça em movimento com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele. Em outras palavras, a inércia é a resistência de um objeto à mudança em seu estado de movimento.

Assim, a primeira lei de Newton pode ser enunciada da seguinte forma, como Nussenzveig (2002): “Todo o corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele”. É a propriedade dos corpos de resistirem a mudanças em seu estado de movimento. A inércia depende da massa do objeto: quanto maior a massa, maior a inércia.

Primeira Lei de Newton ocorre quando a força resultante ($\vec{F}_R$) é nula, ou seja, a soma vetorial de todas as forças é igual a zero, como ilustra a figura 2. Isso significa que, que o corpo, partícula ou um sistema com um todo está em equilíbrio. Nesse caso, o objeto permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

Figura 2 - O carro está em movimento retilíneo uniforme.



Fonte: Luiz Fernando Rubio. Disponível em: Yamamoto e Kazuhito (2016).

O carro na figura 2, está em movimento retilíneo uniforme, ou seja, se move apenas por inércia. As forças vetoriais se anulam nos eixos x e y , não há aceleração no corpo. As forças atuando sobre o carro são, tais que: forças normais ($\vec{F}_{n1}$ e $\vec{F}_{n2}$), força peso ($\vec{P}$), força do motor ($\vec{F}_{motor}$) e a força $\vec{F}$ sendo uma força de resistência representando a força de atrito ($\vec{f}_{at}$), pois a força de atrito tem sentido oposto.

$$\vec{F}_{Rx} = \sum \vec{F} = \vec{F}_{motor} - \vec{f}_{at} = 0 \quad 1.1$$

e

$$\vec{F}_{Ry} = \sum \vec{F} = \vec{F}_{n1} + \vec{F}_{n2} - \vec{P} = 0 \quad 1.2$$

A Primeira Lei de Newton afirma que a soma de todas as forças é nula, como descrita nas equações 1.1 e 1.2. Um objeto permanecerá em repouso, denominado de equilíbrio estático, ou em movimento retilíneo uniforme, denominado de equilíbrio dinâmico, ou seja, não há aceleração. Por isso, a menos que aja uma força externa sobre ele, os sistemas permanecerão em equilíbrio estáticos ou dinâmicos.

2.3.2 Segunda Lei de Newton

A Segunda Lei de Newton nos permite quantificar a relação entre a força aplicada a um objeto e a mudança em seu estado de movimento. É uma lei fundamental da física que nos ajuda a compreender o mundo ao nosso redor. Ela é interpretada em termos da variação do momento linear ($\vec{p} = m\vec{v}$), que é uma forma mais geral de descrever a dinâmica dos corpos. Nussenzveig (2002), conceitua a segunda lei como “A variação do momento é proporcional à força impressa, e tem direção da força”, equação 1.3.

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_R \quad 1.3$$

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \quad 1.4$$

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad 1.5$$

A 2ª Lei de Newton, também conhecida como Princípio Fundamental da Dinâmica, nos permite quantificar a relação entre a força aplicada a um objeto e a mudança em seu estado de movimento. É uma lei fundamental da física que nos ajuda a compreender o mundo ao nosso redor. Ela também, estabelece uma relação direta entre a força resultante aplicada a um objeto e a aceleração que esse objeto adquire. Em outras palavras, a força é a causa da aceleração.

Então, pode-se afirmar que, a força resultante que atua sobre um corpo é diretamente proporcional à aceleração produzida e ocorre na mesma direção dessa aceleração, sendo, a constante de proporcionalidade é a massa do corpo, como mostra a equação 1.5.

Figura 3 - O uso da força resultante na brincadeira de cabo de guerra.



Fonte: Pixabay. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/segunda-lei-de-newton-principio-fundamental-da-dinamica>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

A brincadeira de cabo de guerra é um ótimo exemplo para entender como a força resultante ($\vec{F}_R$) e a aceleração ($\vec{a}$) se relacionam, de acordo com as Leis de Newton. No cabo de guerra, duas equipes aplicam forças opostas na corda, figura 3. A força que cada equipe aplica depende da soma das forças exercidas pelos participantes. A força resultante é a soma vetorial das forças aplicadas pelas equipes no cabo. Uma equipe precisa aplicar a soma das forças maior do que a outra para ter a força resultante ao seu favor, ou seja, na mesma direção e sentido para ganhar o jogo.

2.3.3 Terceira Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton descreve como as forças interagem entre dois corpos. Ela destaca que, as forças sempre ocorrem em pares e não existe força isolada e essas forças atuam sempre em corpos diferentes, tornando possível o movimento e a interação no universo.

Barcelos Neto (2004), conceitua essa lei como: “Quando Duas partículas interagem, as forças numa delas possui o mesmo módulo, mesma direção e sentido

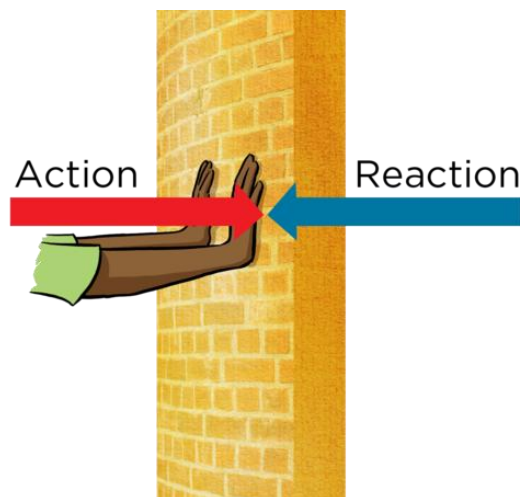
contrário à força que atua na outra”. As partículas consideradas pelo autor fazem referência a qualquer corpo em interação.

Essa lei afirma que se um corpo A exerce uma força $\vec{F}_{AB}$ sobre um corpo B, então o corpo B exerce uma força $\vec{F}_{BA}$ de igual magnitude, mas em direção oposta, sobre o corpo A, conforme a sua representação matemática:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad 1.6$$

Por exemplo, se você empurra uma parede com uma força $\vec{F}$, a parede exerce uma força de mesma intensidade e direção oposta sobre sua mão, como ilustra a figura 4. Mesmo que a parede não se mova, a interação entre você e a parede ocorre conforme a Terceira Lei, também, conhecida como a Lei da Ação e Reação.

Figura 4 - A forma ilustrativa da 3ª Lei de Newton.



Fonte: Disponível em: <<https://i.sstatic.net/MHIYf.png>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

2.4 Gravitação universal

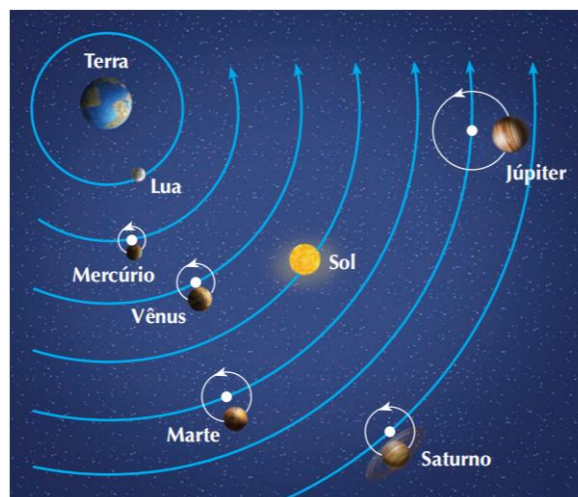
A história da gravitação universal tem suas raízes na busca humana por entender os movimentos dos corpos celestes. Essa jornada começou na Grécia Antiga, com os primeiros filósofos e astrônomos tentando explicar o comportamento dos planetas e estrelas no céu. Embora não tivessem o conceito moderno de gravidade, os gregos antigos lançaram as bases para o desenvolvimento dos modelos planetários. Os modelos planetários representam o avanço do conhecimento humano ao longo da

história e refletem a busca por entender o universo. A transição do geocentrismo ao heliocentrismo foi um marco na ciência, abrindo caminho para a física moderna e as tecnologias espaciais.

2.4.1 O Modelo Geocêntrico

O modelo geocêntrico, figura 5, foi a explicação predominante sobre a estrutura do universo por mais de 1.500 anos. Nesse modelo, acreditava-se que a Terra estava no centro do universo e que todos os corpos celestes — o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas — giravam ao seu redor. Esse modelo não só dominou a astronomia, mas também se alinhou com a filosofia, a religião e a visão de mundo de várias civilizações antigas (RAMALHO *et. al*, 2009).

Figura 5 - Modelo planetário Geocêntrico.



Fonte: Ramalho *et. al* (2009)

O matemático e astrônomo Cláudio Ptolomeu foi responsável por sistematizar e refinar o modelo geocêntrico na obra *Almagesto*, uma das mais influentes da história da ciência. Nussenzveig (2002) descreve que, Ptolomeu usou o conceito de epiciclos, círculos menores que se moviam ao redor de uma órbita maior (deferente), para explicar os movimentos aparentemente irregulares (ou retrógrados) dos planetas, figura 6.

Em determinados períodos, o planeta parece inverter sua direção, movendo-se de leste a oeste por um breve intervalo. Esse fenômeno é mais facilmente percebido em planetas visíveis a olho nu, como Marte, Júpiter e Saturno.

Figura 6 - Movimento retrógrado do planeta Mercúrio.



Fonte: Vito Technology. Disponível em: <<https://starwalk.space/pt/news/what-is-retrograde-motion>>. Acesso em: 08 ago. 2024.

O movimento retrógrado é um fenômeno observado no céu em que um planeta parece se mover temporariamente para trás em relação às estrelas de fundo, antes de retomar seu movimento normal. Este comportamento é apenas uma ilusão de ótica causada pelas diferenças de velocidade entre a Terra e outros planetas em suas órbitas ao redor do Sol.

O modelo de Ptolomeu foi tão preciso e bem aceito que permaneceu em uso por mais de 1.500 anos, sendo um marco na astronomia medieval.

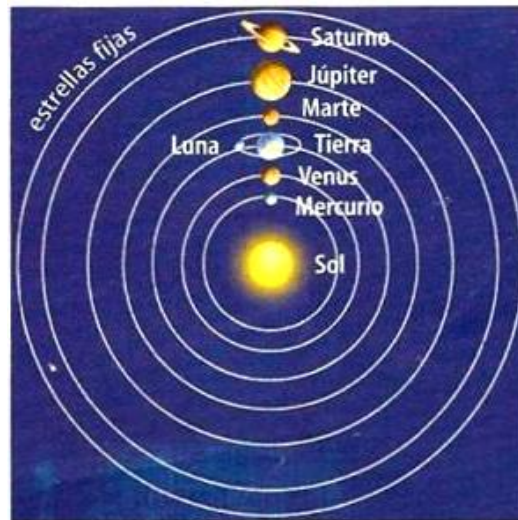
2.4.2 O Modelo Heliocêntrico

O modelo heliocêntrico é a ideia de que o Sol está no centro do sistema solar, com a Terra e os outros planetas girando ao seu redor. Essa concepção revolucionou a ciência e a astronomia, marcando a transição da visão geocêntrica (Terra no centro) para uma explicação mais precisa dos movimentos celestes. A história do modelo heliocêntrico é um relato de persistência intelectual, desafios às ideias dominantes e avanços científicos.

O filósofo e astrônomo grego Aristarco foi o primeiro a propor que a Terra girava ao redor do Sol. Ele também tentou medir as distâncias relativas da Terra ao Sol e à

Lua, concluindo que o Sol era muito maior que a Terra. A visão de Aristarco foi rejeitada em favor do modelo geocêntrico de Aristóteles e, posteriormente, de Ptolomeu, devido à falta de evidências experimentais e à crença de que a Terra estava fixa no centro do universo (NUSSENZVEIG 2002).

Figura 7 - Modelo planetário Heliocêntrico.



Fonte: Disponível em: https://cepafuerteventuranorte.es/diferencias-entre-heliocentrismo-y-geocentrismo-como-cambio-nuestra-comprension-del-universo/?expand_article=1. Acesso em: 10 set. 2024.

Copérnico retomou a ideia de Aristarco em sua obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543). Ele propôs que o Sol estava no centro do universo, a Terra, girava sobre seu eixo explicando o dia e a noite, e os outros planetas orbitavam o Sol em movimentos circulares. O modelo de Copérnico foi inicialmente recebido com ceticismo, pois desafiava a cosmologia tradicional e carecia de evidências observacionais claras (NUSSENZVEIG 2002). Yamamoto e Kazuhito (2016) descrevem que

Foi quando Nicolau Copérnico (1473-1543), astrônomo polonês que viveu entre os períodos do Renascimento e da Reforma — portanto em uma época propícia à proposição de mudanças —, retomou as ideias de Aristarco de Samos na obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* [Sobre as Revoluções das Esferas Celestes], publicada em 1543, colocando o Sol no centro do Universo. Estava, então, anunciado o modelo heliocêntrico.

No modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico, todos os planetas conhecidos na época orbitavam o Sol. Esse modelo incluía os seguintes planetas, organizados de acordo com sua distância crescente do Sol: Mercúrio, Vênus, Terra (acompanhada pela Lua, que orbitava a Terra), Marte, Júpiter e Saturno. Esses eram os seis planetas visíveis a olho nu e, portanto, conhecidos desde a antiguidade. No modelo de Copérnico, ele manteve a ideia de que as órbitas eram circulares e que os planetas se moviam a velocidades uniformes (RAMALHO, 2009).

Planetas como Urano e Netuno não eram conhecidos na época, pois só foram descobertos com o uso de telescópios (em 1781 e 1846, respectivamente). O modelo heliocêntrico também considerava as estrelas fixas, formando uma "esfera celeste" muito distante, que não participava do movimento orbital.

2.4.3 As Leis de Kepler

As Leis de Kepler são três princípios fundamentais que descrevem o movimento dos planetas ao redor do Sol. Elas foram formuladas pelo astrônomo alemão Johannes Kepler no início do século XVII. Essas leis foram cruciais para o desenvolvimento da mecânica celeste e para a formulação da teoria da gravitação universal de Isaac Newton.

As leis de Kepler revolucionaram nossa compreensão do movimento dos planetas. Essas três leis fundamentais descrevem de forma precisa como os planetas se movem ao redor do Sol, superando as antigas teorias geocêntricas.

2.4.3.1 Dedução das Leis de Kepler a partir da Conservação do Momento Angular

As três leis de Kepler, que descrevem o movimento planetário, podem ser deduzidas a partir dos princípios da Mecânica Clássica, em particular da conservação do momento angular e da natureza central da força gravitacional (SYMOM, 1971).

Para uma força central como a gravitação:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = 0 \quad 1.7$$

Como $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$, tem-se:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \text{constante} \quad 1.8$$

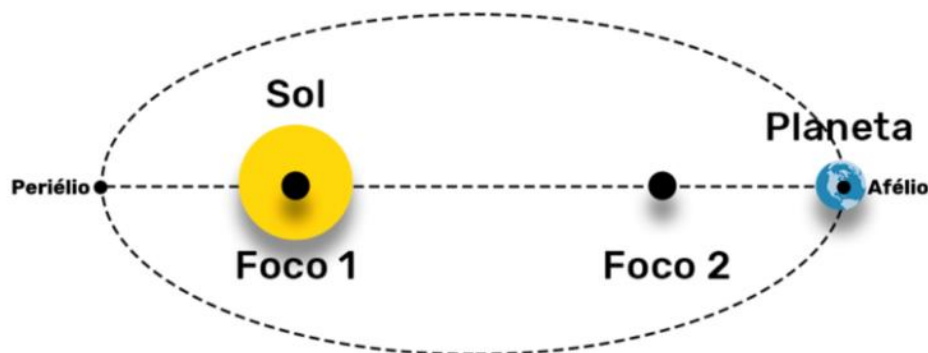
Em coordenadas polares, a expressão do momento angular pode ser representada por:

$$L = mr^2\dot{\theta} \quad 1.9$$

2.4.3.2 Primeira Lei de Kepler: Lei das Órbitas

A trajetória dos planetas ao redor do Sol não é perfeitamente circular, mas sim uma elipse. O Sol está localizado em um dos focos dessa elipse. Isso explica por que a distância entre um planeta e o Sol varia ao longo de sua órbita. Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol, que ocupa um dos focos da elipse, conforme a figura 8, (HALLIDAY; RESNIK, 2015)

Figura 8 - Esquema da órbita elíptica de um planeta e os focos da elipse.



Fonte: Disponível em: <<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/movimentos-orbitais>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

Diz-se que Kepler ficou bastante desapontado ao descobrir que as órbitas dos planetas não eram circulares, mas sim elípticas. Embora fosse um cientista, sua forte convicção religiosa tornava difícil aceitar que Deus tivesse criado algo que não fosse perfeito. Naquela época, acreditava-se que o movimento dos astros, por serem obra divina, deveria ser circular, visto como a forma ideal. A elipse, por outro lado, era considerada uma figura imperfeita. No entanto, apesar do impacto que essa descoberta teve em sua fé, Kepler manteve seu compromisso com a ciência e formulou suas famosas leis (RAMALHO, 2009).

2.4.3.2.1 Demonstração da Primeira Lei de Kepler

A equação da órbita elíptica pode ser obtida a partir da equação de movimento radial:

$$m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) = - \frac{GMm}{r^2} \quad 1.10$$

Aplicando a substituição $u = 1/r$ e utilizando $\theta = L/(mr^2)$ obtém-se a equação diferencial:

$$\frac{d^2u}{d\theta^2} + u = - \frac{GMm^2}{L^2} \quad 1.11$$

A solução geral dessa equação é:

$$u(\theta) = \frac{GMm^2}{L^2} (1 + e \cos\theta) \quad 1.12$$

Portanto, a forma da órbita é dada por:

$$r(\theta) = \frac{L^2/(GMm^2)}{1 + e \cos\theta} \quad 1.13$$

Que é a equação de uma cônica com excentricidade e , sendo a elipse um caso particular. Assim, demonstra-se matematicamente a Primeira Lei de Kepler: as órbitas dos planetas são elipses com o Sol em um dos focos.

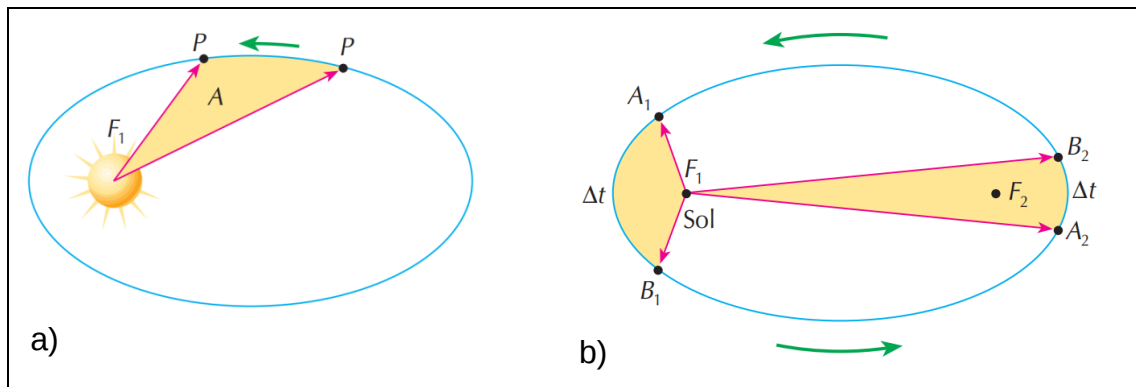
2.4.3.3 Segunda Lei de Kepler: Lei das Áreas

O segmento que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais, figura 9a. A velocidade orbital de um planeta não é constante. Ele se move mais rapidamente quando está mais próximo do Sol (no periélio) e mais lentamente quando está mais distante (no afélio). A segunda lei de Kepler afirma que, a taxa de varredura da área A ao longo do tempo t é constante sendo representada por:

$$A = k \cdot \Delta t \quad 1.14$$

A constante de proporcionalidade **k** depende do planeta e é denominada velocidade areolar do planeta. Essa lei garante que a área varrida pelo raio vetor em um determinado intervalo de tempo seja sempre a mesma, independentemente da posição do planeta na órbita.

Figura 9 - a) A área percorrida pelo raio vetor num mesmo intervalo de tempo.



Fonte: Ramalho et. al (2009).

Isso significa que, mesmo que a velocidade linear do planeta mude ao longo da órbita, a área percorrida pelo raio vetor no mesmo intervalo de tempo será sempre a mesma, figura 9b.

A Segunda Lei de Kepler explica por que os planetas se movem de maneira desigual ao longo de suas órbitas, tornando-se mais rápidos quando estão mais próximos do Sol e mais lentos quando estão mais distantes. Essa lei foi fundamental para entender a dinâmica do movimento planetário e contribuiu para a formulação da teoria da gravitação universal de Newton.

2.4.3.3.1 Demonstração da Lei das Áreas

A área varrida no tempo dt é:

$$dA = \frac{1}{2}r^2d\theta \Rightarrow \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}r^2\dot{\theta} \quad 1.15$$

Sabendo que o momento angular é conservado e que $L = mr^2\dot{\theta}$, podemos substituir na expressão acima:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} = \text{constante} \quad 1.16$$

2.4.3.4 Terceira Lei de Kepler: Lei dos Períodos

A terceira lei de Kepler, como afirma Nussenzveig (2002) “Os quadrados dos períodos de revolução de dois planetas quaisquer estão entre si como os cubos de suas distâncias médias ao Sol”.

A relação matemática é:

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{R^3}{R^3} \quad 1.17$$

Onde T é o período orbital do planeta (tempo necessário para completar uma órbita) e R é o semi-eixo maior da órbita.

Isso explica por que planetas mais distantes do Sol têm períodos orbitais muito maiores.

A Terceira Lei de Kepler fornece uma relação fundamental para entender o movimento dos planetas e satélites, permitindo prever seus períodos orbitais com base na distância ao corpo central. Essa lei foi essencial para a formulação da teoria da gravitação universal de Newton, que explicou por que os planetas seguem essas leis devido à força gravitacional do Sol.

2.4.3.4.1 Demonstração da Lei dos Períodos

Para uma elipse:

$$A = \pi ab = \frac{L}{2m} T \quad 1.18$$

Isolando T , tem-se:

$$T = \frac{2m\pi ab}{L} \quad 1.19$$

Sabendo que $b = a \sqrt{1 - e^2}$ e $L = GMm^2 a(1 + e^2)$:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3 \quad 1.20$$

A conservação do momento angular e a lei da gravitação universal permitem deduzir completamente as três leis de Kepler, demonstrando a consistência entre a descrição fenomenológica e a teoria física. (SYMONTON, 1971).

2.4.4 Lei da Gravitação Universal de Newton

A Lei da Gravitação Universal de Newton é uma das leis mais importantes da física, que descreve a força de atração que existe entre todos os corpos com massa no universo. Publicada por Isaac Newton em 1687 em sua obra *Principia*, ela é fundamental para entendermos os movimentos dos planetas, estrelas e outros corpos celestes, além de ser essencial para diversas tecnologias que utilizamos hoje em dia, como satélites artificiais e viagens espaciais.

A Lei da Gravitação Universal, proposta por Isaac Newton em 1687, descreve a força de atração gravitacional que existe entre todos os corpos com massa no universo. Ela afirma que, dois corpos quaisquer no universo se atraem com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles (HALLIDAY; RESNIK, 2015). Ela pode ser enunciada da seguinte forma:

$$F = G \frac{mM}{R^2} \quad 1.21$$

Onde, F é a força gravitacional entre os corpos, $G = 6,674 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ é a constante de gravitação universal, m e M são as massas dos corpos e R a distância entre os centros das massas dos corpos.

Newton formulou essa lei ao perceber que a mesma força que faz objetos caírem na Terra também governa o movimento dos astros no espaço.

2.5 LABORATÓRIOS VIRTUAIS

Será usado nesse trabalho duas plataformas com laboratórios virtuais, a *PhET Interactive Simulations*, a Universidade Federal do Ceará (UFC) e *YouTube*.

2.5.1 A plataforma PhET

Um dos laboratórios virtuais para usar suas simulações é a plataforma PhET Interactive Simulations. Foi desenvolvida pela University of Colorado Boulder, fundada por Carl Wieman, ganhador do Nobel, em 2002. Ela oferece simulações interativas gratuitas em várias áreas como Física, Química, Biologia e Matemática. Existem uma vasta biblioteca de simulações interativas que abrangem diversas áreas como Física, Química, Biologia e Matemática. Essas simulações permitem que os usuários explorem conceitos abstratos de forma visual e prática, tornando o aprendizado mais envolvente e eficaz. Para enfatizar o contexto Labor e Oliveira (2022) *apud* Zamora (2021) diz que

... relatou que essa plataforma contém recursos gratuitos e interativos que permitem motivar e captar o interesse do discente, em que este pode comparar teoria e prática em um ambiente lúdico fundamentado em aulas inovadoras.

As simulações são flexíveis e podem ser usadas de diversas formas em diferentes contextos educacionais. Os professores podem usar as simulações para demonstrar conceitos e os alunos podem usá-las para explorar e experimentar para complementar o aprendizado.

A PhET é uma ferramenta poderosa para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática, pois as simulações interativas tornam o aprendizado mais divertido e envolvente, motivando os alunos a explorar e descobrir conceitos por conta própria.

Nessa plataforma podem a visualizar conceitos difíceis de entender apenas com livros ou aulas tradicionais incentivando a aprendizagem ativa, permitindo que os alunos experimentem, testem hipóteses e tirem suas próprias conclusões. Montesuma e Oliveira (2020) apresentaram metodologia ativa de sala de aula invertida aliado à experimentação prática e ao uso da simulação PhET, permite que os alunos assumam um papel mais ativo na construção do conhecimento. A pesquisa desses autores mostrou que essa abordagem aumentou a interação dos estudantes, o que é um dos grandes benefícios das metodologias ativas. Além disso, ao trabalharem com experimentação e simulação, os alunos puderam explorar conceitos de maneira mais dinâmica, tornando o aprendizado mais significativo e autônomo.

Moura, Ramos e Lavor (2020) conforme citado por Labor e Oliveira (2022) afirmam que “Esses autores concluíram que a utilização do PhET proporcionou melhor

visualização do conteúdo e que as tecnologias educativas podem favorecer a aprendizagem por meio de demonstração prática dos conceitos”.

2.5.2 A plataforma de Física da UFC

O Laboratório Virtual de Física da Universidade Federal do Ceará foi criado em 2020. É uma plataforma inovadora que oferece uma experiência de aprendizado e envolvente na área da Física. Esse laboratório virtual é uma plataforma gratuita, tornando o acesso ao conhecimento científico mais democrático. Através de simulações interativas de alta qualidade, estudantes e entusiastas podem explorar conceitos complexos de forma visual e prática, tornando o estudo da Física mais dinâmico e divertido.

A plataforma abrange diversos temas da Física, desde a Mecânica até a Física Moderna, passando por Ondulatória, Termodinâmica, Eletricidade e Magnetismo e Óptica. As simulações permitem realizar experimentos que seriam complexos ou até mesmo impossíveis de realizar em um laboratório tradicional, como observar o movimento de planetas, estudar o comportamento de ondas em diferentes meios ou analisar circuitos elétricos complexos. A plataforma possui uma interface amigável e intuitiva, facilitando a navegação e a interação com as simulações.

Além das simulações, o Laboratório Virtual oferece materiais complementares, como roteiros de atividades, vídeos e textos explicativos, que auxiliam no aprendizado.

2.5.3 A plataforma YouTube

A plataforma escolhida para as simulações de vídeos foi o *YouTube*, sem dúvida, a maior plataforma de compartilhamento de vídeos do mundo. Foi criado em 2005 por Chad Hurley, Steve Chen e Jawed Karim, ex-funcionários do PayPal.

O YouTube conecta pessoas do mundo inteiro, permitindo que você assista a vídeos em diversos idiomas e culturas. Isso enriquece sua visão de mundo e te coloca em contato com ideias e perspectivas diferentes. É um espaço para construir comunidades em torno de interesses comuns. Canais dedicados a temas específicos reúnem pessoas com paixões semelhantes, promovendo a troca de ideias e o compartilhamento de experiências.

O *YouTube* se tornou uma plataforma indispensável para a disseminação do conhecimento científico. Através de vídeos, animações e experimentos, canais

especializados em ciência têm conquistado um público cada vez maior, democratizando o acesso a informações complexas e tornando a ciência mais divertida e acessível.

Os criadores de conteúdo científico no YouTube se esforçam para explicar conceitos complexos de forma clara e objetiva, utilizando linguagem simples e exemplos do dia a dia. Os vídeos, com suas animações e demonstrações práticas, facilitam a compreensão de fenômenos científicos que, muitas vezes, são abstratos. A interação com o público através dos comentários também estimula o aprendizado. Os canais de ciência abordam uma vasta gama de temas, desde física e química até biologia e astronomia, atendendo a diferentes interesses e curiosidades.

O YouTube é gratuito e pode ser acessado de qualquer lugar com conexão à internet, tornando o conhecimento científico disponível para um público global. Ao oferecer conteúdo científico de qualidade de forma gratuita, os canais contribuem para a democratização do conhecimento, tornando a ciência mais acessível a todos.

Muitas pessoas têm uma visão estereotipada da ciência, como algo complexo e distante da realidade. Os canais de ciência ajudam a desmistificar essa imagem, mostrando que a ciência está presente em nosso dia a dia. Ao apresentar a ciência de forma envolvente e divertida, os canais podem inspirar jovens a seguirem carreiras científicas. Os vídeos do YouTube podem ser utilizados como complemento ao ensino formal, oferecendo aos estudantes uma forma diferente de aprender e aprofundar seus conhecimentos.

3 METODOLOGIA

A metodologia é o pilar que sustenta a qualidade e validade de qualquer trabalho acadêmico ou científico, permitindo que os resultados sejam confiáveis e relevantes para o avanço do conhecimento.

Este capítulo trata da metodologia utilizada ao longo da pesquisa. Nele apresentaremos as metodologias de ensino e de trabalho.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste trabalho, o planejamento e a execução da pesquisa foram fundamentados em abordagens metodológicas previamente consolidadas e recomendadas na literatura científica. Entre as literaturas, sobre metodologias, destaca-se o conceito dado por Assis (2008) afirmando que em um trabalho de pesquisa refere-se à explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de todas as ações realizadas e dos instrumentos utilizados para alcançar os objetivos do estudo. Ainda, descreve o caminho escolhido pelo pesquisador, garantindo clareza e transparência no processo, além de permitir a reprodutibilidade por outros interessados.

Gil (2008), também afirma que, o método científico é o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento de forma estruturada e fundamentada. É um processo lógico e sistemático utilizado para investigar fenômenos, formular explicações e validar ou refutar hipóteses, promovendo o avanço da ciência.

3.1.1 Problema científico

Esta pesquisa tem como problema científico se o uso das tecnologias de simulações virtuais pode ou não contribuir para o ensino da Física.

3.1.2 Objetivo geral

Analisar a contribuição das tecnologias de simulações virtuais para a melhoria da aprendizagem dos conceitos da Física no 1º Ano do Ensino Médio.

3.1.3 Questões norteadoras

De acordo com o objetivo geral, temos as seguintes questões norteadoras:

Quais trabalhos já existem sobre a utilização simulações virtuais voltada para o estudo da física?

As pesquisas sobre o tema tiveram resultados promissores?

Qual metodologia de ensino apoia o uso dessas simulações em sala de aula?

Como as simulações virtuais podem contribuir para a aprendizagem na disciplina de Física?

3.1.4 Objetivos específicos

Objetivo específico 1: Utilizar simulações virtuais interativas de experimentos físicos por meio de laboratório virtual.

Objetivo específico 2: Explicar as Leis de Newton por meio das simulações digitais interativas.

Objetivo específico 3: Utilizar simulações virtuais por meio de vídeos de plataformas livres ilustrando o real movimento do Sistema Solar em torno do Sol e da Via Láctea.

Objetivo específico 4: Aplicar na sala de aula as simulações virtuais propostas.

Objetivo específico 5: Identificar se as simulações virtuais motivam e despertam a curiosidade dos alunos dessa nova geração em relação à disciplina de Física.

Objetivo específico 6: Verificar se as simulações virtuais contribuem para o ensino da Física.

3.1.5 Locais da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada em duas escolas da rede pública estadual, sendo a primeira fase da pesquisa foi nos dias 25, 27 e 28 de novembro de 2024, cujo nome Escola Estadual Prof. Ruy Alencar (Escola A), localizada na Avenida Margarita no Bairro Nova Cidade, s/n, na zona norte de Manaus-AM. A instituição, que atende alunos do Ensino Médio, não dispõe de laboratórios específicos para a realização de aulas práticas de Física e Ciências, o que limita a aplicação de atividades experimentais nessas disciplinas. No entanto, a escola conta com um laboratório de informática equipado com computadores conectados à internet, o que possibilita a realização de atividades pedagógicas digitais e projetos interdisciplinares.

Segundo dados do Censo Escolar 2024, fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a escola possui 1.269 alunos regularmente matriculados e conta com uma equipe de 40 professores, distribuídos entre diversas áreas do conhecimento, que atuam no desenvolvimento das atividades curriculares e extracurriculares da instituição.

A segunda pesquisa foi realizada nos dias 22, 29, 30 de abril e 12 de maio de 2025, cujo nome Escola Estadual Dr. Jose Milton Bandeira (Escola B), localizada na R. Duartina, S/N - Bairro Monte Sinai, Manaus - AM, Cep 69090-747, na zona norte de Manaus-AM. A instituição, que atende alunos do Ensino Médio, dispõe de laboratórios específicos para a realização de aulas práticas de Física e Ciências; entretanto, há falta de materiais para as aulas práticas, o que limita a aplicação de atividades experimentais nessas disciplinas. Além disso, a escola não possui um laboratório de informática equipado com computadores conectados à internet, o que impede a realização de atividades pedagógicas digitais e projetos interdisciplinares.

Segundo dados do Censo Escolar 2024, fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a escola possui 999 alunos regularmente matriculados e conta com uma equipe de 27 professores, distribuídos entre diversas áreas do conhecimento, que atuam no desenvolvimento das atividades curriculares e extracurriculares da instituição.

3.1.6 Critérios de seleção

Para a presente pesquisa são necessários critérios que estabelecem as características que os participantes devem possuir para serem incluídos na pesquisa. Os alunos precisam estar cursando o 1º Ano do Ensino Médio Regular e como são menores de idade necessitam entregar um termo autorização assinados pelos seus responsáveis. Para os professores, é necessário estarem lecionando a disciplina de Física no Ensino Médio Regular.

3.1.7 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão determinam as condições ou características que, se presentes, impedem a inclusão do participante ou elemento na pesquisa.

Os alunos cursando o 1º Ano do Ensino Médio que não apresentarem o termo de autorização assinados pelos seus responsáveis e os professores que não lecionam a disciplina de Física no Ensino Médio Regular, não poderão participar da pesquisa.

3.1.8 População e amostra

A primeira fase da pesquisa foi realizada no período matutino sendo composta por uma população de 47 alunos (Turma 01) com idade em torno de 15 anos com mesmas características matriculados no 1º Ano do Ensino Médio. Ainda, uma população de 16 professores e nem todos são formados em Física, porém lecionam a disciplina.

A segunda fase da pesquisa foi realizada no período vespertino sendo composta por um grupo de 45 alunos (Turma 02) com idade em torno de 15 anos com mesmas características matriculados no 1º Ano do Ensino Médio.

Para a amostra da pesquisa em forma de questionário todos alunos atendem aos critérios de seleção e não exclusão. Os alunos da primeira fase participaram das pesquisas utilizando seus próprios aparelhos celulares, porém 6 participantes deles não tinham *Internet* e realizaram em papel impresso e os alunos da segunda fase também participaram das pesquisas utilizando seus próprios aparelhos celulares, porém 2 participantes não tinham *Internet* e realizaram em papel impresso. E em relação aos professores, todos os 16 participantes atendem aos critérios de seleção e não exclusão.

3.1.9 Classificação do tipo de pesquisa

A natureza de investigação desse trabalho é de uma pesquisa aplicada, pois será implementada em sala de aula para uma população. É um tipo de investigação científica que busca resolver problemas concretos e gerar conhecimentos que possam ser utilizados diretamente em situações práticas, (ASSIS, 2013). Embora dependa das descobertas da pesquisa básica para se desenvolver, seu foco está voltado para a aplicação imediata do conhecimento em uma realidade específica, (APPOLINÁRIO, 2011). A pesquisa aplicada desempenha um papel crucial ao conectar o conhecimento científico com as necessidades práticas da sociedade. Apesar de estar menos voltada

para a formulação de teorias amplas, seu impacto é direto e transformador, proporcionando avanços significativos nas áreas em que atua (GIL, 2008).

Quanto ao tipo de abordagem da pesquisa realizada nesse trabalho é a qualitativa, pois a investigação visa compreender fenômenos em profundidade, explorando os significados, percepções, e interpretações associados ao objeto de estudo. Essa abordagem é frequentemente usada para analisar contextos complexos, onde o objetivo principal é interpretar os dados coletados e não apenas quantificá-los. Rodrigues e Limena (2006) definem a abordagem qualitativa como “por meio da abordagem qualitativa, o pesquisador tenta descrever a complexidade de uma determinada hipótese, analisar a interação entre as variáveis e ainda interpretar os dados, fatos e teorias”.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa se classifica como descritiva. A pesquisa descritiva é uma ferramenta poderosa para explorar e compreender melhor uma realidade existente, ao descrever suas características e propor novas visões sobre o fenômeno estudado. A pesquisa com essa característica visa descrever as características do objeto que está sendo estudado e podendo até proporcionar uma nova visão sobre essa realidade já existente. Sua aplicação contribui para o avanço do conhecimento e para a tomada de decisões fundamentadas em dados concretos. Por meio de um levantamento detalhado com suas técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários e observação sistemática, ela busca registrar, analisar e interpretar aspectos específicos de forma precisa e objetiva, ampliando o conhecimento sobre o tema em questão. Nesse contexto, Assis (2013) consolida essas afirmações dizendo que “A descritiva visa observar, registrar, analisar, classificar e interpretar os dados sem interferência, sem manipulação do pesquisador. Envolve técnica padronizada da coleta de dados, realizada principalmente através de questionários e da observação sistemática”.

3.1.10 Método a ser utilizado

O método indutivo é um processo de raciocínio que parte de observações específicas ou casos particulares para chegar a generalizações ou princípios gerais. Ele se baseia na análise de fenômenos concretos, buscando identificar padrões e relações que permitam formular hipóteses ou teorias. Apesar de suas limitações, ele

é indispensável para a construção de teorias e a compreensão de fenômenos complexos e Assis (2013) define esse método e lista seus criadores

O raciocínio indutivo parte do efeito para as causas, exigindo verificação, observação e/ou experimentação. O método indutivo nasceu com a filosofia moderna, defendido pelos empiristas, como Bacon, Hobbes, Locke, Hume, para os quais o conhecimento é fundamentado na experiência, sem levar em consideração princípios estabelecidos. O método trata de problemas empíricos, e a generalização deve ser constatada a partir da observação de casos concretos suficientemente confirmadores da realidade.

3.1.11 Instrumentos de coleta de dados

Nesse trabalho as coletas de dados ocorreram por meio de questionário. As vantagens do uso do questionário suprem as necessidades da pesquisa, pois coletar informações de um grande número de pessoas em um curto período, é menos custoso do que métodos como entrevistas ou observações diretas, dados de perguntas fechadas podem ser facilmente organizados e analisados por meio de softwares estatísticos, é padronizado, minimiza-se a interferência do pesquisador na obtenção das respostas, Pereira *et. al* (2018), Assis (2013), Gil (2008) e Carvalho *et. Al* (2019).

Em sua pesquisa, Günther (2003) afirma que o questionário é o principal instrumento de levantamento de dados por amostragem, as questões não visam verificar as habilidades de quem responde, mas revelar sua opinião.

O questionário é um instrumento indispensável para levantamento de dados em diversas áreas do conhecimento. Sua eficácia depende da qualidade na formulação das perguntas e da adequação ao perfil dos respondentes, garantindo que os dados coletados reflitam com fidelidade as opiniões, interesses e características pessoais do público-alvo.

3.1.12 Cronograma de execução das etapas

Na tabela estão detalhados o cronograma de execução das etapas do projeto e da pesquisa. A tabela foi planejada e organizada para visualizar as atividades, prazo e sequência lógica para garantir que os objetivos fossem alcançados dentro do tempo estipulado.

Nº	ATIVIDADES 2022	1º SEMESTRE						2º SEMESTRE					
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	Escolha do tema da pesquisa						X	X					
2	Definição dos Objetivos							X	X	X			
3	Levantamento do referencial teórico								X	X	X	X	X
4	Escrita do projeto									X	X	X	X
Nº	ATIVIDADES 2023	1º SEMESTRE						2º SEMESTRE					
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
5	Escrita do projeto	X											
6	Preparação da apresentação da Qualificação		X	X									
7	Qualificação				X								
8	Redefinição do tema da pesquisa					X	X	X					
9	Redefinição dos Objetivos							X	X	X			
10	Levantamento do referencial teórico								X	X	X	X	X
Nº	ATIVIDADES 2024	1º SEMESTRE						2º SEMESTRE					
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
11	Levantamento do referencial teórico	X	X	X									
12	Escrita da dissertação				X	X	X	X	X				X
13	Confecção dos questionários									X			
14	Planejamento e preparação das aulas										X		
15	Aplicação das aulas com as simulações virtuais											X	
16	Análise e interpretação dos dados											X	X
Nº	ATIVIDADES 2025	1º SEMESTRE											
		01	02	03	04	05	06	07					
17	Confecção dos questionários	X	X	X									
18	Aplicação das aulas com as simulações virtuais				X	X							
19	Análise e interpretação dos dados						X						
20	Revisão e ajuste final da dissertação						X	X					

Tabela 1 - Tabela de cronograma do projeto de pesquisa.

3.2 METODOLOGIA DE ENSINO

Nesta seção, descreve-se a metodologia de ensino que fundamenta esse trabalho destacando os métodos empregados para sua aplicação abrangendo a teoria de aprendizagem que conduz essa pesquisa.

3.2.1 Teoria de aprendizagem

Este trabalho baseia-se na Teoria de Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel, propõe que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando novos conhecimentos são conectados de maneira lógica e organizada ao conhecimento prévio do aluno que ele define como *conceito subsunçor*. Ela transforma o processo de ensino e aprendizagem, promovendo uma abordagem que respeita a individualidade do aluno e valoriza sua bagagem de conhecimento. Ao ancorar novos conteúdos no que já foi assimilado, a educação se torna mais efetiva, relevante e envolvente como afirma Moreira (1999)

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

A teoria de Ausubel é a base desse trabalho de pesquisa porque ela usa o que já está presente na estrutura cognitiva dos alunos e o que está presente, completamente imersa, nesta geração é a tecnologia digital, por isso, o uso da simulação virtual é algo “familiar” para os alunos. O uso de ferramentas digitais se tornou uma parte essencial do nosso cotidiano e permeiam em diversas esferas da vida, como trabalho, lazer, comunicação e, especialmente, a educação. Como já citado nesse trabalho, Wang (2006) evidencia que “De fato, os alunos atuais mudaram de perfil, não só em termos de bagagem de habilidades em ferramentas tecnológicas, que já possuem quando entram nas escolas, mas também em termos de bagagem contextual.”

Quando os alunos não tem o *subsunçor*, conhecimento prévio, Ausubel no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa, recomenda o uso de Organizadores Prévios. Eles consistem em materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo principal, com o objetivo de preparar o aluno para a nova aprendizagem.

Esses organizadores servem como uma conexão entre o conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo a ser assimilado, ajudando a ativar a estrutura cognitiva relevante e facilitando o processo de integração do novo conhecimento, como afirma Moreira (1999)

Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como "pontes cognitivas".

Os organizadores prévios são ferramentas pedagógicas valiosas que ajudam a criar um ambiente cognitivo favorável à aprendizagem significativa. Eles orientam o aluno na construção de novos conhecimentos, proporcionando um entendimento mais sólido e duradouro do conteúdo. Como Moreira (1999) afirma “Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si”. Medeiros (2023), “Podendo ser um filme, uma leitura, uma demonstração, um enunciado, um questão-problema, uma aula que precede as outras aulas, entre outros”. Nesse contexto, o uso da simulação virtual sendo interativa ou vídeo serve de auxílio na aprendizagem.

E ainda, nesse contexto, Ausubel reforça que a aprendizagem significativa não é apenas a recepção de informações, mas a construção de novos conhecimentos a partir do que já está presente na mente do aprendiz. Essa abordagem promove uma compreensão mais profunda e duradoura, sendo um marco na teoria educacional e no ensino. Assim, dessa forma, conceitua Segundo Moreira (1999) apud Ausubel (1978)

...a essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas idéias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo.

Dessa forma, aplicar a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel é fazer uma conexão substantiva entre o que o aprendiz já sabe, o conhecimento prévio dos alunos com o novo conhecimento. Essa conexão, em sua essência de suma importância será feita com outro conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do

aluno, a tecnologia. O conhecimento será apresentado aos alunos por meio das simulações virtuais.

3.2.2 Tendência de ensino

A escolha da aula expositiva e dialogada vem pelo fato de estar em harmonia com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, especialmente quando planejada e conduzida com estratégias que valorizam a relação entre os novos conhecimentos e o que os alunos já sabem.

Ausubel afirma que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são integradas de maneira não arbitrária e substancial à estrutura cognitiva do aluno. E usando como ferramenta a aula expositiva e dialogada, o professor utiliza o diálogo para identificar e ativar conhecimentos prévios, criando "pontes" entre o conteúdo e a realidade do aluno como afirma a teoria de Ausubel. Nesse contexto Oliveira et. al (2021) afirma que

A aula expositiva dialogada não considera que o professor seja o único protagonista no processo educacional. Faz-se mister levar em conta os conhecimentos prévios do aluno e sua realidade. Não desconsideramos a relevância da aula expositiva, contudo, a mesma deve ser dialogada, de modo a assegurar aos educandos uma aprendizagem que privilegie o desenvolvimento da reflexão, criticidade, construção do conhecimento, diálogo e outros aspectos imprescindíveis para a formação do sujeito em sua totalidade.

A aula expositiva e dialogada é uma metodologia que combina a transmissão de conhecimento pelo professor com a interação ativa dos alunos, promovendo uma troca dinâmica de ideias como, assim, conceitua Anastasiou e Alves (2009)

A aula expositiva dialogada é uma estratégia que vem sendo proposta para superar a tradicional palestra docente. Há grandes diferenças entre elas, sendo que a principal é a participação do estudante, que terá suas observações consideradas, analisadas, respeitadas, independentemente da procedência e da pertinência das mesmas, em relação ao assunto tratado. O clima de cordialidade, parceria, respeito e troca são essenciais.

Essa abordagem busca aliar a organização de uma apresentação estruturada ao estímulo à participação, possibilitando um aprendizado mais engajado e significativo. Como afirma Coimbra (2018) “A função do educador em uma aula expositiva dialogada é problematizar, trazer as perguntas, compartilhar a realidade, questionar, experienciar, conhecer, aprender, libertar, humanizar”.

De acordo com Coimbra (2016), a aula expositiva e dialogada é uma abordagem didática que combina a apresentação estruturada de conteúdos pelo professor com a interação ativa dos alunos por meio de perguntas, discussões e reflexões. Esse método promove a troca de ideias, estimula o pensamento crítico e envolve os estudantes no processo de aprendizagem. Ele destaca que um dos pontos principais dessa estratégia é a inspiração.

A inspiração é o momento decisivo para captar a atenção dos estudantes e despertar o interesse pelo tema a ser trabalhado. Esse momento funciona como um convite para a aprendizagem, utilizando estratégias que conectem emocionalmente os alunos ao conteúdo, provocando curiosidade e engajamento. Esse momento inicial de criar um clima favorável para o aprendizado, conectando os alunos ao tema e despertando o desejo de aprender será usado as tecnologias, simulações virtuais interativa e por vídeos.

3.2.3 Conteúdo

Com base nesses norteadores, o presente trabalho selecionou o estudo das Leis de Newton e Gravitação Universal com enfoque no Sistema Solar, como tema para aplicação das simulações virtuais no ensino de Física.

As Leis de Newton, as quais serão aplicadas as simulações interativas, descrevem os princípios fundamentais do movimento, constituem um pilar essencial da Física Clássica e são amplamente aplicáveis em situações do cotidiano e em diversos contextos científicos e tecnológicos.

A Gravitação Universal com o enfoque apenas no Sistema Solar, será aplicada através das simulações por vídeos, é fundamental para entender a dinâmica dos corpos celestes e os princípios que regem o funcionamento do universo, além de possuir aplicações práticas e históricas de grande impacto no desenvolvimento científico.

3.2.4 Objetivo

Para a estruturação da metodologia de ensino, a presente pesquisa alinhou-se com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) abordando conteúdo da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias e utilizou-se a Competência Específica 2, Brasil (2018)

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados nesse trabalho, Gravitação e Leis de Newton. Para a competência específica 2 escolheu-se as aprendizagens essenciais, habilidades, para o estudante desenvolver durante a aplicação dessa pesquisa:

- 1) (EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
- 2) (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Para alcançar essas habilidades, tem-se como objetivo compreender os conceitos da Física abordados nas aulas durante a aplicação dessa pesquisa.

Para esta finalidade, estimam-se os seguintes objetivos específicos:

1. Entender os conceitos das Leis de Newton.
2. Compreender como as Leis de Newton se aplicam no mundo real, permitindo uma visão crítica e integrada dos fenômenos físicos que nos cercam.
3. Conhecer os diferentes modelos do Sistema Solar
4. Compreender o movimento real do Sistema Solar.
5. Ampliar a percepção do universo.
6. Reconhecer a complexidade e beleza do espaço, ao mesmo tempo que nos ajuda a compreender nosso lugar nele.

Com as escolhas dessa competência e habilidades, busca-se aprimorar a aprendizagem do aluno, promovendo o desenvolvimento de um caráter crítico em relação ao seu atual contexto científico e tecnológico. Também, mostrando ao aluno como uma ferramenta tecnológica, as simulações virtuais, podem ajudá-lo no ensino de Física fazendo-os alcançar a dose de imaginação necessária para o entendimento genuíno dos conceitos.

3.2.5 Sequência Didática

A sequência didática foi organizada para ser realizada em 4 aulas com um planejamento pedagógico visando atingir os objetivos de aprendizagem definidos.

Na Aula 01, o foco é apresentar o projeto de pesquisa, conscientização dos alunos sobre os objetivos do projeto e aplicação da Avaliação de Conhecimentos (AC) e Avaliação Diagnóstica (AD).

Na aula 02, já se inicia a conexão dos conhecimentos prévios das Leis de Newton através de uma simulação interativa. Por seguinte, aplica-se as simulações diretamente sobre as Leis de Newton com resolução de exercícios e mostrando os resultados imediatamente nas simulações.

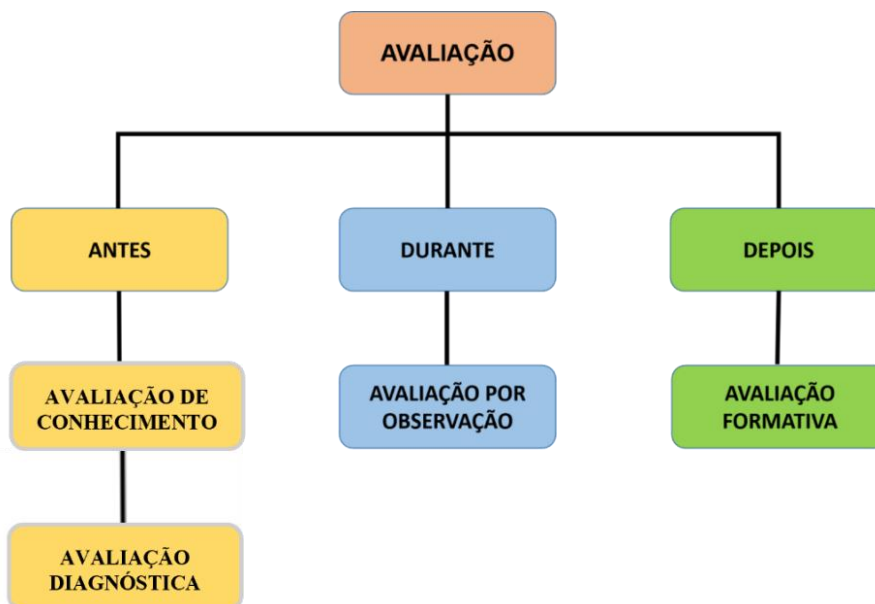
Na aula 03, conectando os conhecimentos prévios para abordar a Gravitação Universal, especificamente a evolução dos modelos do Sistema Solar.

Na aula 04, por fim, aplica-se uma Avaliação Formativa (AF) para a verificação da aprendizagem.

3.2.6 Atividades avaliativas

As avaliações realizadas nesse trabalho de pesquisa foram aplicadas em forma de questionário sendo uma Avaliação de Conhecimento (AC), uma Avaliação Diagnóstica (AD), uma avaliação por observação (ApO) e, ao término, a avaliação Formativa (AF) de acordo com o organograma da figura 10.

Figura 10 - Organograma das avaliações aplicadas nessa pesquisa.



Fonte: Figura do Autor.

A Avaliação de Conhecimento (AC), ou Avaliação da Aprendizagem, tem como objetivo ir além da mera aplicação de testes ou provas. Ela verifica o desempenho do estudante, no sentido de obter informações que possam subsidiar a sua tomada de consciência do professor, no sentido de criar e possibilitar soluções.” (RODRIGUES; DUARTE; GONÇALVES, 2024, p.21). A AD é uma ferramenta fundamental no processo da pesquisa, realizada no início com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios, habilidades, dificuldades e necessidades dos alunos como define Ballester *et al* (2003). Nesse contexto, Machado (1995) reintera que

A avaliação diagnóstica possibilita ao educador e educando detectarem, ao longo do processo de aprendizagem, suas falhas, desvios, suas dificuldades, a tempo de redirecionarem os meios, os recursos, as estratégias e procedimentos na direção desejada. (MACHADO, 1995)

A ApO foi usada durante o desenvolvimento para verificar se a estratégia pedagógica utilizada na pesquisa alcança um dos objetivos da pesquisa que é a motivação e a curiosidade dos alunos dessa nova geração em relação à disciplina de Física. Essa avaliação é uma metodologia que envolve o acompanhamento direto do comportamento, das interações e das atividades dos alunos. Essa abordagem permite ao docente coletar dados qualitativos sobre o processo de aprendizagem,

considerando aspectos como habilidades, atitudes, participação e desenvolvimento. Conforme explica Haytd (1995)

Os dados obtidos através da observação podem ser usados de forma proveitosa na apreciação do resultado do aproveitamento escolar do aluno, como também para o aperfeiçoamento do trabalho didático em sala de aula, pois, a partir das conclusões de suas observações, o professor pode-introduzir modificações para adaptar os conteúdos curriculares e melhorar as estratégias de ensino.

A AF é um processo contínuo de acompanhamento dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem. Ela não se limita a medir resultados, mas busca identificar dificuldades, serve para analisar qualitativamente a estratégias pedagógicas para atender às necessidades específicas dos estudantes. De acordo com Ballester (2003), a AF tem como objetivos “a regulação pedagógica, a gestão dos erros e a consolidação dos êxitos”. A função da AF no processo de ensino-aprendizagem é sintetizar as aprendizagens dos educandos e consequentemente verificar o que eles realmente aprenderam. Perrenoud (2008) destaca que “Uma avaliação formativa (...) dá informações, identifica erros, sugere interpretações quanto às estratégias e atitudes dos alunos e, portanto, alimenta diretamente a ação pedagógica”.

A escolha por usar uma AF vem do fato que a aplicação do projeto de pesquisa não seria o final e sim o transcorrer do processo de ensino-aprendizagem. Essa prática nos permite analisar, após a realização das estratégias pedagógicas aplicada nessa pesquisa, se os objetivos foram alcançados.

Sobre a importância da avaliação, Libâneo (1992) descreve

A avaliação é uma tarefa didática necessária e permanente do trabalho docente, que deve acompanhar passo a passo o processo de ensino e aprendizagem. Através dela, os resultados que vão sendo obtidos no decorrer do trabalho conjunto do professor e dos alunos são comparados com os objetivos propostos, a fim de constatar progressos, dificuldades, e reorientar o trabalho para as correções necessárias.

Para garantir a validade e a confiabilidade das avaliações aplicadas nesta pesquisa, é essencial compreender os princípios que regem a construção e análise de itens de múltipla escolha. Nesse contexto, a Teoria Clássica dos Testes (TCT) oferece um referencial robusto para a investigação da qualidade psicométrica dos itens avaliativos, permitindo identificar possíveis falhas e ajustar a coerência dos instrumentos utilizados.

Segundo o Manual da Teoria Clássica dos Testes (BRAGA, 2023), os itens de múltipla escolha constituem uma das formas mais utilizadas em avaliações educacionais, caracterizando-se por apresentarem um enunciado seguido de alternativas, dentre as quais apenas uma é correta. A estrutura típica compreende: (1) o enunciado ou base do item, que contém o problema a ser resolvido; (2) o gabarito, que é a alternativa correta; e (3) os distratores, que são as alternativas incorretas, mas plausíveis.

Para que a interpretação dos resultados fosse mais robusta, foram considerados também parâmetros psicométricos da Teoria Clássica dos Testes, com destaque para o índice de dificuldade (p), que expressa a proporção de alunos que acertaram cada item. Conforme o manual, Cerdá (1984) e Erthal (1987) apud Braga (Manuscrito não publicado), valores de p entre 0,30 e 0,70 indicam uma dificuldade adequada; valores inferiores a 0,30 e até 0,16 caracterizam itens difíceis, enquanto valores entre 0,15 e 0,00 indicam itens muito difíceis. Já valores superiores a 0,70 próximo a 1 correspondem a itens considerados fáceis. Essa métrica permite diagnosticar a adequação dos itens aplicados e verificar sua capacidade de diferenciação entre distintos níveis de desempenho.

No presente trabalho, tais parâmetros serviram como apoio teórico para a elaboração e análise da avaliação de conhecimento aplicadas aos alunos do 1º ano do Ensino Médio. Isso permitiu não apenas verificar o desempenho, mas também a adequação técnica e pedagógica dos instrumentos utilizados, fortalecendo a consistência e a validade das inferências realizadas a partir dos dados obtidos.

3.2.7 Implementação em sala de aula

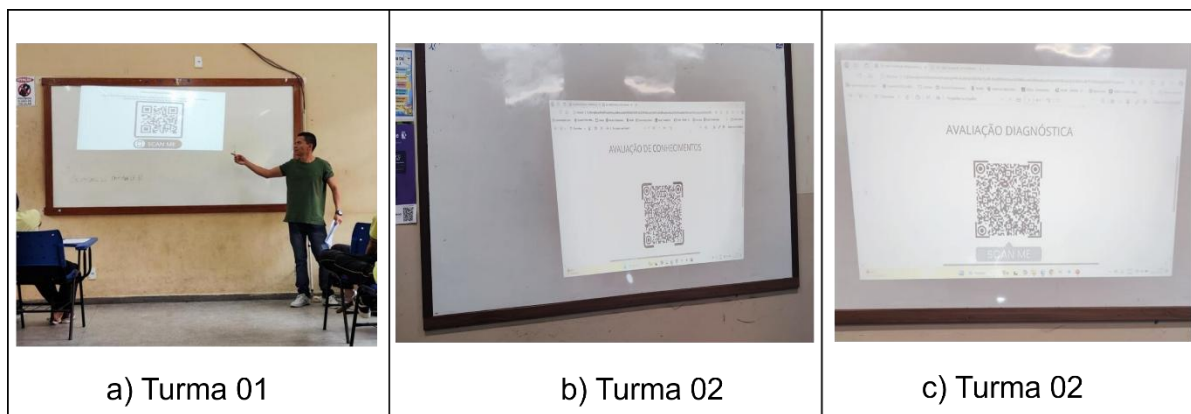
A seguir, serão descritas as etapas de aplicação da pesquisa em sala de aula, na qual foi planejada uma estratégia pedagógica baseada em simulações virtuais interativas e vídeos, aplicada em duas turmas. A turma 01, composta por 47 alunos, pertence à Escola A, e a turma 02, com 45 alunos, pertence à Escola B. A estratégia foi estruturada para ser desenvolvida ao longo de quatro aulas em cada turma, com o objetivo de proporcionar uma experiência imersiva e dinâmica no processo de ensino e aprendizagem.

Aula 01:

Nesse primeiro momento, em 25 de novembro de 2024, na Escola A, apresentou-se o projeto de pesquisa fazendo esclarecimentos sobre as suas etapas de atividades e avaliações. Em seguida aplicou-se a AD (Avaliação Diagnóstica), por meio de um QR code para a realização de forma online, figura 11a. Contudo, houve a necessidade de realizar algumas AD de forma impressa, pois para alguns alunos que não possuíam *Internet* em seus aparelhos celulares.

No dia 22 de abril de 2025, na Escola B, foi apresentado o projeto de pesquisa, com a devida explanação sobre as etapas das atividades e os critérios de avaliação. Em seguida, foram aplicadas a AC (Avaliação de Conhecimentos) e a AD (Avaliação Diagnóstica), por meio de um QR code, permitindo sua realização em formato digital, conforme ilustrado nas figuras 11b e 11c. No entanto, foi necessário disponibilizar algumas AD em versão impressa, uma vez que alguns estudantes não dispunham de acesso à Internet em seus dispositivos móveis.

Figura 11 - Disponibilizado o QR code para aplicação das Avaliações. a) Foto da aplicação em sala de aula da Avaliação Diagnóstica; b) Foto da avaliação de conhecimentos; c) Foto da avaliação Diagnóstica.

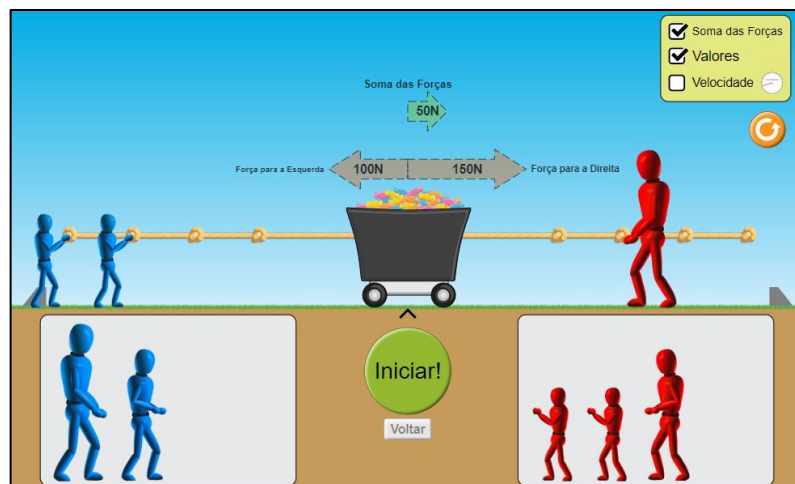


Fonte: Figura do Autor.

Ainda, na aula 01, na Escola A, foi realizado um experimento com o simulador virtual interativo, utilizando a plataforma PhET, figura 12, com o objetivo de promover a conexão dos conhecimentos prévios com as Leis de Newton. Nessa mesma perspectiva, na Escola B, durante a segunda aula, também foi realizada uma atividade voltada à articulação dos conhecimentos prévios relacionados às Leis de Newton.

Na simulação da figura 12, ilustra-se um cabo de guerra, situação conhecida por todos os alunos. Questionou-se para qual lado iria ocorrer o movimento e porque, buscando despertar o interesse e engajamento dos alunos na aula.

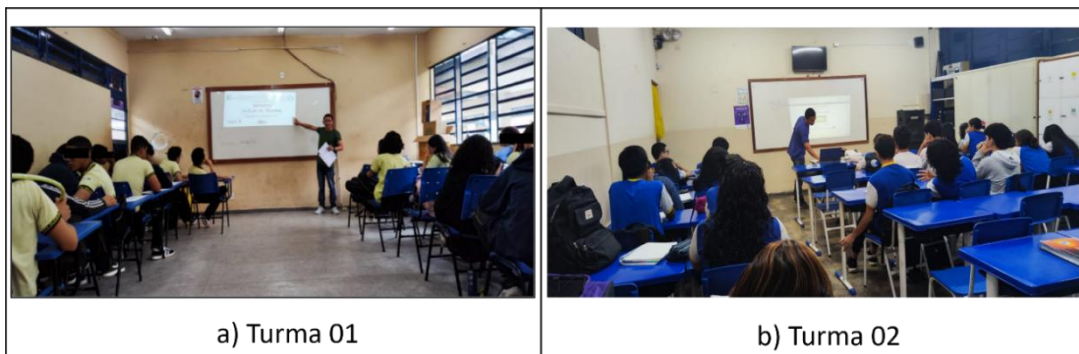
Figura 12 - Interface do simulador da plataforma PhET - Forças e Movimento: Noções Básicas.



Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/forces-and-motion-basics>. Acesso em: 22 jan. 2025.

Após o momento de despertar os conhecimentos prévios dos alunos, deu-se início a aula sobre as Leis de Newton com o auxílio de apresentação de *slides*. No desenvolver das explicações dos conceitos das leis de Newton foram abordados sempre conexões com exemplos presentes no cotidiano dos alunos como andar de ônibus, elevadores de construções e empurrar um carrinho de supermercado.

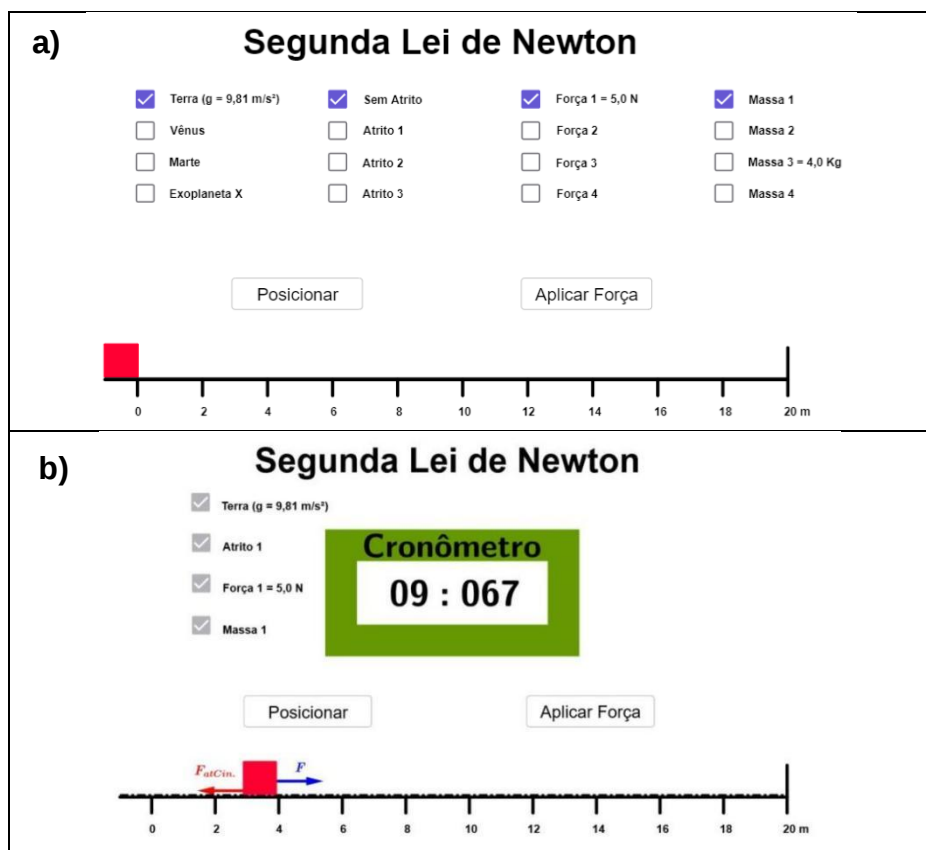
Figura 13 - Momento em que se iniciou a aula sobre as Leis de Newton. a) Foto da Turma 01; b) Foto da Turma 02.



Fonte: Figura do Autor.

Durante a abordagem dos conceitos para ilustrar a Lei Fundamental da Dinâmica, a conhecida como 2ª lei de Newton, usou-se a plataforma de simulação interativa da UFC, figura 14. Durante o uso dessa plataforma foram feitas diversas simulações trocando os valores da aceleração da gravidade da Terra, Lua e Marte, o coeficiente de atrito, o módulo da força F aplicada e a massa, figura 14a. Em cada simulação, realizava-se interações com os alunos solicitando para observarem e relatarem quais mudanças eles percebiam no movimento do experimento virtual, figura 14b.

Figura 14 - Interface do simulador da plataforma da UFC.

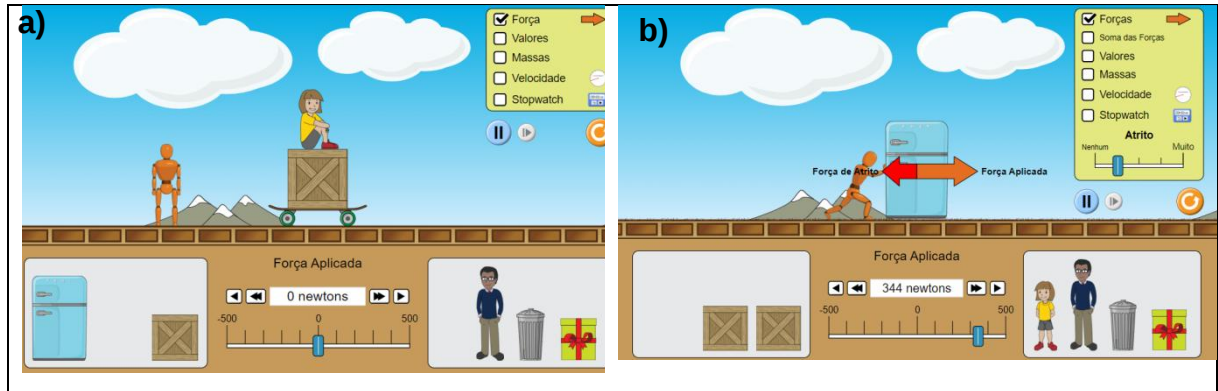


Fonte: Laboratório Virtual de Física da UFC. Autores: Paulo Alves de Lima Filho (Bolsista de Extensão) - UFC e Dr. Nildo Loiola Dias - UFC. Disponível em: <<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/segunda-lei-newton>>. Acesso em: 24 jan. 2025.

Aula 02:

No segundo momento, em 27 de novembro, na Escola A, a aula teve início com a retomada do conteúdo anteriormente abordado. De modo análogo, na Escola B, em 29 de abril, foi realizada uma atividade voltada à revisão dos conhecimentos prévios sobre as Leis de Newton. Em ambas as escolas, foi apresentado um experimento com

Figura 16 - Interface do simulador da plataforma PhET - Forças e Movimento: Noções Básicas. a) Empurrando o objeto sem atrito. b) Empurrando o objeto com atrito.



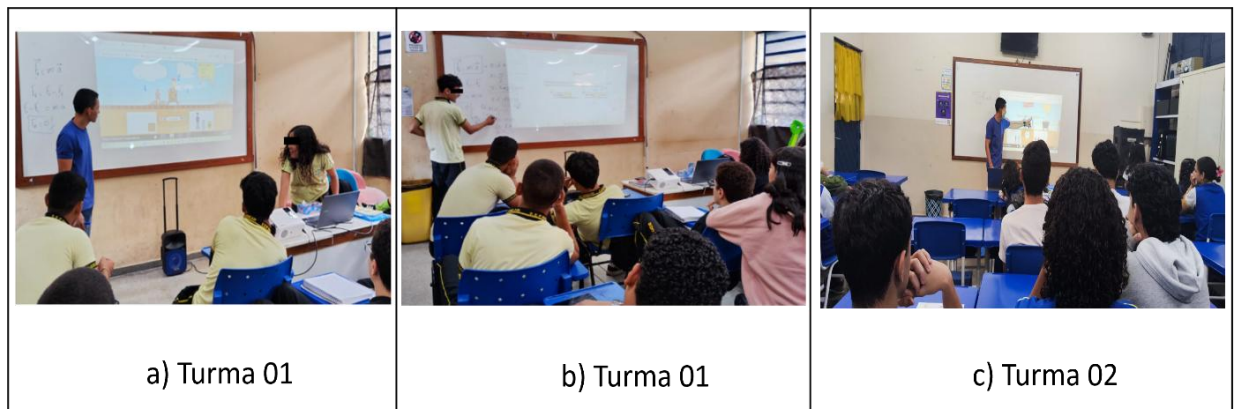
Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=pt_BR>. Acesso em: 24/01/2025.

Também, foi solicitado aos discentes para interagir com as plataformas e executar os experimentos instigando-os ao engajamento e a interação professor-aluno. Na figura 17a, a aluna configura as grandezas no experimento por simulação virtual e, com os valores solicitado por outros alunos da turma, executa e todos acompanham a simulação.

Na figura 17b, o aluno realiza a resolução de exercícios propostos ao quadro colocando em prática.

Na figura 17c, o estudante ajusta os valores das grandezas físicas no experimento realizado por meio de simulação virtual.

Figura 17 - Atividade com alunos. a) Interagindo com as simulações; b) Resolvendo exercícios; c) Interagindo com as simulações.



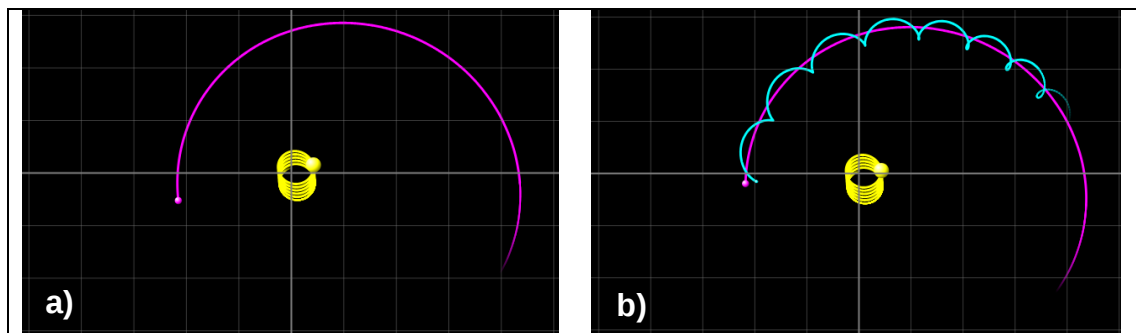
Fonte: Figura do Autor

Aula 03:

Nessa aula, realizada na Escola A, em 27 de novembro, e na Escola B, em 30 de abril, buscou-se estabelecer conexões com os conhecimentos prévios sobre a Gravitação Universal. Foram feitas perguntas aos alunos sobre os nomes dos planetas, seus tipos de movimento (rotação e translação) e o que era uma estrela. Durante a aula, abordaram-se os princípios das Leis de Kepler e da Gravitação Universal.

Na explicação dos conceitos das leis de Kepler utilizou-se uma simulação interativa da plataforma PhET para mostrar as órbitas de um planeta, figura 18a e depois adicionou um satélite natural, figura 18b.

Figura 18 - Simulação da órbita em torno de uma estrela. a) Um planeta; b) Planeta-satélite.

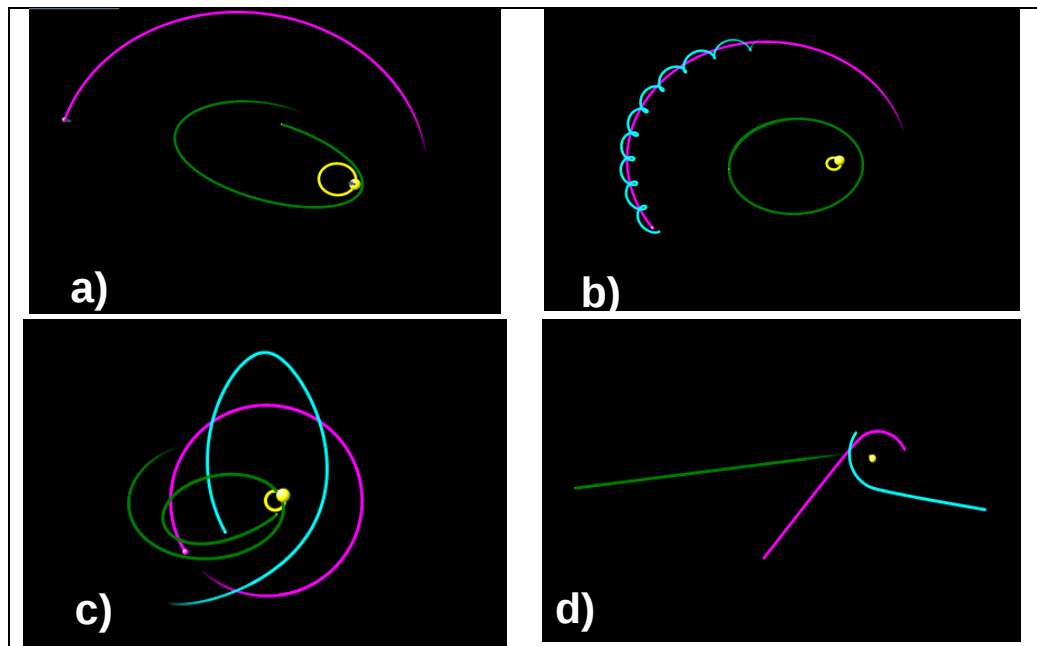


Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/my-solar-system/latest/my-solar-system_all.html?locale=pt_BR>. Acesso em: 27 jan. 2025.

Posteriormente, adicionou-se outros planetas ao redor da estrela, figura 19a, e, depois a Lua, figura 19b. Vale observar que o simulador é limitado a movimentos com quatros corpos.

Na simulação o usuário tem a liberdade de reposicionar, ajustar, os planetas em qualquer distância, a massa do astro e força gravitacional. Em várias simulações os planetas colidiram entre si, não ficaram em órbita em torno da sua estrela ou colidiram com ela. Por exemplo, como mostra a figura 19c, segundos antes do planeta com a órbita ilustrada na cor verde colidir com a estrela. Também, na figura 19d, os planetas escaparam da força gravitacional da estrela e seguiram numa trajetória independente.

Figura 19 - Simulação da órbita em torno de uma estrela. a) Dois planetas; b) A Lua; c) Um planeta colidindo com a estrela e d) Os planetas escapando da força gravitacional da estrela.



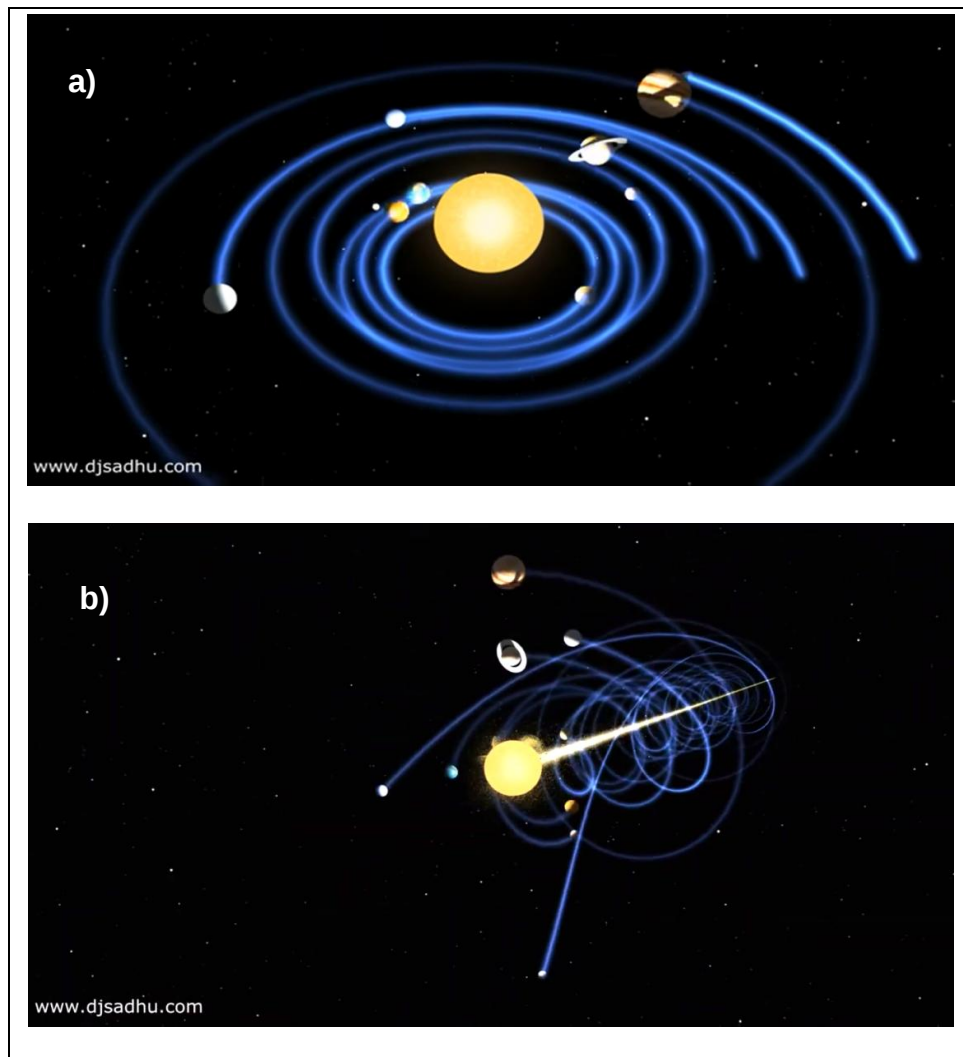
Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/my-solar-system/latest/my-solar-system_all.html?locale=pt_BR>. Acesso em: 28 jan. 2025.

Como isso, os alunos perceberam e, num diálogo em sala de aula, afirmaram que a distância entre os planetas com a estrela é um equilíbrio entre as forças gravitacionais perfeito do universo.

No entanto, o que mais impressionou os alunos foi perceber durante as simulações que a estrela, fazendo referência o Sol, não é fixo no centro do sistema planetário. Então, aproveitando essa oportunidade mostrou-se os modelos antigos do Universo. O modelo Geocêntrico, onde, a terra não era o centro do sistema planetário e sim do Universo como um todo. E, o modelo Heliocêntrico, onde o Sol, também, não era o centro do Sistema Solar e sim o centro do Universo.

Essa abordagem serviu como conhecimentos prévios para as últimas simulações, por vídeos. Nelas constam a forma correta de representar o movimento do Sistema Solar na sua longa jornada pela a nossa galáxia, a *Via Láctea*, desmitificando a imagem estática que aprenderam em livros didáticos.

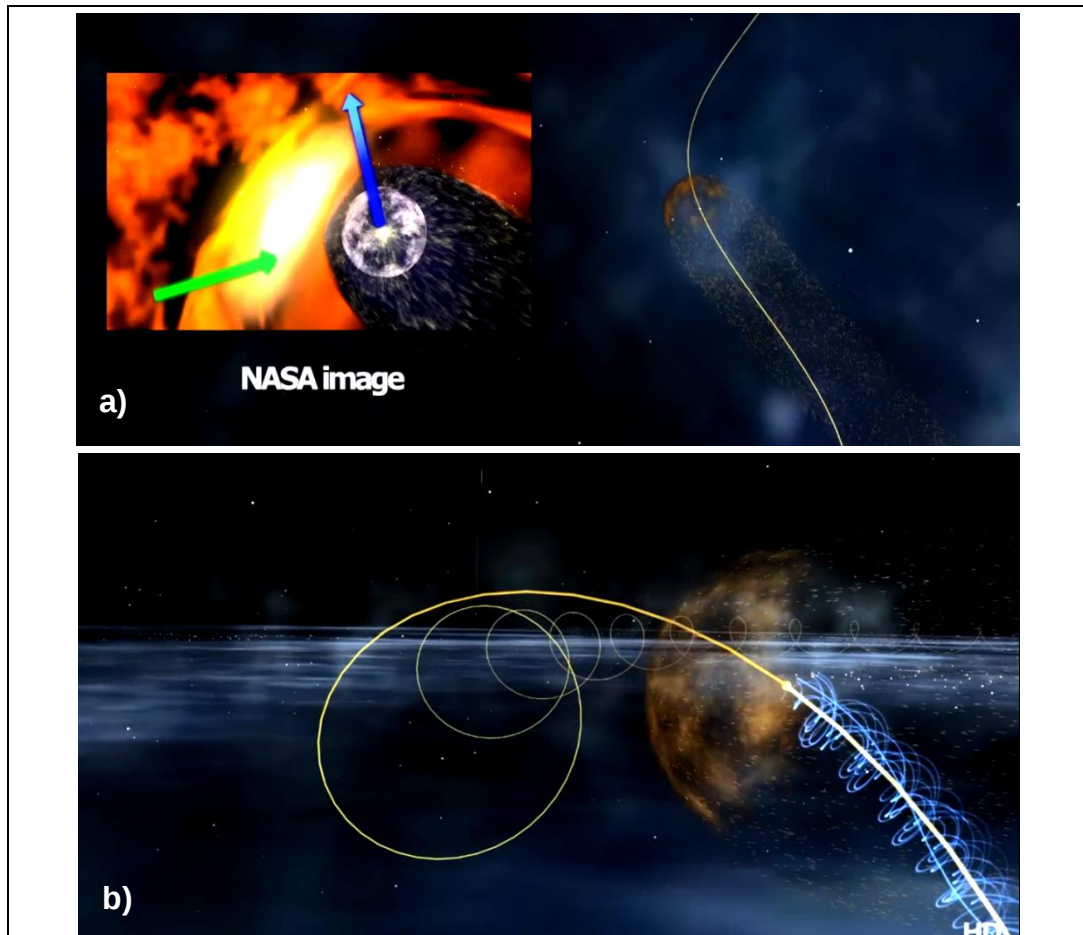
Figura 20 - O Sistema Solar. a) Modelo Heliocêntrico. b) O movimento correto do Sistema Solar.



Fonte: DjSadhu. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=C4V-oolTrws>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

No primeiro momento do vídeo mostrou-se uma simulação dos planetas em órbitas em um plano estático, o antigo modelo Heliocêntrico, como ilustra a figura 20a, ressaltou-se que esse modelo é incompleto. Logo em seguida, mostrou-se a simulação da forma correta de representar o Sistema Solar. O Sol é como um cometa arrastando os planetas em seu rastro num movimento de vórtice, conforme a figura 20b. Foi enfatizado e esclarecido aos alunos que, em uma escala de proporção correta, não daria para visualizar os planetas devido as suas distâncias em relação ao outro e, não se pode afirmar que é o movimento verdadeiro, pois o movimento é relativo a alguma coisa. Na simulação, a escala está exagerada, para facilitar a compreensão e o entendimento.

Figura 21 - a) Dados da NASA na simulação e b) o movimento ondulatório do Sistema Solar.



Fonte: DjSadhu. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=C4V-oolTrws>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

Contudo, também, enfatizado aos alunos que a simulação virtual não abandona os conceitos da ciência deixando as animações apenas como mera ficção científica. Ela frequentemente os utiliza como base para criar cenários representações, como mostra a figura 21a a influência do campo magnético do Sol e rastro da radiação solar. O objetivo principal de uma simulação virtual é replicar ou modelar aspectos da realidade (ou hipóteses) para fins de análise, compreensão, ensino ou desenvolvimento de novas ideias.

Explicou-se, ainda que, o Sol não se move apenas de forma plana pelo disco da *Via Lactea*, ele também oscila, executando um movimento ondulatório. Essa trajetória orbital do Sol ao redor do centro galáctico é aproximadamente elíptica, conforme a figura 21b. Ressaltou-se que o Sol, assim como outras estrelas no disco da Via Láctea, orbita o centro da galáxia, que é ocupado por um buraco negro supermassivo

chamado *Sagittarius A**. O período orbital (ano galáctico), o Sol leva aproximadamente 225 a 250 milhões de anos para completar uma volta ao redor do centro da galáxia.

Durante a simulação, notou-se os olhares voltados para a aula durante a simulação das leis de Kepler, figura 22a; 22b e 22c. Impressionados, percebendo que o movimento do Sol em sua trajetória pela galáxia é um processo dinâmico e fascinante. Esse movimento demonstra que o Sol não está estático, mas sim em uma dança cósmica constante dentro da *Via Láctea*.

Figura 22 - Momento em que os alunos voltaram sua atenção para a aula.



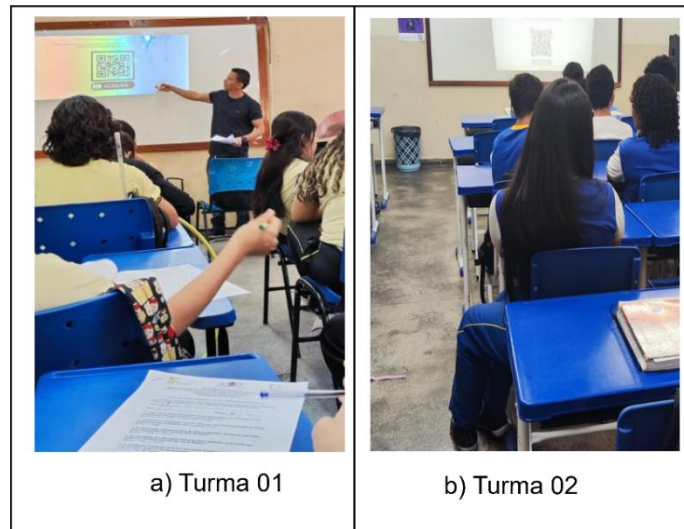
Fonte: Figura do Autor.

Aula 04: 28

Na quarta aula, realizada na Escola A, em 28 de novembro, e na Escola B, em 12 de maio, foi aplicada uma avaliação formativa, apresentada em formato de questionário, acessível por meio de um QR code para preenchimento online (figuras 23a e 23b).

Os alunos foram informados da avaliação que não seria para mensurar resultados em forma de notas para o ano escolar, mas busca identificar as dificuldades, analisar e sintetizar qualitativamente a estratégias pedagógicas. Novamente, ocorreu a necessidade de realizar algumas avaliações de forma impressa, pois tinham alunos que não possuíam *Internet* em seus aparelhos celulares.

Figura 23 - Momento da realização da Avaliação Formativa.



Fonte: Figura do Autor.

Ao longo das três aulas, percebeu-se uma atitude dedicada, um envolvimento ativo e uma atenção concentrada dos alunos. Durante as atividades prática, os alunos foram bastante participativos ficando claro que estavam motivados e despertaram suas curiosidades.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, dedica-se a apresentar os resultados e as interpretações dos dados obtidos pela pesquisa. Nesse trabalho, usou-se a Avaliação de Conhecimento (AC), constituída por dez questões e aplicada em uma turma com 30 alunos presente, porém 29 alunos responderam, foi realizada na Escola B e teve como objetivo inicial verificar a assimilação de conteúdos fundamentais da disciplina de Física, tais como as Leis de Newton, as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal. A análise das respostas revelou que, embora alguns estudantes demonstrem domínio conceitual, ainda persistem dificuldades quanto à interpretação e à aplicação prática desses princípios. Situações que envolvem forças, movimentos e interações físicas requerem maior contextualização e aproximação com o cotidiano dos alunos. Nesse sentido, a utilização de recursos digitais, como simulações interativas e vídeos ilustrativos, mostra-se uma estratégia eficaz para tornar o ensino mais atrativo e significativo.

Utilizou-se uma Avaliação Diagnóstica (AD), composta por cinco questões, com a participação de 47 alunos na Escola A, com o intuito de coletar informações que permitissem compreender a percepção e o engajamento dos estudantes em relação à disciplina de Física, bem como analisar o interesse demonstrado pela matéria. Além disso, buscou-se identificar os possíveis fatores que contribuem para a desmotivação dos alunos, a AD investigou quais ferramentas digitais são utilizadas pelo professor e se a escola oferece suporte para aulas práticas, incluindo simulações interativas e vídeos ilustrativos. Na Escola B, a mesma Avaliação Diagnóstica (AD), foi aplicada com a participação de 30 alunos com os mesmos métodos da turma 01. O objetivo principal desse questionário foi avaliar a eficácia das metodologias empregadas no ensino de Física e verificar como o uso de recursos digitais pode influenciar na aprendizagem e no envolvimento dos alunos.

Para a avaliação Formativa (AF), estavam presentes 39 alunos da Escola A e 19 alunos da Escola B, teve por objetivo avaliar a percepção dos alunos sobre o impacto das simulações virtuais no aprendizado de Física, especialmente no entendimento dos conceitos da Gravitação Universal e das Leis de Newton. O questionário buscou identificar se as simulações despertam curiosidade e interesse pela disciplina, além de verificar sua eficácia como ferramenta pedagógica. Também investigou a opinião

dos alunos sobre a necessidade de mais simulações e a possível inclusão de outras ferramentas digitais no ensino da matéria. Esse questionário, igualmente, teve o propósito de analisar qualitativamente a estratégia pedagógica aplicada, a fim de identificar pontos fortes e aspectos que necessitavam de aprimoramento.

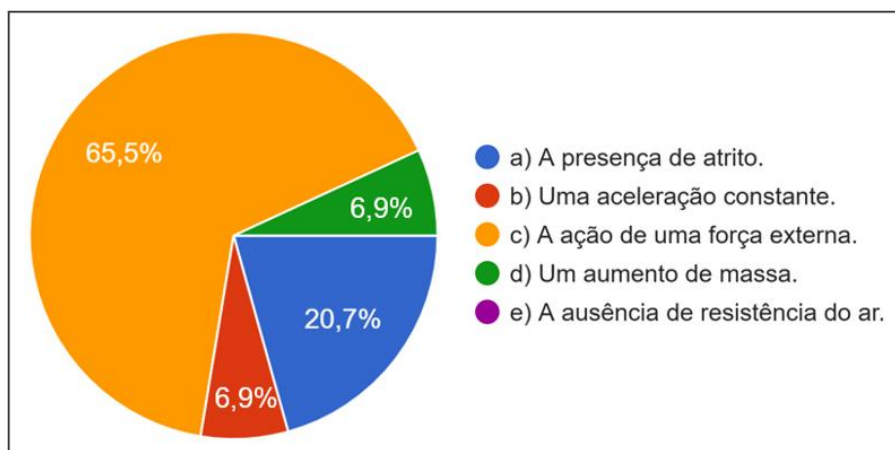
O quarto questionário com 16 participantes, teve como objetivo analisar o perfil acadêmico e profissional dos professores que atuam na área de Física no Ensino Médio, bem como investigar o uso de tecnologias digitais no ensino da disciplina. O questionário busca identificar a formação dos docentes, as ferramentas digitais que utilizam, a infraestrutura disponível nas escolas (laboratórios de Física e informática) e a frequência de uso desses espaços. Além disso, avaliar o conhecimento e a utilização de laboratórios virtuais e plataformas digitais que oferecem simulações e animações para auxiliar no ensino da Física, bem como a capacitação dos professores para o uso dessas tecnologias.

A aplicação desses quatro questionários permitiu uma visão abrangente do processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para a tomada de decisões fundamentadas e para o aprimoramento contínuo da prática educativa.

4.1 AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS (AC)

Na questão inicial, buscou-se avaliar se os alunos da turma 02 compreendem o conceito fundamental das Leis de Newton, em especial o princípio da inércia, conforme apresentado no gráfico 1. A maioria dos alunos, 65,5%, assinalou corretamente que é necessária a ação de uma força externa para que um corpo altere seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso, indicando que uma parte significativa da turma possui entendimento adequado sobre o tema abordado.

Gráfico 1 - O que é necessário para que um corpo altere seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Por outro lado, 34,5% dos alunos escolheram alternativas incorretas, como a presença de atrito (20,7%), o aumento de massa (6,9%) e uma aceleração constante (6,9%) e a ausência de resistência do ar (0%), demonstrando que ainda há dificuldades na distinção entre os fatores que realmente provocam mudanças no estado de movimento dos corpos e aqueles que apenas influenciam o comportamento do movimento sem, necessariamente, serem suas causas diretas. Esse resultado revela que parte dos estudantes apresenta equívocos conceituais que precisam ser esclarecidos ao longo do processo de aprendizagem.

Nesse sentido, o índice de dificuldade ($p = 0,655$) calculado para esse item encontra-se dentro da faixa considerada ideal — entre 0,30 e 0,70 — conforme os parâmetros da Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). Esse resultado indica que a questão possui um nível de dificuldade apropriado para o público-alvo, sendo eficaz na diferenciação entre os níveis de conhecimento dos estudantes. Assim, o item demonstra qualidade psicométrica satisfatória e contribui de forma relevante para o diagnóstico do aprendizado.

A diferença entre os percentuais de respostas corretas e incorretas, ilustrada no gráfico 1, evidencia a necessidade de estratégias pedagógicas que reforcem o vínculo entre teoria e prática, tornando os conceitos mais acessíveis. Diante disso, a utilização de metodologias ativas, como simulações interativas e vídeos explicativos, pode contribuir para tornar o ensino mais atrativo e eficaz, proporcionando aos alunos uma melhor compreensão e contextualização dos conteúdos científicos.

A segunda questão teve como objetivo verificar se os alunos da Turma 02 compreendem o conceito de equilíbrio dinâmico, conforme estabelecido pela Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia. De acordo com o gráfico 2, a grande maioria dos estudantes, 86,2%, indicou corretamente que a força resultante deve ser igual a zero para que um corpo esteja em equilíbrio dinâmico, demonstrando domínio satisfatório do conceito de que um corpo permanece em movimento retilíneo uniforme quando nenhuma força resultante atua sobre ele.

Gráfico 2 - De acordo com a Primeira Lei de Newton, qual condição é necessária para que um corpo esteja em equilíbrio dinâmico? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Por outro lado, 13,8% dos alunos selecionaram alternativas incorretas: a presença de aceleração (3,4%), a existência de forças contrárias desiguais (3,4%), a ausência de massa (3,4%) e um sistema isolado sem gravidade (3,4%). Essas respostas revelam ainda certa confusão conceitual entre os estudantes em relação aos termos técnicos que envolvem o equilíbrio e a aplicação das forças. A escolha por respostas que envolvem aceleração ou ausência de massa, por exemplo, indica uma interpretação equivocada da relação entre força e movimento constante.

A diferença percentual entre respostas corretas e incorretas, conforme ilustra o gráfico 2 da Turma 02, aponta para a necessidade de reforçar a distinção entre dois conceitos fundamentais: Força resultante nula, que ocorre quando a soma vetorial de todas as forças aplicadas sobre um corpo é igual a zero, mantendo-o em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (equilíbrio estático ou dinâmico); Força resultante

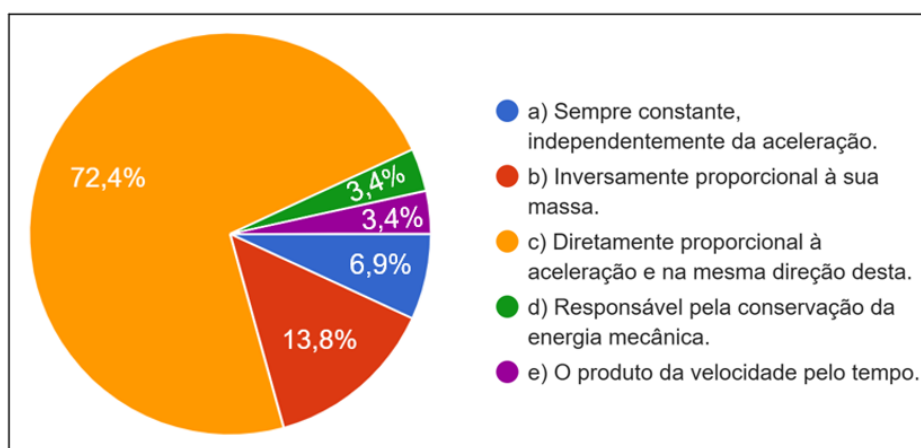
não nula (ou força desequilibrada), que implica na existência de uma aceleração, alterando o estado de movimento do corpo segundo a Segunda Lei de Newton.

Nesse contexto, o índice de dificuldade ($p = 0,862$) calculado para este item indica que se trata de uma questão fácil, uma vez que ultrapassa o limite superior da faixa considerada ideal (0,70), conforme estabelecido pela Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). O elevado índice de acertos reflete uma sólida compreensão do conteúdo por parte dos alunos, evidenciando a efetividade do item no reforço do conceito abordado. Ainda que sua dificuldade seja reduzida, a questão se mostra adequada para verificar o domínio do tema, mesmo que sua capacidade de diferenciação entre distintos níveis de conhecimento.

Dessa forma, a análise reforça a importância da continuidade no uso de simulações interativas, experimentos virtuais e atividades contextualizadas, que ajudam a tornar mais claros os efeitos das forças nos diferentes estados de movimento, favorecendo uma aprendizagem significativa, conforme os fundamentos teóricos da metodologia adotada neste trabalho.

A terceira questão avaliativa teve por finalidade analisar o entendimento dos alunos da Turma 02 sobre a Segunda Lei de Newton, que estabelece a relação entre força, massa e aceleração. De acordo com o gráfico 3, 72,4% dos estudantes indicaram corretamente que a força resultante que atua sobre um corpo é diretamente proporcional à aceleração e ocorre na mesma direção desta, demonstrando entendimento satisfatório do princípio físico representado pela equação $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$.

Gráfico 3 - A Segunda Lei de Newton estabelece que a força resultante que atua sobre um corpo é: (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Entretanto, 27,6% dos alunos selecionaram alternativas incorretas: 6,9% indicaram que a força é sempre constante, independentemente da aceleração (alternativa a); 13,8% escolheram que é inversamente proporcional à massa (alternativa b); 3,4% atribuíram à força a responsabilidade pela conservação da energia mecânica (alternativa d); e 3,4% definiram força como o produto da velocidade pelo tempo (alternativa e). Esses dados revelam que, embora a maioria tenha compreendido corretamente a lei, ainda existe confusão quanto à definição e à aplicação matemática da força resultante.

O percentual de erros indica que parte dos alunos ainda apresenta dificuldade em distinguir os conceitos fundamentais da dinâmica e, em especial, em aplicar corretamente a equação que relaciona força, massa e aceleração. A confusão entre força e energia, ou entre força e velocidade, mostra a importância de esclarecer os significados físicos distintos entre essas grandezas.

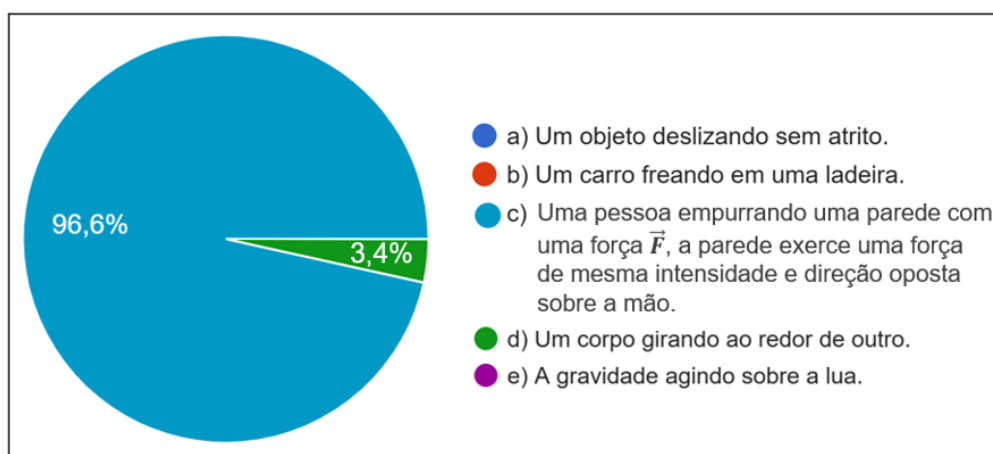
O gráfico demonstra que 72,4% dos estudantes marcaram corretamente a alternativa “c) Diretamente proporcional à aceleração e na mesma direção desta”, evidenciando compreensão satisfatória da relação entre força e aceleração conforme a segunda lei de Newton. Com base nesse resultado, o índice de dificuldade ($p = 0,724$) situa-se ligeiramente acima da faixa ideal recomendada pela Teoria Clássica dos Testes (BRAGA), que vai de 0,30 a 0,70. Isso classifica o item fácil, embora ainda próximo do limite superior aceitável. A questão apresenta bom desempenho pedagógico e, embora seu índice de dificuldade esteja levemente acima da faixa ideal, ainda contribui significativamente para a análise do desempenho dos estudantes, permitindo identificar o nível de compreensão do conteúdo com razoável capacidade discriminativa.

Dessa forma, a análise do gráfico 3 da Turma 02 reforça a relevância da utilização de recursos didáticos que permitam visualizar e manipular variáveis físicas, como simulações computacionais e experimentos guiados. Tais estratégias possibilitam aos estudantes compreender não apenas as fórmulas, mas também as relações causais envolvidas nos fenômenos físicos, favorecendo, assim, uma aprendizagem significativa e contextualizada, em consonância com os objetivos da metodologia adotada neste trabalho.

Na quarta pergunta, buscou-se averiguar se os estudantes da Turma 02 dominam o conceito da Terceira Lei de Newton, também conhecida como Princípio da Ação e

Reação, essencial para a compreensão das interações entre corpos. Essa lei estabelece que, para toda força exercida por um corpo sobre outro, existe uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto exercida pelo segundo corpo sobre o primeiro. De acordo com o gráfico 4, 96,6% dos estudantes responderam corretamente, identificando a alternativa em que uma pessoa empurra uma parede com uma força $\vec{F}$, e a parede exerce sobre a mão uma força de mesma intensidade e direção, porém em sentido contrário, caracterizando um exemplo clássico de ação e reação.

Gráfico 4 - Qual das situações abaixo exemplifica corretamente a Terceira Lei de Newton? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Apenas 3,4% dos alunos assinalaram uma alternativa incorreta, escolhendo um corpo girando ao redor de outro (alternativa d). Nenhum estudante selecionou as demais opções erradas, como um objeto deslizando sem atrito (alternativa a), um carro freando em uma ladeira (alternativa b) ou a gravidade agindo sobre a lua (alternativa e). Esses dados revelam que a grande maioria dos alunos compreendeu adequadamente o conceito de interação entre dois corpos e o surgimento simultâneo de forças opostas, conforme previsto pela Terceira Lei de Newton.

O índice quase unânime de acerto evidencia que os alunos da Turma 02 demonstraram boa compreensão da Terceira Lei de Newton. No entanto, é importante manter a atenção na clareza conceitual entre pares de forças de ação e reação, que sempre atuam em corpos diferentes, e forças centrípetas, que atuam em corpos que

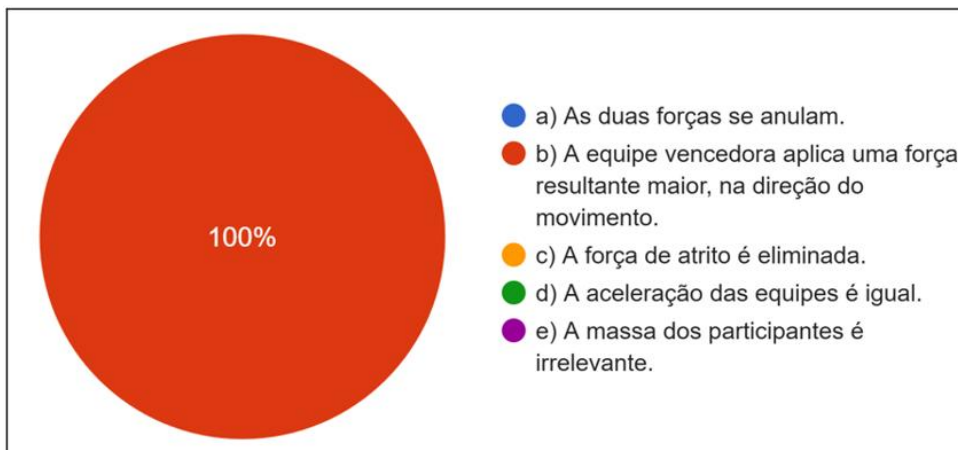
descrevem movimentos circulares. A confusão entre esses conceitos distintos pode ocorrer com frequência entre os estudantes, exigindo intervenções pedagógicas específicas para seu esclarecimento.

O índice de dificuldade ($p = 0,966$) calculado para este item o classifica como muito fácil, segundo os parâmetros estabelecidos pela Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). Esse resultado evidencia a ampla assimilação do conteúdo por parte dos estudantes, o que reforça a efetividade pedagógica do item na consolidação do conceito abordado. Embora apresente menor complexidade, a questão cumpre sua função ao verificar o domínio do tema, mesmo que sua capacidade de discriminação entre diferentes níveis de conhecimento.

Ressalta-se que as questões foram aplicadas antes da utilização das simulações e demais recursos digitais, com o objetivo de diagnosticar o nível inicial de compreensão dos alunos em relação às leis. Portanto, a análise do gráfico 4 da Turma 02 indica que, mesmo antes das intervenções metodológicas, alguns conceitos já estavam consolidados, o que reforça o potencial das estratégias planejadas. Diante disso, é recomendável que o uso de simulações, atividades práticas e representações visuais seja mantido e, sempre que possível, ampliado, pois tais recursos favorecem a aprendizagem significativa e contextualizada, alinhada aos objetivos do presente trabalho.

A quinta questão buscou verificar o nível de entendimento dos estudantes da Turma 02 acerca da aplicação da Segunda Lei de Newton em contextos do cotidiano, como em uma disputa de cabo de guerra. Essa lei estabelece que a força resultante sobre um corpo é diretamente proporcional à sua massa e à aceleração que ele adquire $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$. Segundo o gráfico 5, todos os 29 alunos (100%) assinalaram corretamente que a equipe vencedora aplica uma força resultante maior na direção do movimento, evidenciando um domínio pleno do conceito de força resultante em contextos reais.

Gráfico 5 - De acordo com a Segunda Lei de Newton, o que ocorre durante uma partida de cabo de guerra para que uma equipe vença? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

O resultado unânime demonstra que os alunos compreenderam com clareza que, para que haja movimento em uma direção, é necessário que a força resultante nessa direção seja diferente de zero, o que implica que uma equipe exerceu mais força (considerando também o atrito com o solo) do que a outra. Esse tipo de questão favorece a contextualização do conteúdo teórico, aproximando a Física do cotidiano e promovendo maior envolvimento dos estudantes com o tema.

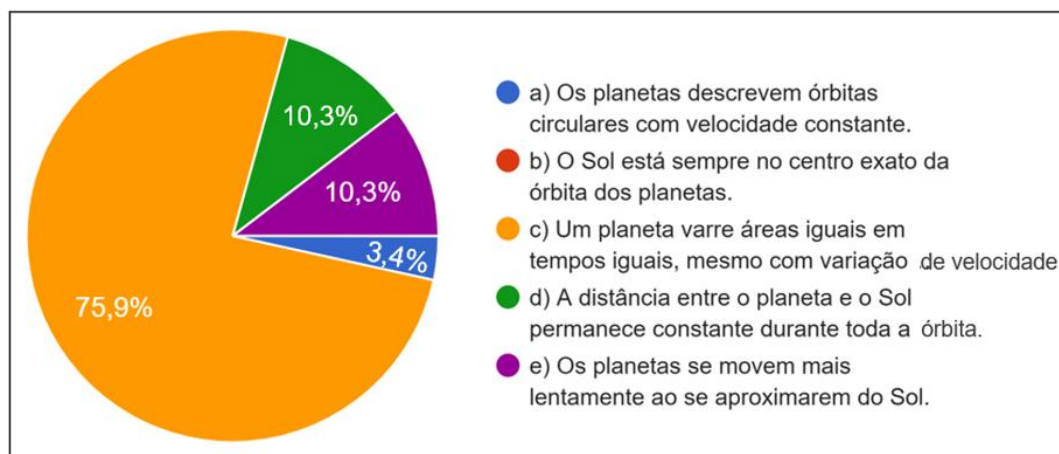
O índice de dificuldade ($p = 1,0$) classifica o item como extremamente fácil, estando muito acima da faixa ideal recomendada ($0,30 \leq p \leq 0,70$), de acordo com os critérios da Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). Embora o resultado revele domínio absoluto do conteúdo por parte da turma, a facilidade excessiva do item limita seu potencial de discriminação entre diferentes níveis de aprendizagem. Ainda assim, a questão cumpre função pedagógica ao reforçar um conceito fundamental e de aplicação prática.

Além disso, o fato de a pergunta ter sido aplicada antes da introdução das simulações digitais e atividades experimentais, reforça a eficácia do trabalho diagnóstico proposto, servindo como ponto de partida para aprofundar o conhecimento com recursos interativos. Mesmo com o acerto total, é importante manter o uso de estratégias didáticas que explorem situações-problema e representações gráficas de forças, fortalecendo a consolidação do conceito.

Na sexta questão, buscou-se avaliar o entendimento dos alunos da Turma 02 sobre a Segunda Lei de Kepler, que trata da variação da velocidade orbital dos planetas conforme sua posição em relação ao Sol. Essa lei afirma que um planeta varre áreas iguais em tempos iguais, o que implica que a velocidade do planeta aumenta quando está mais próximo do Sol e diminui quando está mais distante, refletindo um movimento acelerado não uniforme.

De acordo com o gráfico 6, 75,9% dos alunos indicaram corretamente a alternativa c) Um planeta varre áreas iguais em tempos iguais, mesmo com variação de velocidade, demonstrando boa assimilação do princípio físico envolvido. Esse resultado revela que a maioria compreendeu corretamente a relação entre tempo, área e velocidade orbital, conforme descrito por Kepler.

Gráfico 6 - O que a Segunda Lei de Kepler revela sobre o movimento dos planetas em suas órbitas ao redor do Sol? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Por outro lado, 24,1% dos alunos assinalaram alternativas incorretas: 3,4% marcaram que os planetas descrevem órbitas circulares com velocidade constante (alternativa a), 10,3% apontaram que a distância entre o planeta e o Sol permanece constante durante a órbita (alternativa d) e outros 10,3% afirmaram que os planetas se movem mais lentamente ao se aproximarem do Sol (alternativa e). Tais respostas revelam uma compreensão parcial ou distorcida do comportamento orbital, especialmente no que se refere à variação da velocidade e à forma elíptica das órbitas planetárias.

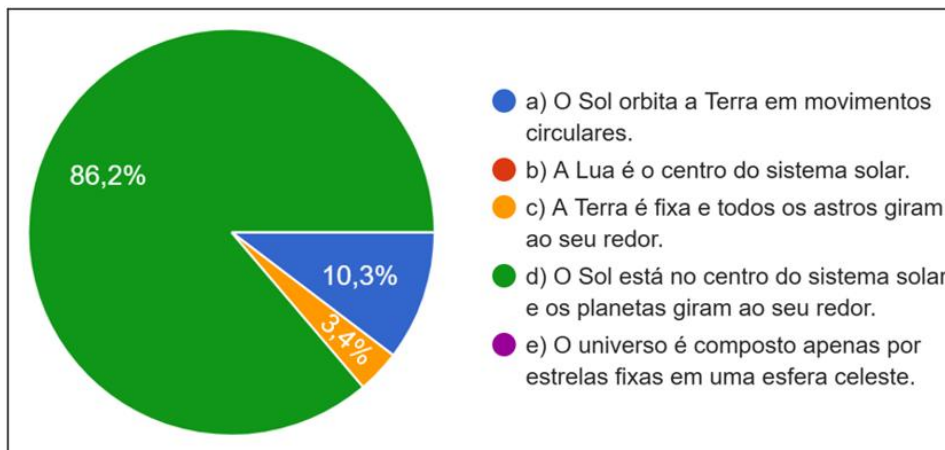
Com base no cálculo do índice de dificuldade ($p = 0,759$), o item é classificado como fácil, por estar acima da faixa ideal ($0,30 \leq p \leq 0,70$), conforme os parâmetros da Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). Ainda que a questão tenha sido bem resolvida, seu nível de dificuldade reduzido pode limitar a capacidade de discriminar entre os diferentes níveis de aprendizado. Contudo, o item permanece valioso do ponto de vista pedagógico, pois aborda corretamente um conceito fundamental da astronomia e da mecânica celeste.

O gráfico 6 da Turma 02 evidencia que, embora a maioria dos estudantes tenha demonstrado conhecimento satisfatório da Segunda Lei de Kepler, ainda é necessário reforçar a distinção entre conceitos como órbita elíptica, velocidade variável e posição relativa ao Sol. O uso de simulações interativas que representem graficamente a varredura de áreas iguais pode ser uma estratégia eficaz para complementar a aprendizagem, tornando mais intuitiva a visualização da dinâmica orbital dos planetas. Dessa forma, os dados analisados reforçam a importância de manter e expandir o uso de abordagens didáticas que integrem teoria e visualização, promovendo aprendizagem significativa.

A sétima questão teve por finalidade verificar se os alunos da Turma 02 compreendem os fundamentos do modelo heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico, que representou uma ruptura com o pensamento geocêntrico predominante na Antiguidade. Esse modelo afirma que o Sol ocupa a posição central do sistema solar, enquanto os planetas, incluindo a Terra, descrevem órbitas ao seu redor.

De acordo com o gráfico 7, 86,2% dos alunos indicaram corretamente a alternativa d) O Sol está no centro do sistema solar e os planetas giram ao seu redor, demonstrando entendimento satisfatório do princípio heliocêntrico. O resultado expressivo sugere que a maioria da turma conseguiu distinguir corretamente o modelo de Copérnico em contraste com as concepções históricas anteriores.

Gráfico 7 - O que caracteriza o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Contudo, 13,8% dos estudantes ainda apresentaram equívocos conceituais: 10,3% assinalaram que o Sol orbita a Terra em movimentos circulares (alternativa a), e 3,4% escolheram a ideia de que a Terra é fixa e todos os astros giram ao seu redor (alternativa c), ambas representações do modelo geocêntrico de Ptolomeu, superado com o avanço da Astronomia moderna. Essas respostas demonstram que, embora a maioria compreenda corretamente o modelo heliocêntrico, ainda há uma parcela de alunos que confunde os sistemas cosmológicos históricos, possivelmente por influência de ideias intuitivas ou falta de familiaridade com a evolução dos modelos astronômicos.

O índice de dificuldade ($p = 0,862$) classifica o item como fácil, situando-se acima da faixa ideal de 0,30 a 0,70, conforme os parâmetros da Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). Embora o resultado revele que a maioria dos alunos domina o conteúdo, a baixa dificuldade reduz a capacidade do item de distinguir entre os diferentes níveis de conhecimento conceitual. Ainda assim, a questão contribui positivamente para confirmar a consolidação de um conceito fundamental da astronomia.

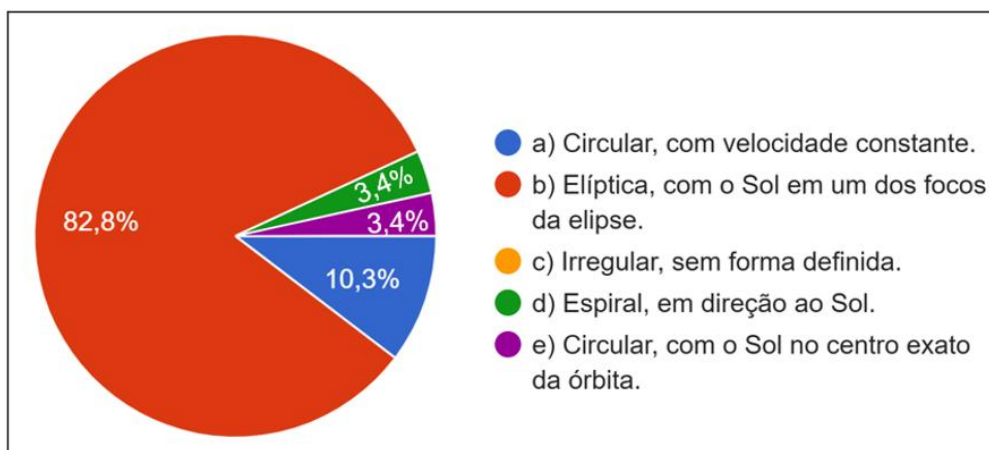
A análise do gráfico 7 da Turma 02 reforça a importância de estratégias pedagógicas que abordem a transição entre o modelo geocêntrico e o heliocêntrico, destacando o papel das observações e das evidências científicas na construção do conhecimento. O uso de animações, simulações digitais e recursos visuais comparativos entre os modelos pode ser especialmente eficaz para consolidar a

compreensão desse conteúdo, favorecendo uma aprendizagem mais sólida e contextualizada, de acordo com os objetivos propostos neste trabalho.

A oitava questão foi elaborada com o intuito de avaliar o conhecimento dos alunos da Turma 02 sobre a Primeira Lei de Kepler, que descreve a forma da órbita dos planetas em torno do Sol. Essa lei afirma que os planetas se movem ao redor do Sol em órbitas elípticas, tendo o Sol localizado em um dos focos da elipse, e não no centro exato da trajetória.

De acordo com o gráfico 8, 82,8% dos estudantes responderam corretamente à alternativa b) Elíptica, com o Sol em um dos focos da elipse, demonstrando um bom nível de compreensão do conteúdo proposto. O resultado indica que a maioria assimilou adequadamente o aspecto geométrico fundamental da Primeira Lei de Kepler.

Gráfico 8 - De acordo com a Primeira Lei de Kepler, como é a órbita dos planetas ao redor do Sol? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

No entanto, 17,2% dos alunos apresentaram respostas equivocadas: 10,3% marcaram que a órbita é circular, com velocidade constante (alternativa a), 3,4% indicaram uma órbita espiral, em direção ao Sol (alternativa d) e outros 3,4% optaram por uma órbita circular com o Sol no centro exato (alternativa e). Essas respostas apontam para resquícios de concepções antigas, como o modelo circular proposto por Aristóteles e Ptolomeu, que persistem intuitivamente em parte dos estudantes. Tais

equívocos sugerem a necessidade de reforçar a distinção entre modelos históricos e o modelo heliocêntrico com base nas observações astronômicas modernas.

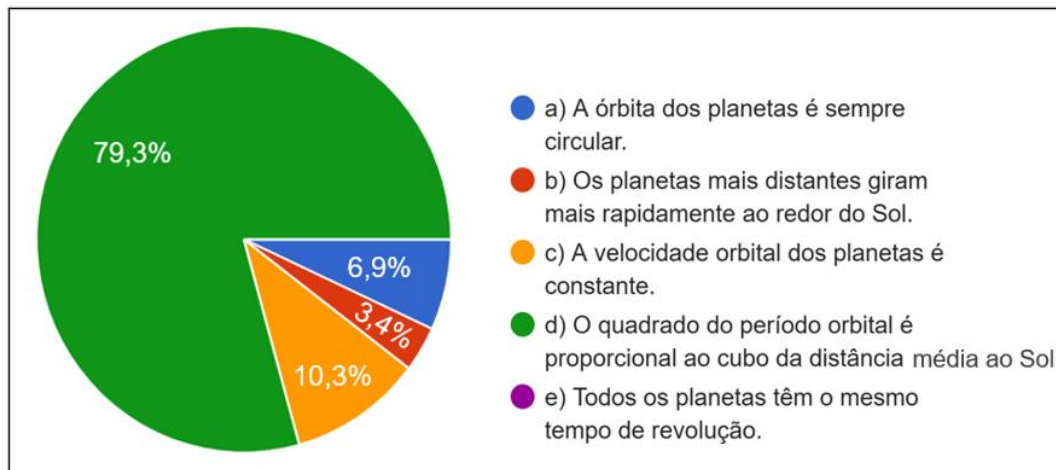
O cálculo do índice de dificuldade ($p = 0,828$) classifica o item como fácil, uma vez que o valor obtido ultrapassa o limite superior da faixa ideal, compreendida entre 0,30 e 0,70, conforme os parâmetros definidos pela Teoria Clássica dos Testes (BRAGA). Apesar disso, o elevado percentual de acertos evidencia que o conteúdo foi devidamente assimilado pelos alunos. Assim, o item contribui positivamente para a confirmação do aprendizado, embora sua capacidade discriminativa entre diferentes níveis de proficiência conceitual seja reduzida.

A análise do gráfico 8 da Turma 02 revela que, embora a maioria tenha compreendido corretamente a forma elíptica das órbitas planetárias, a construção do conceito completo ainda exige atenção especial quanto à geometria da elipse e à posição do Sol em relação à trajetória. A utilização de simulações astronômicas e animações didáticas pode facilitar esse entendimento, ao permitir que os alunos visualizem a diferença entre órbitas elípticas e circulares de forma dinâmica e contextualizada.

A nona questão teve como objetivo avaliar o grau de compreensão dos alunos da Turma 02 acerca da Terceira Lei de Kepler, que estabelece uma relação matemática entre o tempo de translação dos planetas e sua distância média em relação ao Sol. Essa lei afirma que o quadrado do período de revolução de um planeta é proporcional ao cubo do raio médio da sua órbita, sendo fundamental para compreender as diferenças nos tempos de revolução dos planetas no sistema solar.

De acordo com o gráfico 9, 79,3% dos alunos responderam corretamente à alternativa d, demonstrando domínio conceitual do conteúdo. Esse resultado revela que a maioria dos estudantes foi capaz de interpretar corretamente a formulação matemática que descreve a Terceira Lei de Kepler, essencial para o estudo do movimento planetário.

Gráfico 9 - O que afirma a Terceira Lei de Kepler sobre o movimento dos planetas? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

Contudo, 20,7% dos alunos apresentaram respostas incorretas: 6,9% optaram pela ideia de que a órbita dos planetas é sempre circular (alternativa a), 3,4% afirmaram que os planetas mais distantes giram mais rapidamente ao redor do Sol (alternativa b), e 10,3% marcaram que a velocidade orbital dos planetas é constante (alternativa c). Essas respostas demonstram confusão entre as três leis de Kepler ou generalizações equivocadas sobre o movimento dos planetas, o que reforça a necessidade de abordar comparativamente as três leis e suas implicações distintas.

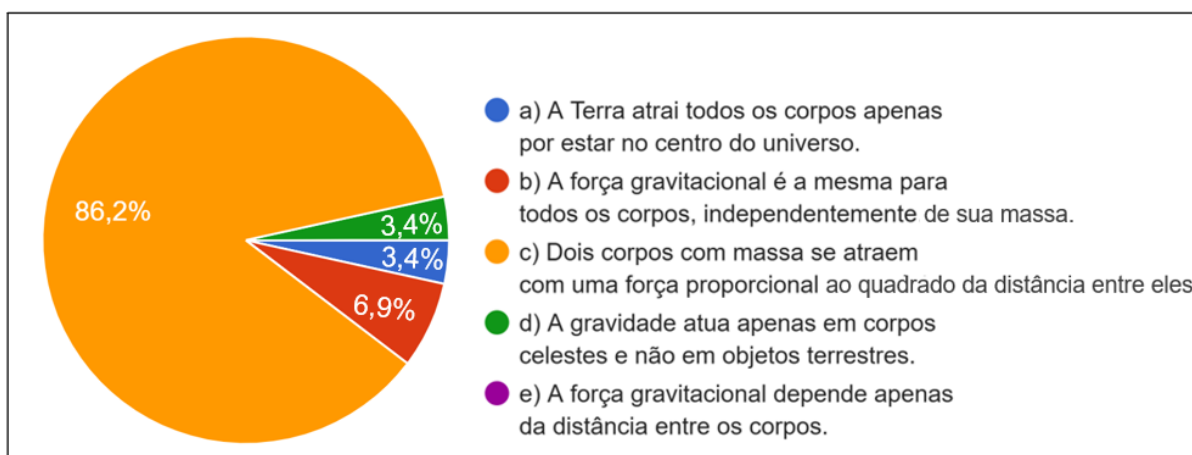
O índice de dificuldade ($p = 0,793$) situa o item acima da faixa ideal entre 0,30 e 0,70 conforme os critérios estabelecidos pela Teoria Clássica dos Testes (BRAGA), classificando-o, portanto, como fácil. Esse resultado sugere que a maioria dos estudantes assimilou adequadamente o conceito proposto, embora a dificuldade reduzida limite a capacidade do item de discriminar entre diferentes níveis de proficiência. Ainda assim, a questão contribui positivamente para confirmar a apropriação de um conteúdo fundamental da mecânica celeste, sendo relevante para o contexto pedagógico da avaliação.

A análise do gráfico 9 da Turma 02 evidencia que, embora a maior parte dos alunos tenha assimilado corretamente o conteúdo, é importante consolidar a compreensão por meio de estratégias que tornem visível a relação matemática entre tempo e distância orbital, como modelagens computacionais, gráficos comparativos e simulações interativas.

A décima questão foi elaborada com o propósito de avaliar a compreensão dos alunos da Turma 02 sobre a Lei da Gravitação Universal, formulada por Isaac Newton. Essa lei afirma que dois corpos com massa se atraem mutuamente com uma força que é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles, sendo válida tanto para corpos celestes quanto para objetos na Terra.

De acordo com o gráfico 10, 86,2% dos alunos assinalaram corretamente a alternativa c, demonstrando um domínio sólido sobre o conceito fundamental da gravitação. Esse resultado indica que a maior parte da turma compreendeu a relação entre massa, distância e intensidade da força gravitacional, conforme estabelecido na formulação da Lei da Gravitação Universal de Newton.

Gráfico 10 - Qual é a principal afirmação da Lei da Gravitação Universal de Newton? (Turma 02)



Fonte: Gráfico do Autor.

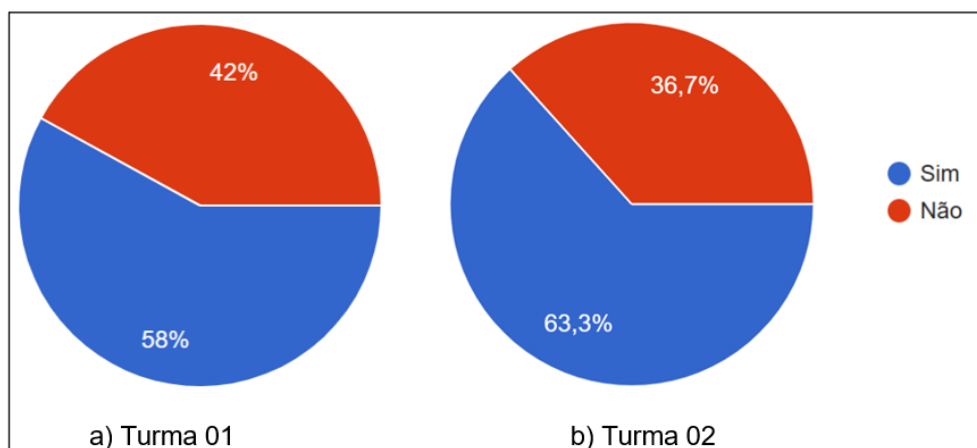
Entretanto, aproximadamente 13,8% dos alunos apresentaram respostas incorretas: 6,9% escolheram a alternativa b, que afirma erroneamente que a força gravitacional é a mesma para todos os corpos, 3,4% optaram pela ideia de que a Terra atrai todos os corpos por estar no centro do universo (alternativa a), e 3,4% afirmaram que a força depende apenas da distância entre os corpos (alternativa e). Essas respostas revelam confusões conceituais, como o desconhecimento da influência da massa na intensidade da força ou a permanência de ideias ultrapassadas, como a concepção aristotélica do universo geocêntrico.

O índice de dificuldade ($p = 0,862$) situa-se acima da faixa considerada ideal (entre 0,30 e 0,70), conforme os parâmetros psicométricos da Teoria Clássica dos Testes (BRAGA), caracterizando o item como fácil. Apesar da baixa dificuldade, o elevado percentual de acertos indica que o conteúdo foi efetivamente assimilado pelos alunos. A questão, portanto, cumpre um papel pedagógico relevante, reforçando um dos princípios fundamentais da física clássica, ainda que apresente menor capacidade de discriminação entre os diferentes níveis de conhecimento.

A análise do gráfico 10 da Turma 02 confirma que a maioria dos estudantes compreende a formulação matemática e universal da gravitação, porém também aponta para a necessidade de reforçar a explicitação do papel da massa e da distância na intensidade da força gravitacional. Estratégias como experimentos de simulações virtuais, modelagens matemáticas com dados astronômicos reais e animações explicativas podem contribuir para consolidar esses conceitos, promovendo uma aprendizagem significativa, crítica e alinhada aos objetivos pedagógicos deste trabalho.

4.2 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (AD)

A primeira pergunta buscou averiguar se os alunos gostam da disciplina de Física. De acordo com os dados do gráfico 11 a), observa-se que na Turma 01, 58% dos estudantes responderam demonstrando uma atitude positiva em relação à disciplina, indicando que, para uma parcela significativa dos alunos, o conteúdo da matéria é atrativo ou interessante. Já na Turma 02, conforme mostra o gráfico 11 b), esse percentual foi ligeiramente superior, com 63,3% dos alunos afirmando gostar da disciplina, o que representa um aumento de 5,3 pontos percentuais em relação à turma anterior.

Gráfico 11 - Você gosta da disciplina de Física?

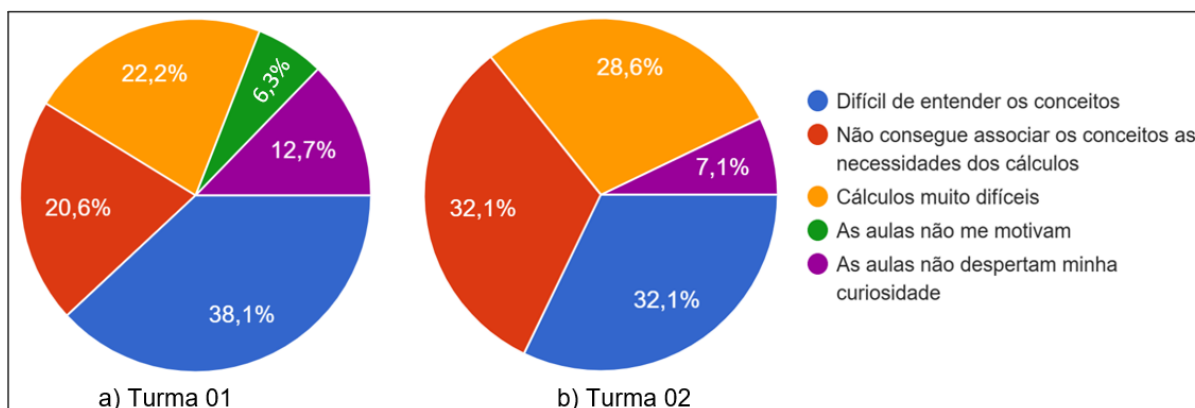
Fonte: Gráfico do Autor.

Por outro lado, 42% dos alunos da Turma 01, conforme o gráfico 11 a), declararam não gostar da disciplina, enquanto na Turma 02, segundo o gráfico 11 b), esse número caiu para 36,7%, o que representa uma redução proporcionalmente relevante. Esse dado pode sugerir uma percepção um pouco mais positiva da disciplina entre os alunos da Turma 02, o que possivelmente reflete um impacto inicial de metodologias diferenciadas ou maior familiaridade com o conteúdo.

A diferença entre os percentuais de respostas positivas e negativas nos dois grupos pode indicar uma tendência de maior receptividade da disciplina entre os alunos da Turma 02, ao mesmo tempo em que reafirma a necessidade de continuar investigando as causas do desinteresse por Física. Essa análise destaca a importância de explorar novas abordagens pedagógicas, como o uso de simulações digitais, laboratórios virtuais e metodologias interativas, com o objetivo de tornar o ensino mais atrativo, dinâmico e significativo para os estudantes.

Em seguida, perguntou-se aos alunos que declararam não gostar da disciplina de Física qual seria o motivo, conforme apresentado no gráfico 12 a) para a Turma 01 e gráfico 12 b) para a Turma 02. A maior parte dos alunos da Turma 01 (38,1%) apontou a dificuldade em entender os conceitos como o principal fator, o que sugere uma possível falta de clareza ou compreensão durante o ensino dos princípios fundamentais da Física. Já na Turma 02, esse motivo também foi expressivo, com 32,1% dos alunos indicando o mesmo tipo de dificuldade, o que mantém o padrão observado e reforça a necessidade de estratégias didáticas mais eficazes para tornar os conceitos mais acessíveis.

Gráfico 12 - Se não, qual o motivo? Pode marcar mais de uma opção.



Fonte: Gráfico do Autor.

Em relação à dificuldade com os cálculos, a Turma 01 apresentou 22,2% dos alunos relatando esse desafio, enquanto na Turma 02 esse número subiu para 28,6%, o que representa um aumento significativo e indica que, nessa turma, os aspectos matemáticos representam um obstáculo ainda maior para o engajamento com a disciplina.

No que diz respeito à associação entre os conceitos e os cálculos, os dados também mostram um crescimento: 20,6% na Turma 01 relataram esse tipo de dificuldade, enquanto na Turma 02 o percentual foi de 32,1%, reforçando a importância de integrar teoria e prática com mais clareza no processo de ensino.

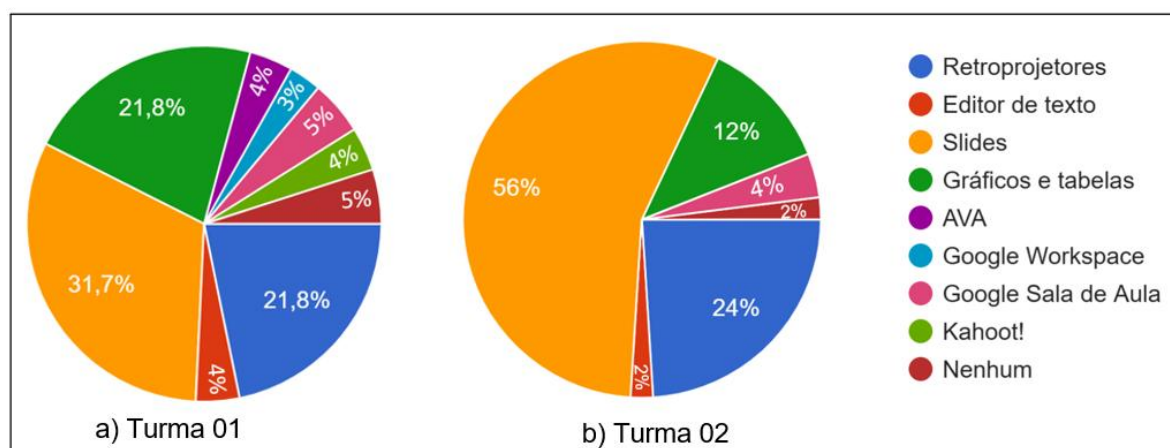
Quanto aos fatores emocionais e motivacionais, observou-se uma mudança positiva. Na Turma 01, 6,3% dos alunos afirmaram que as aulas não os motivam, enquanto na Turma 02 nenhum aluno indicou esse fator. Já em relação à falta de curiosidade, 12,7% dos alunos da Turma 01 citaram essa razão, contra 7,1% na Turma 02. Esses dados sugerem uma melhora no engajamento afetivo e no interesse pela disciplina na segunda turma.

Os resultados comparativos dos gráficos 12 a) e 12 b) indicam que, embora os principais desafios – como a compreensão conceitual e a dificuldade com os cálculos persistam nas duas turmas, os dados da Turma 02 revelam um aumento nos obstáculos matemáticos, ao mesmo tempo em que mostram avanços em aspectos motivacionais e afetivos. Isso reforça a importância de se investir em abordagens mais interativas e contextualizadas, como o uso de simulações, exemplos práticos e

recursos visuais, para facilitar a compreensão dos conteúdos e aumentar o envolvimento dos alunos com a Física.

Na terceira pergunta, verificou-se sobre as ferramentas digitais utilizadas pelos professores nas aulas de Física. De acordo com os dados do gráfico 13 a), referente à Turma 01, a ferramenta mais mencionada foi o uso de slides (31,7%), sugerindo que as apresentações digitais constituem o principal meio de apoio visual na explicação dos conteúdos. Os retroprojetores (21,8%) e o uso de gráficos e tabelas (21,8%) também apareceram com destaque, indicando que os professores fazem uso de recursos visuais para ilustrar conceitos e apresentar dados quantitativos.

Gráfico 13 - Qual ou quais ferramentas digitais seu professor utiliza nas aulas de Física? Pode marcar mais de uma opção.



Fonte: Gráfico do Autor.

Na Turma 02, conforme apresentado no gráfico 13 b), os slides permanecem como o recurso mais utilizado, com uma presença ainda mais significativa: 56% dos alunos indicaram essa ferramenta, o que representa um crescimento expressivo em relação à Turma 01. O uso de retroprojetores (24%) também se manteve relevante, com ligeira elevação, reforçando a predominância dos recursos visuais tradicionais. Já os gráficos e tabelas apresentaram uma queda, sendo mencionados por 12% dos alunos, o que representa uma redução de quase 10 pontos percentuais em relação à Turma 01.

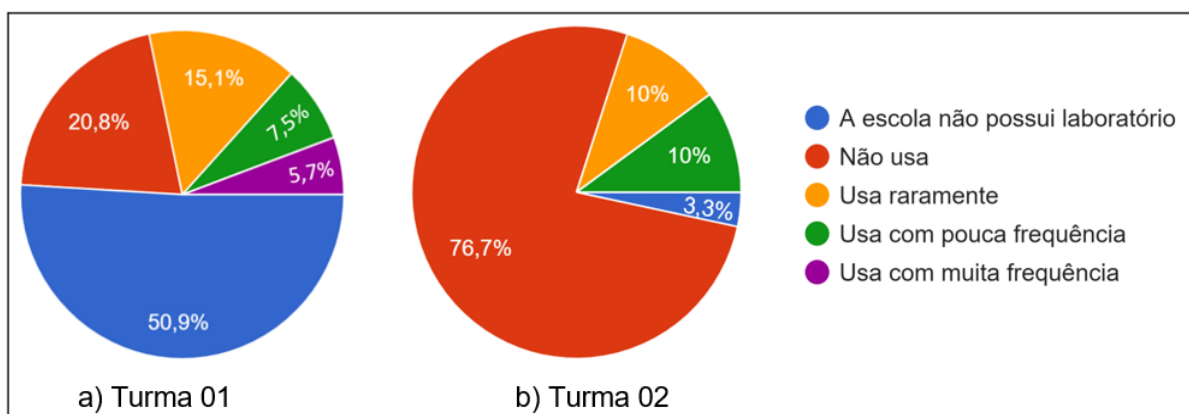
No entanto, como já identificado na Turma 01, o gráfico 13 também revela que ferramentas interativas e ambientes virtuais de aprendizagem continuam sendo pouco explorados em ambas as turmas. Na Turma 01, plataformas como Google Sala de Aula (5%), Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA (4%), Kahoot! (4%) e Google

Workspace (3%) apareceram com baixos índices de uso. Na Turma 02, o cenário se repete com pequenas variações: Google Sala de Aula (4%), AVA (2%), Kahoot! (4%), e Google Workspace não foi mencionado. Isso demonstra que, embora haja uma base consolidada no uso de recursos tradicionais, o potencial das plataformas digitais mais interativas ainda é pouco explorado no ensino da Física.

Outro dado importante é que, enquanto 5% dos alunos da Turma 01 afirmaram que seus professores não utilizam nenhuma ferramenta digital, esse número caiu para 2% na Turma 02, o que indica uma ligeira ampliação do uso de tecnologias, mesmo que concentrada nos recursos mais convencionais.

A análise comparativa dos gráficos 13 a) e 13 b) mostra que o uso de ferramentas digitais segue fortemente concentrado em slides e retroprojetores, evidenciando uma abordagem mais tradicional. Por outro lado, a baixa adesão a ferramentas interativas, ambientes virtuais e plataformas colaborativas aponta para a necessidade de expansão no uso dessas tecnologias. Para tornar o ensino da Física mais dinâmico, acessível e participativo, recomenda-se incentivar o uso de simuladores virtuais, jogos educativos, sistemas de resposta em tempo real e plataformas como o Google Sala de Aula, de modo a proporcionar maior interação, autonomia e engajamento por parte dos alunos.

Em relação à quarta pergunta, indagou-se se a escola oferece aulas práticas de Física. De acordo com o gráfico 14 a), da Turma 01, a maioria dos alunos (50,9%) relatou que a escola não possui laboratório de Física, o que evidencia uma limitação estrutural significativa para o desenvolvimento do ensino prático da disciplina. Além disso, 20,8% dos alunos afirmaram que, mesmo havendo laboratório, ele não é utilizado, e 15,1% disseram que as aulas práticas ocorrem raramente. Somando esses percentuais, percebe-se que mais de 86% dos alunos têm pouco ou nenhum contato com atividades práticas, o que pode comprometer a compreensão dos conceitos físicos, tornando o aprendizado excessivamente teórico e abstrato. Apenas 5,7% dos estudantes afirmaram que as aulas práticas ocorrem com muita frequência, demonstrando que essa prática ainda é pouco presente.

Gráfico 14 - A escola oferece aulas práticas de Física?

Fonte: Gráfico do Autor.

Na Turma 02, conforme apresentado no gráfico 14 b), o cenário é ainda mais crítico: 76,7% dos alunos afirmaram que o laboratório não é utilizado para aulas de Física, e apenas 3,3% indicaram que a escola não possui laboratório, o que sugere que o problema nessa turma não está na infraestrutura física, mas sim na subutilização dos recursos disponíveis. Além disso, 10% dos alunos relataram que as aulas práticas são raras, e apenas 10% indicaram que elas ocorrem com pouca frequência. Nenhum aluno apontou que as aulas práticas ocorrem com muita frequência, reforçando a ausência quase total de práticas experimentais na rotina dessa turma.

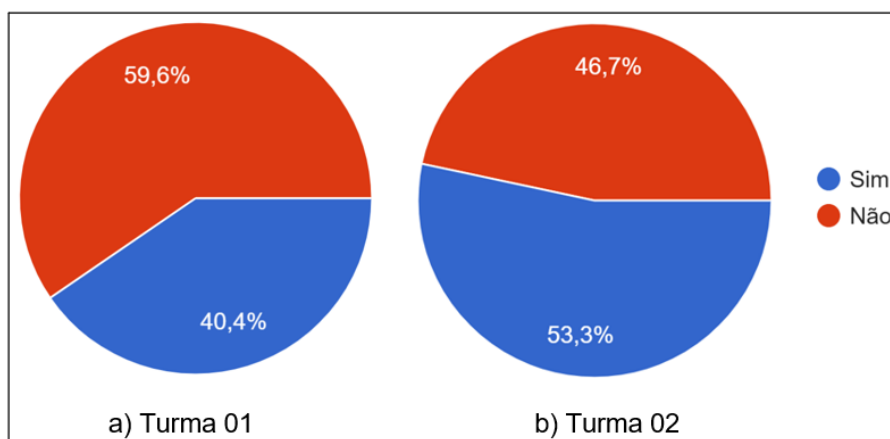
A análise comparativa entre os gráficos 14 a) e 14 b) revela que, enquanto a Turma 01 enfrenta uma barreira estrutural (ausência de laboratório), a Turma 02 enfrenta um desafio de aproveitamento pedagógico: o espaço existe, mas não está sendo efetivamente utilizado. Em ambos os casos, o resultado é semelhante — os alunos não vivenciam com regularidade atividades práticas, o que prejudica o entendimento de uma disciplina essencialmente experimental como a Física.

Dessa forma, os resultados reforçam a necessidade urgente de adotar alternativas que supram a ausência ou inatividade dos laboratórios escolares, como o uso de simulações computacionais, ambientes virtuais, experimentos de baixo custo e atividades práticas em sala de aula. Essas estratégias podem tornar o ensino mais dinâmico, acessível e alinhado às exigências de um aprendizado significativo e aplicado à realidade dos estudantes.

Na quinta pergunta, questionou-se se o professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para que os alunos visualizem os conceitos enquanto as explicações são

feitas. De acordo com os dados do gráfico 15 a), referente à Turma 01, a maioria dos alunos (59,6%) afirmou que o professor não utiliza laboratórios virtuais durante as aulas, o que sugere que essa ferramenta ainda não é amplamente incorporada ao ensino da disciplina. Essa realidade pode estar associada à falta de formação docente para o uso dessas tecnologias, à ausência de infraestrutura adequada na escola ou mesmo à preferência por métodos tradicionais de ensino. Por outro lado, 40,4% dos alunos relataram que seus professores utilizam laboratórios virtuais, sinalizando que uma parcela significativa de docentes já adota esses recursos para apoiar a visualização e compreensão dos conceitos físicos.

Gráfico 15 - O professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para os alunos visualizarem os conceitos enquanto está ocorrendo a explicação?



Fonte: Gráfico do Autor.

Na Turma 02, conforme apresentado no gráfico 15 b), os resultados revelam uma mudança positiva: 53,3% dos alunos disseram que o professor faz uso de laboratórios virtuais, ultrapassando o percentual observado na Turma 01. Esse aumento de quase 13 pontos percentuais pode indicar maior integração de recursos digitais nas aulas, possivelmente associado a ações de formação docente ou a uma maior abertura metodológica nessa turma. Ainda assim, 46,7% dos alunos relataram que não há uso desses recursos, o que mostra que a prática, embora crescente, ainda não é predominante.

A análise comparativa entre os gráficos 15 a) e 15 b) demonstra que, embora os laboratórios virtuais ainda não sejam amplamente utilizados, a Turma 02 apresenta uma adesão mais significativa, o que pode estar refletindo iniciativas recentes de

inovação pedagógica ou maior familiaridade tecnológica entre professores e alunos. Essa evolução aponta para uma tendência promissora na utilização de recursos interativos no ensino da Física.

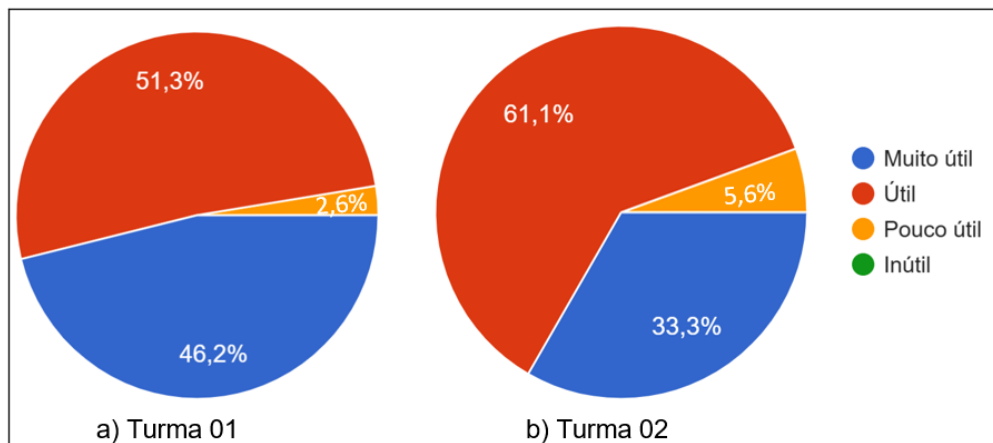
Diante desse cenário, é fundamental incentivar a adoção de laboratórios virtuais como prática pedagógica regular, oferecendo formação adequada aos docentes e melhorando a infraestrutura tecnológica das escolas. O uso de simulações e experimentos virtuais pode tornar o ensino mais visual, dinâmico e acessível, especialmente no tratamento de conteúdos abstratos, promovendo um aprendizado mais significativo e envolvente para os estudantes.

4.3 AVALIAÇÃO FORMATIVA (AF)

Na primeira pergunta, questionou-se como os alunos avaliam as simulações virtuais apresentadas nos vídeos para o entendimento dos conceitos da Gravitação Universal. A análise dos dados dos gráficos 16 (a e b) revela que, tanto na Turma 01 quanto na Turma 02, há uma percepção amplamente positiva sobre a utilidade das simulações como recurso didático.

Na Turma 01, 97,5% dos alunos consideraram as simulações virtuais úteis ou muito úteis, com 51,3% classificando como útil e 46,2% como muito útil. Apenas 2,6% avaliaram como “pouco útil, e nenhum estudante as considerou inúteis. Já na Turma 02, embora a percepção geral continue majoritariamente positiva, observa-se uma leve diminuição na taxa de alunos que as consideram muito úteis (33,3%) e um aumento nos que as classificam como úteis (61,1%), totalizando 94,4% de avaliações favoráveis. Apenas 5,6% avaliaram como “pouco útil, e também não houve registros da opção inútil.

Gráfico 16 - Como você avalia as simulações virtuais apresentada nos vídeos para o seu entendimento dos conceitos da Gravitação Universal?



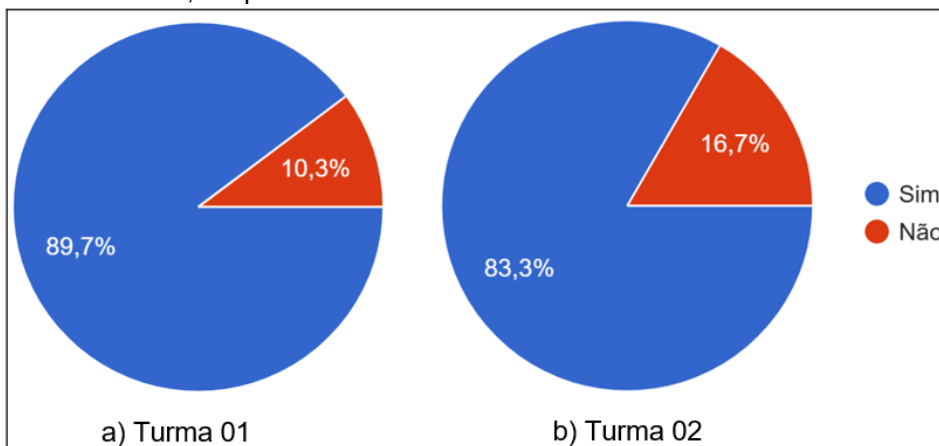
Fonte: Gráfico do Autor.

Esses resultados, ainda que com pequenas variações entre as turmas, reforçam o papel fundamental das simulações virtuais no ensino da Física, especialmente em temas como a Gravitação Universal. A predominância de respostas positivas em ambas as turmas indica que as simulações contribuem de maneira significativa para o processo de aprendizagem, promovendo um ambiente mais visual, dinâmico e acessível ao entendimento dos conceitos. Dessa forma, torna-se evidente a importância de investir na continuidade e ampliação do uso desses recursos tecnológicos no contexto educacional.

Em continuidade à pesquisa, indagou-se aos alunos se as simulações virtuais apresentadas por meio de vídeos durante as aulas de Física despertaram sua curiosidade sobre os conteúdos abordados. A análise comparativa entre os dados das Turmas 01 e 02, representados nos gráficos 17 (a e b), revela que, em ambas as turmas, a grande maioria dos estudantes reconhece o impacto positivo desses recursos no estímulo à curiosidade científica.

Na Turma 01, 89,7% dos alunos afirmaram que os vídeos com simulações despertaram sua curiosidade, enquanto 10,3% relataram que não. Já na Turma 02, embora ainda predominem respostas afirmativas, houve uma leve redução: 83,3% dos estudantes consideraram que os vídeos despertaram sua curiosidade, enquanto 16,7% responderam negativamente.

Gráfico 17 - As simulações virtuais por meio de vídeos que você assistiu nas aulas de Física, despertaram sua curiosidade sobre o assunto visto?



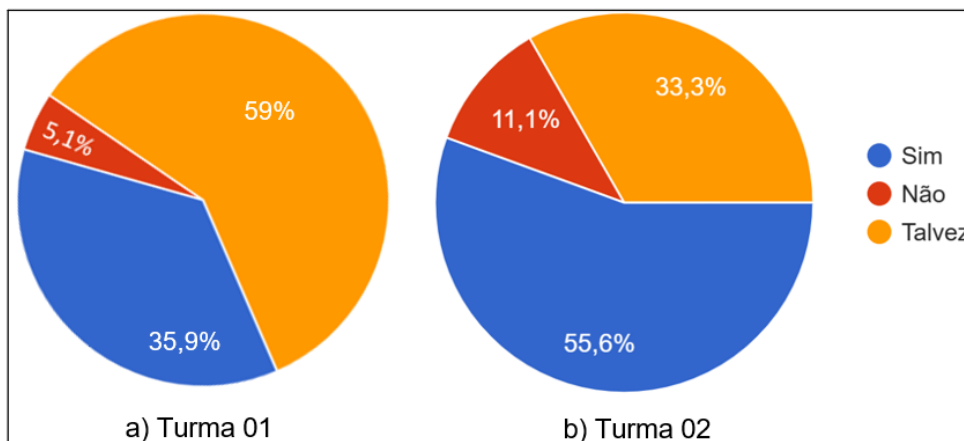
Fonte: Gráfico do Autor.

Portanto, os dados apontam que as simulações são uma ferramenta eficaz para despertar a curiosidade científica e dinamizar as aulas de Física. Para ampliar ainda mais esse impacto positivo, recomenda-se diversificar os recursos audiovisuais utilizados, incorporar atividades interativas e propor desafios que incentivem a investigação autônoma dos temas, fortalecendo o protagonismo do estudante no processo de aprendizagem.

Na terceira pergunta, buscou-se compreender se as simulações virtuais apresentadas por meio de vídeos despertaram o interesse dos alunos pela disciplina de Física de maneira mais ampla. A análise comparativa dos dados dos gráficos 18 (a e b) revela percepções distintas entre as Turmas 01 e 02, embora ambas tragam informações relevantes para a reflexão pedagógica.

Na Turma 01, apenas 35,9% dos alunos afirmaram que os vídeos despertaram seu interesse pela disciplina de Física. A maioria (59%) respondeu "talvez", e 5,1% indicaram que os vídeos não despertaram esse interesse. Esses dados sugerem que, embora as simulações virtuais contribuam para a compreensão de temas específicos, elas não são suficientes, por si só, para despertar um envolvimento mais amplo com a disciplina. Por outro lado, na Turma 02, os resultados mostram uma percepção mais positiva: 55,6% dos alunos afirmaram que as simulações despertaram seu interesse pela Física, enquanto 33,3% responderam "talvez" e 11,1% disseram que não. Esse contraste evidencia que, para uma parcela maior dos estudantes da Turma 02, os vídeos foram eficazes em promover uma valorização mais abrangente da disciplina.

Gráfico 18 - As simulações virtuais por meio de vídeos assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?



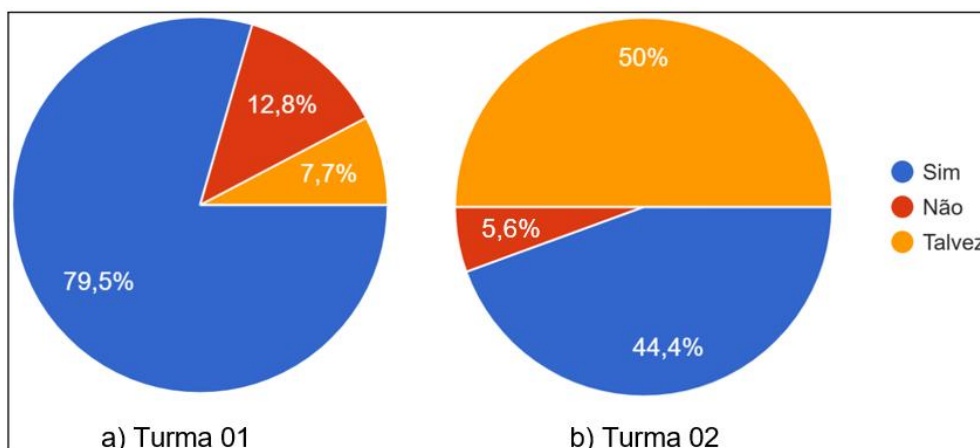
Fonte: Gráfico do Autor.

Esses dados demonstram que as simulações virtuais, apesar de seu potencial educativo, precisam ser integradas a outras estratégias didáticas para que possam impactar de forma mais significativa o interesse dos alunos pela Física como um todo. A adoção de práticas pedagógicas complementares, como experimentos práticos, desafios interativos, debates e aplicações dos conteúdos em contextos reais do cotidiano dos estudantes, pode ser um caminho promissor para transformar o interesse pontual em engajamento duradouro.

O gráfico 19 apresenta os dados referentes à quarta pergunta, que investigou se as simulações do Laboratório Virtual de Física contribuíram para que os alunos compreendessem melhor os conceitos teóricos das Leis de Newton. A análise comparativa entre as Turmas 01 e 02 revela percepções significativamente distintas quanto à efetividade desse recurso didático.

Na Turma 01, observou-se uma maioria expressiva de alunos (79,5%) que afirmou ter compreendido melhor as Leis de Newton por meio das simulações. Essa alta taxa de aprovação destaca a relevância dos recursos visuais e interativos no processo de ensino aprendizagem, especialmente em uma disciplina como a Física, onde a abstração de conceitos pode dificultar a compreensão sem o apoio de elementos ilustrativos. No entanto, 12,8% dos estudantes relataram que as simulações não contribuíram, e 7,7% responderam "talvez", sugerindo que, para uma parcela menor dos alunos, os benefícios das simulações podem ter sido limitados ou mal explorados.

Gráfico 19 - As simulações do Laboratório Virtual de Física ajudou você a entender melhor os conceitos teóricos das leis de Newton?



Fonte: Gráfico do Autor

Já na Turma 02, as percepções foram mais equilibradas. Apenas 44,4% dos estudantes afirmaram que as simulações ajudaram na compreensão dos conceitos, enquanto metade da turma (50%) respondeu “talvez” e 5,6% declarou que não obteve ajuda com o recurso. Esses dados indicam uma menor efetividade percebida das simulações entre os alunos dessa turma, o que pode estar relacionado a diferentes fatores, como o nível de engajamento dos estudantes, a forma como o conteúdo foi mediado ou o contexto de aplicação das atividades com o laboratório virtual.

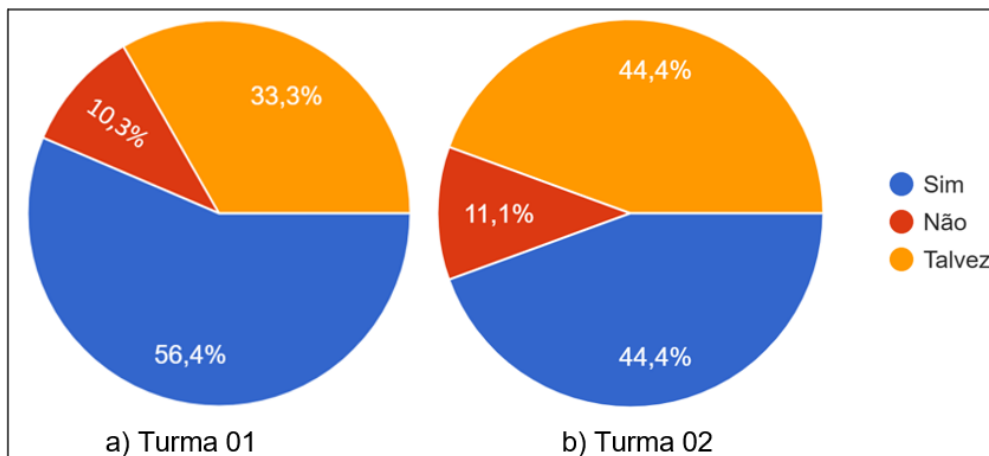
De modo geral, os resultados sugerem que o Laboratório Virtual de Física é, sim, uma ferramenta valiosa para o ensino das Leis de Newton, especialmente quando bem implementado. Contudo, a discrepância entre as duas turmas evidencia que sua eficácia depende não apenas do recurso em si, mas também de sua integração pedagógica. Para ampliar os benefícios proporcionados pelas simulações, recomenda-se que elas sejam acompanhadas de discussões mediadas, atividades práticas, resolução de problemas contextualizados e outras estratégias que favoreçam a construção ativa do conhecimento por parte dos alunos.

A quinta pergunta teve como propósito verificar se as simulações virtuais realizadas por meio do Laboratório Virtual de Física, assistidas em sala de aula, despertaram o interesse dos alunos pela disciplina. A análise dos dados dos gráficos 20 (a e b) evidencia percepções distintas entre as Turmas 01 e 02 quanto à capacidade desses recursos em promover maior engajamento com o conteúdo.

Na Turma 01, a maioria dos alunos (56,4%) afirmou que as simulações despertaram seu interesse pela disciplina de Física. Outros 33,3% responderam “talvez”, sugerindo que, embora o recurso tenha provocado alguma curiosidade, ele não foi suficiente para gerar um envolvimento mais profundo com a área. Já 10,3% dos alunos declararam que as simulações não despertaram seu interesse, o que pode estar associado à forma como o conteúdo foi apresentado, à metodologia aplicada ou à falta de contextualização com a realidade dos estudantes.

Na Turma 02, os resultados se mostram mais distribuídos: 44,4% afirmaram que as simulações despertaram seu interesse, enquanto uma parcela igualmente significativa (44,4%) respondeu “talvez” e 11,1% afirmaram que não se sentiram motivados pela atividade. A ausência de predominância de uma única alternativa indica uma percepção mais fragmentada por parte dos estudantes dessa turma quanto à eficácia das simulações virtuais no despertar do interesse pela disciplina.

Gráfico 20 - As simulações virtuais por meio do Laboratório Virtual assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?



Fonte: Gráfico do Autor

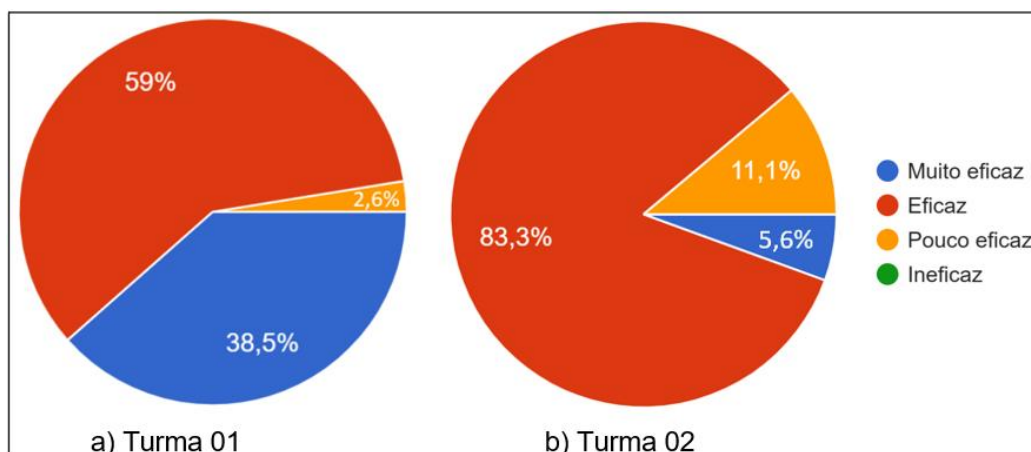
A comparação entre os dois grupos sugere que, apesar do potencial pedagógico das simulações virtuais, sua efetividade está fortemente condicionada à forma como são integradas ao planejamento didático. A Turma 01 demonstrou maior adesão positiva ao recurso, o que pode refletir um uso mais articulado e contextualizado das simulações em sala. Já os resultados da Turma 02 indicam a necessidade de fortalecer a mediação docente e associar essas simulações a outras estratégias pedagógicas. Dessa forma, para ampliar o impacto das simulações no interesse dos

alunos pela Física, recomenda-se complementá-las com atividades práticas, desafios interativos, experimentos reais e aplicação dos conceitos em situações cotidianas. A combinação de múltiplas abordagens pode tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico, significativo e atrativo, promovendo o engajamento contínuo dos estudantes com a disciplina.

O gráfico 21 apresenta os resultados da sexta pergunta, que teve como objetivo verificar a percepção dos alunos quanto à eficácia das simulações virtuais do Laboratório Virtual de Física como ferramenta para a explicação dos conceitos da disciplina. A comparação entre as Turmas 01 e 02 evidencia uma avaliação amplamente positiva em ambos os grupos, ainda que pequenas diferenças ou variações sutis na forma como essa eficácia foi percebida.

Na Turma 01, 97,5% dos alunos consideraram as simulações eficazes ou muito eficazes para o aprendizado dos conceitos de Física, sendo que 59% classificou como “eficaz” e 38,5% como “muito eficaz”. Apenas 2,6% avaliaram como “pouco eficaz” e nenhum aluno as considerou ineficazes. Esses dados reforçam a relevância pedagógica das simulações como instrumento facilitador da compreensão de conteúdos abstratos, oferecendo uma abordagem mais visual, concreta e interativa. Já na Turma 02, também se observa uma avaliação predominantemente positiva, embora mais concentrada na categoria “eficaz” (83,3%). Apenas 5,6% classificou as simulações como “muito eficazes” e 11,1% como “pouco eficazes”, sem registros da opção “ineficaz”. A menor proporção de alunos que as avaliaram como “muito eficazes” pode sugerir uma diferença na forma de aplicação ou no grau de mediação pedagógica vivenciado por essa turma.

Gráfico 21 - Qual a eficácia quanto ao uso das simulações virtuais no Laboratório Virtual de Física como ferramenta para explicação dos conceitos da Física?



Fonte: Gráfico do Autor

A análise entre as duas turmas revela que, apesar das variações nas categorias escolhidas, há consenso quanto à utilidade das simulações virtuais no processo de ensino aprendizagem da Física. A ausência de respostas indicando “ineficaz” em ambas as turmas reforça a percepção de que, mesmo quando não consideradas plenamente eficazes, as simulações oferecem algum grau de contribuição para a compreensão dos conceitos.

Assim, os resultados do gráfico 21 indicam que as simulações virtuais do Laboratório Virtual de Física constituem uma ferramenta altamente eficaz para o ensino da disciplina. Para maximizar esse impacto, recomenda-se que sejam utilizadas de forma contextualizada, acompanhadas de mediação ativa por parte do professor, e integradas a atividades que estimulem a reflexão, a experimentação e a aplicação prática dos conceitos aprendidos.

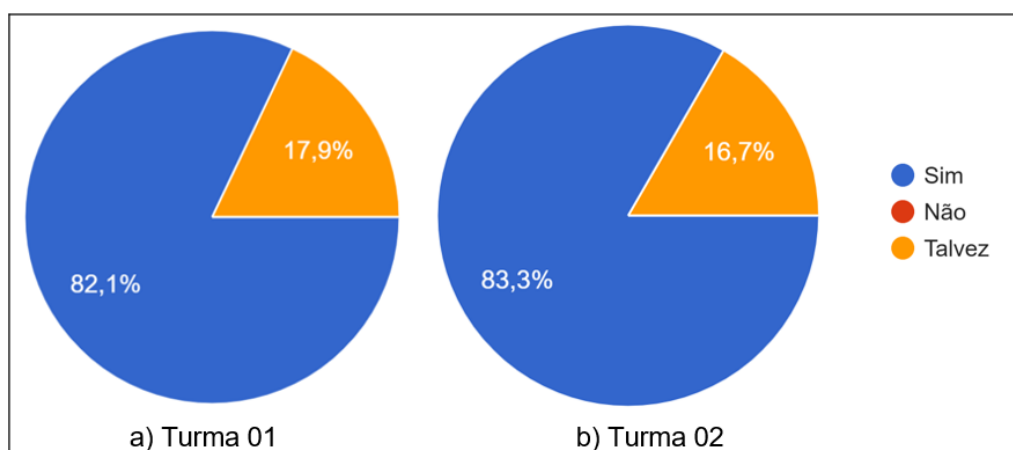
A sétima pergunta teve como objetivo verificar se as simulações virtuais contribuíram para tornar as aulas de Física mais interessantes e envolventes. Os resultados obtidos nos gráficos 22 (a e b) revelam um alto índice de aceitação desse recurso em ambas as turmas, com destaque para a percepção positiva dos alunos quanto ao uso de tecnologias interativas no processo de ensino aprendizagem.

Na Turma 01, 82,1% dos alunos afirmaram que as simulações tornaram as aulas mais interessantes e envolventes. Os demais 17,9% responderam “talvez”, sugerindo que, embora tenham percebido algum grau de atratividade, as simulações não foram, por si só, suficientes para tornar as aulas plenamente cativantes. Nenhum estudante

respondeu “não”, o que reforça a ideia de que, no mínimo, as simulações proporcionaram algum nível de engajamento entre os alunos.

De forma bastante semelhante, a Turma 02 apresentou resultados igualmente positivos: 83,3% dos alunos afirmaram que as simulações contribuíram para tornar as aulas mais atrativas, enquanto 16,7% optaram pela resposta “talvez”. Também nesta turma, não houve respostas indicando rejeição ao uso do recurso, o que aponta para uma unanimidade quanto à percepção de impacto positivo, ainda que em diferentes intensidades.

Gráfico 22 - As simulações virtuais ajudaram a tornar as aulas mais interessantes e envolventes?



Fonte: Gráfico do Autor.

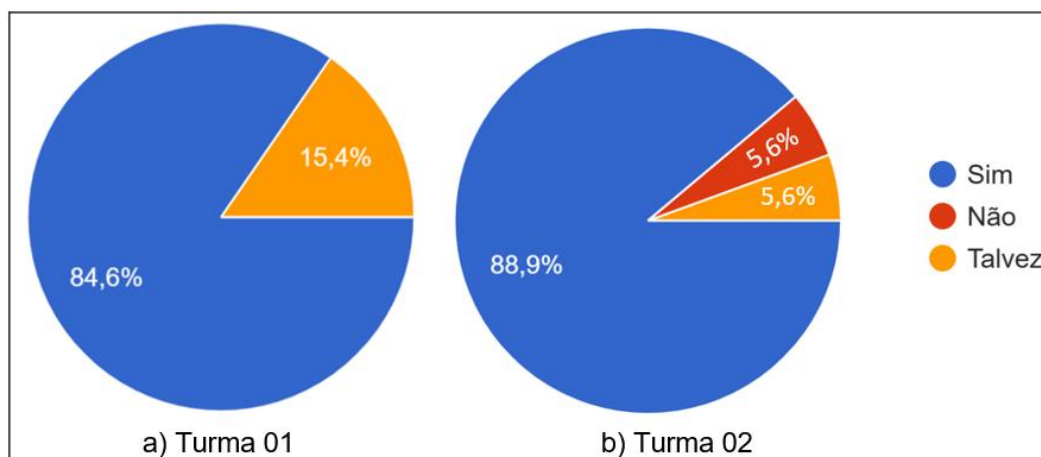
A análise entre os dois grupos revela uma convergência de opiniões quanto à utilidade das simulações virtuais na melhoria da dinâmica das aulas de Física. O alto índice de respostas afirmativas e a ausência de rejeição direta ao recurso confirmam seu valor como ferramenta didática capaz de promover maior interesse e participação dos estudantes. Os resultados do gráfico 22 demonstram, portanto, que as simulações virtuais são um recurso eficaz para tornar as aulas mais envolventes e atrativas, estimulando o interesse dos alunos e favorecendo uma aprendizagem mais significativa. Para potencializar ainda mais esse impacto, é recomendável que tais recursos sejam acompanhados de metodologias interativas, como discussões em grupo, resolução colaborativa de problemas e atividades práticas que aproximem o conteúdo da realidade dos estudantes.

A oitava pergunta da pesquisa, ilustrada no gráfico 23, investigou se os alunos acreditam que deveria haver um maior uso de simulações virtuais nas aulas de Física. A análise comparativa entre as respostas das Turmas 01 e 02 demonstra uma forte valorização desse recurso por parte dos estudantes, com altos índices de aprovação em ambas as turmas.

Na Turma 01, 84,6% dos alunos afirmaram que gostariam que mais simulações fossem utilizadas em sala de aula, indicando uma ampla aceitação e reconhecimento da utilidade desse tipo de recurso no ensino da disciplina. Outros 15,4% responderam "talvez", o que sugere que, para essa parcela, embora as simulações tenham valor, elas não são vistas como imprescindíveis, apontando para a importância de manter o equilíbrio com outras metodologias. Nenhum aluno respondeu "não", o que reforça a ausência de rejeição ao uso de simulações virtuais.

Na Turma 02, os dados revelam um apoio ainda mais expressivo: 88,9% dos alunos responderam "sim", enquanto apenas 5,6% indicaram "talvez" e 5,6% disseram "não". Apesar da pequena parcela de respostas negativas, a imensa maioria dos alunos demonstra interesse em ver esse tipo de recurso sendo ampliado nas aulas, o que corrobora a tendência observada na Turma 01.

Gráfico 23 - Deveria haver mais simulações virtuais nas aulas de Física?



Fonte: Gráfico do Autor.

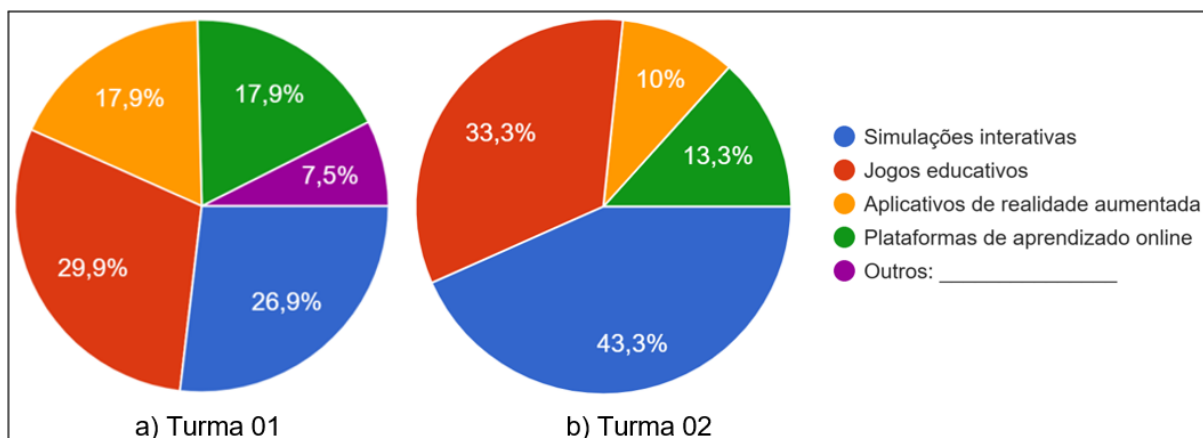
A análise entre os dois gráficos confirma que as simulações virtuais são amplamente valorizadas pelos alunos e percebidas como ferramentas eficazes para a aprendizagem da Física. A preferência pelo aumento de seu uso reflete o desejo

dos estudantes por aulas mais visuais, dinâmicas e interativas, que favoreçam a compreensão dos conteúdos e o engajamento com a disciplina. Diante desse cenário, recomenda-se que os professores considerem ampliar a utilização de simulações em seu planejamento didático, aliando esse recurso a práticas experimentais reais, metodologias ativas, resolução de problemas contextualizados e discussões em grupo. Essa combinação de estratégias pode tornar o processo de ensino aprendizagem mais significativo e enriquecedor, respondendo às expectativas dos alunos e promovendo um aprendizado mais envolvente.

A última pergunta do questionário teve como objetivo identificar quais recursos digitais os alunos acreditam que poderiam tornar as aulas de Física mais interativas, envolventes e eficazes. Os dados obtidos, ilustrados no gráfico 24, fornecem informações valiosas para a adaptação das metodologias de ensino, com foco no uso de tecnologias que estimulem o interesse e a compreensão dos conteúdos.

Na Turma 01, as ferramentas digitais mais indicadas pelos alunos foram os jogos educativos (29,9%) e as simulações interativas (26,9%), evidenciando uma preferência por abordagens lúdicas e visuais que favoreçam um aprendizado mais dinâmico. Aplicativos de realidade aumentada (17,9%) e plataformas de aprendizado online (17,9%) também foram mencionados por uma parcela significativa, sinalizando abertura a novas tecnologias que proporcionem experiências de aprendizagem mais imersivas e acessíveis. Por fim, 7,5% dos alunos optaram por “Outros”, o que pode incluir ferramentas como vídeos interativos, quizzes gamificados ou laboratórios virtuais mais complexos.

Gráfico 24 - Quais outras ferramentas digitais você gostaria que fossem usadas nas aulas de Física?



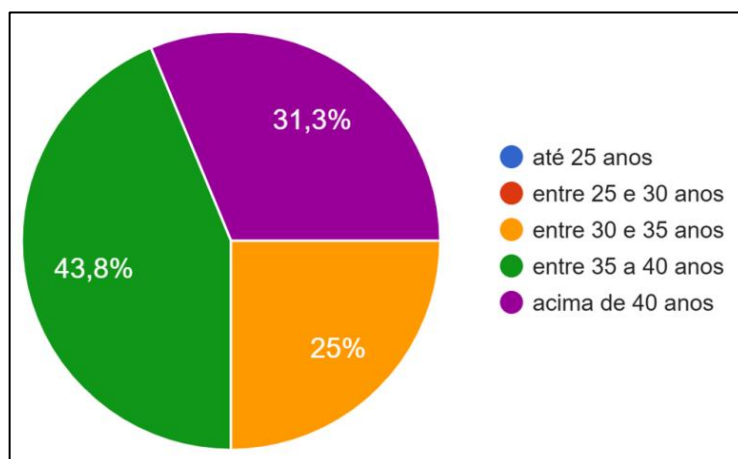
Fonte: Gráfico do Autor.

Na Turma 02, a preferência pelos recursos digitais foi ainda mais concentrada nas simulações interativas, apontadas por 43,3% dos estudantes como o recurso mais desejado. Em seguida, vêm os jogos educativos, com 33,3%, reforçando o interesse por estratégias baseadas em interatividade e ludicidade. Já os aplicativos de realidade aumentada (10%) e as plataformas de aprendizado online (13,3%) tiveram participação mais modesta em relação à Turma 01, o que pode indicar menor familiaridade ou menor interesse por parte desses alunos. Nenhum estudante da Turma 02 indicou a categoria “Outros”.

A análise entre os gráficos revela um consenso entre as duas turmas quanto ao valor das simulações interativas e dos jogos educativos como recursos mais promissores para tornar as aulas de Física mais atrativas e eficazes. A variação nas demais categorias aponta para a importância de considerar as especificidades de cada turma ao implementar novas tecnologias em sala de aula. Assim, os resultados do gráfico 24 indicam a necessidade de diversificar e modernizar os recursos pedagógicos utilizados, incorporando ferramentas digitais que favoreçam o protagonismo do aluno e a construção ativa do conhecimento. A adoção de simulações, jogos, realidade aumentada e plataformas digitais pode fortalecer o interesse dos estudantes e promover uma aprendizagem mais acessível, envolvente e significativa no ensino de Física.

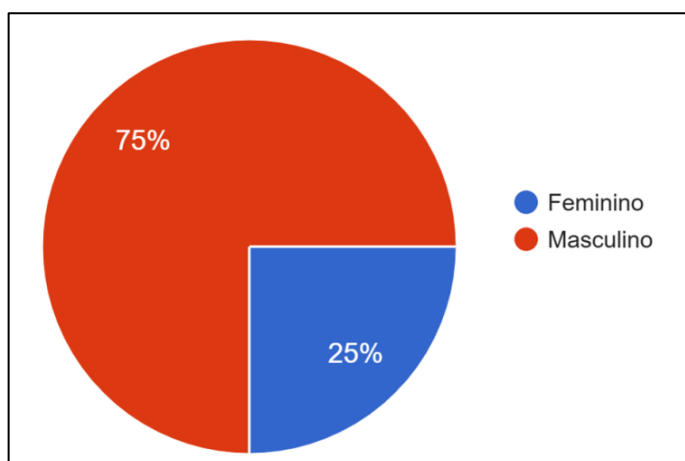
4.4 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

A primeira pergunta, buscou-se identificar a faixa etária dos professores que atuam no Ensino Médio. Os resultados do gráfico 25, mostram que não há professores com menos de 30 anos na amostra pesquisada. A maior parte dos docentes está na faixa etária de 35 a 40 anos (43,8%), seguida por aqueles acima de 40 anos (31,3%) e entre 30 e 35 anos (25%). Esses dados podem ser relevantes para a implementação de programas de formação continuada, especialmente no uso de tecnologias educacionais, garantindo que todos os professores, independentemente da idade, tenham suporte para incorporar novas ferramentas digitais no ensino da Física.

Gráfico 25 - Qual a sua idade?

Fonte: Gráfico do Autor

A segunda pergunta, os dados ilustrados no gráfico 26, indicam que a maioria dos professores de Física na amostra pesquisada é do sexo masculino (75%), enquanto as mulheres representam 25% do total. Esse resultado reflete uma tendência comum nas áreas de Ciências Exatas, onde historicamente há uma predominância masculina.

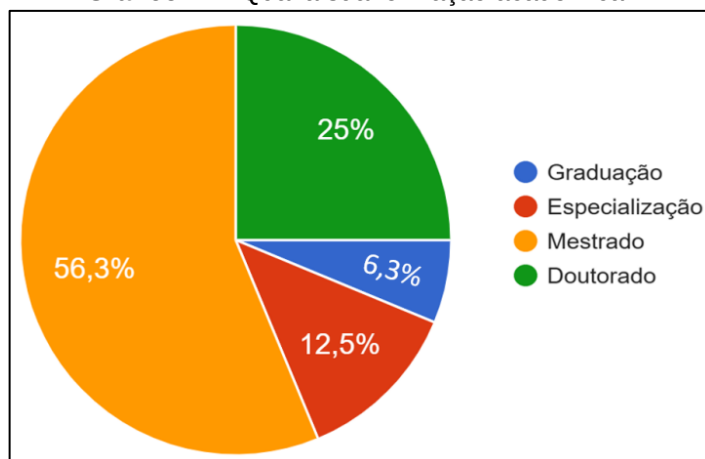
Gráfico 26 - Sexo.

Fonte: Gráfico do Autor.

No gráfico 27, apresenta-se os resultados da terceira pergunta, onde, buscou identificar o nível de instrução dos professores que atuam no Ensino Médio. A maioria dos professores (56,3%) possui mestrado, o que indica que a maior parte do corpo docente tem uma formação avançada. Além disso, 25% possuem doutorado, o que demonstra uma boa proporção de professores com alta qualificação acadêmica. A especialização está presente em 12,5% dos casos, sendo um nível de qualificação

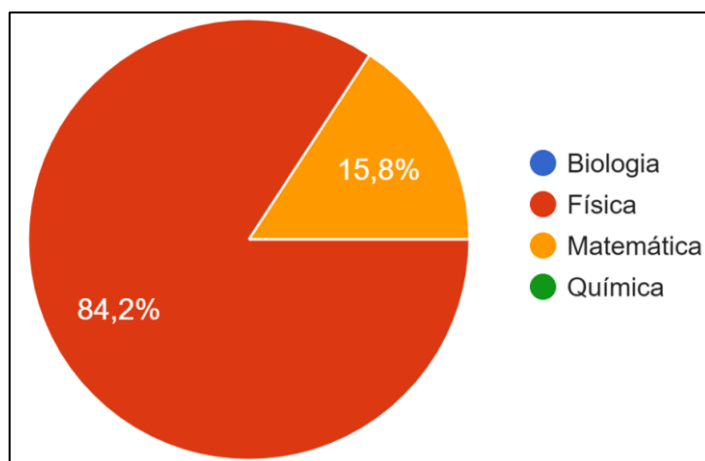
mais voltado para a atuação prática na área. Apenas 6,3% têm apenas graduação, o que sugere que, na amostra pesquisada, poucos professores possuem apenas o diploma de ensino superior sem aprofundamento em pós-graduação.

Gráfico 27 - Qual a sua formação acadêmica?



Fonte: Gráfico do Autor.

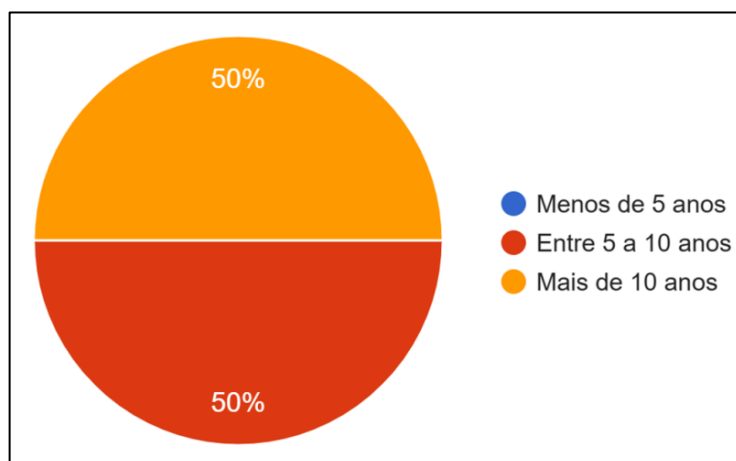
Nota-se que, pelo gráfico 28 elaborado a partir da quarta pergunta, a qual questionou a formação acadêmica dos professores. A grande maioria dos professores (84,2%) tem formação em Física. Uma pequena parcela (15,8%) tem formação em Matemática, o que é interessante, pois muitos professores de Física também possuem formação em Matemática, dada a estreita relação entre ambas as disciplinas, especialmente em conceitos como álgebra, cálculo e trigonometria. Não houve nenhum professor com formação em Biologia ou Química, o que reforça a especialização do corpo docente na área de Ciências Exatas, principalmente na Física e, em menor grau, na Matemática.

Gráfico 28 - Qual sua área de formação?

Fonte: Gráfico do Autor.

Os resultados do gráfico 28 indicam que o corpo docente está amplamente especializado na área de Física, o que é positivo para o ensino dessa disciplina. Contudo, existe uma pequena parcela com uma formação em Matemática, o que ao certo deveriam ser professores formado especificamente na área em que atua, pois isso garante que tenham o conhecimento técnico e pedagógico necessário para ensinar os conteúdos de forma correta, clara e eficiente.

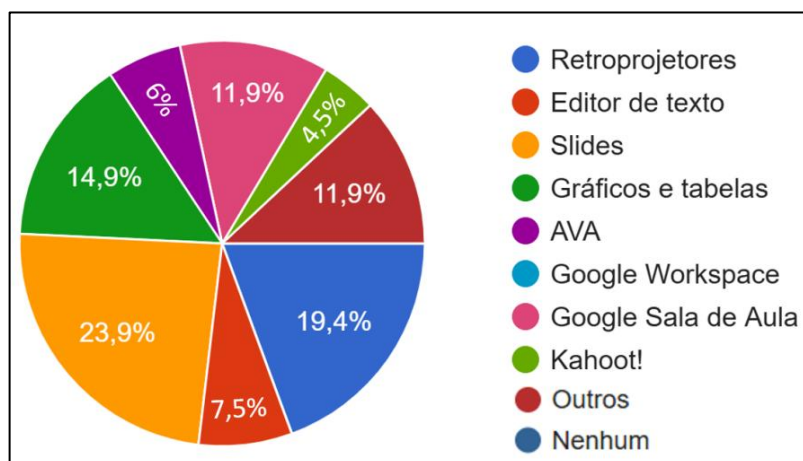
Em seguida, questionou-se sobre o tempo em que lecionavam. Os dados indicam que todos os professores pesquisados possuem pelo menos 5 anos de experiência docente, sendo que metade (50%) está na faixa de 5 a 10 anos de atuação, enquanto a outra metade (50%) tem mais de 10 anos de experiência. A ausência de professores com menos de 5 anos de atuação pode sugerir que a escola ou instituição conta com um quadro docente mais experiente e consolidado, sem a presença de profissionais recém-ingressos na carreira.

Gráfico 29 - Há quanto tempo leciona?

Fonte: Gráfico do Autor.

A experiência dos professores pode ser um fator positivo, pois indica que eles já têm vivência em sala de aula, domínio das metodologias de ensino e adaptação às necessidades dos alunos. No entanto, a falta de professores com menos de 5 anos pode indicar pouca renovação no corpo docente, o que pode impactar a incorporação de novas abordagens pedagógicas e tecnológicas. Esse resultado pode ser útil para a gestão escolar na formulação de programas de formação continuada, garantindo que os professores se mantenham atualizados com novas metodologias e inovações educacionais.

Para a sexta pergunta, onde os resultados estão no gráfico 30, indagou-se sobre quais ferramentas digitais o professor utiliza em suas aulas. A ferramenta digital mais utilizada pelos professores é o uso de slides (23,9%), seguido dos retroprojetores (19,4%), o que indica um forte uso de recursos visuais para a apresentação do conteúdo. O uso de gráficos e tabelas (14,9%) também mostra que muitos professores recorrem a representações visuais para ajudar na compreensão dos conceitos. O Google Sala de Aula (11,9%) aparece como uma opção relevante, embora não seja tão amplamente utilizado, e o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) (6%) também tem alguma presença, mas em menor escala. O Google Workspace (0%) não é utilizado, o que pode indicar desconhecimento da ferramenta ou falta de estrutura para sua implementação.

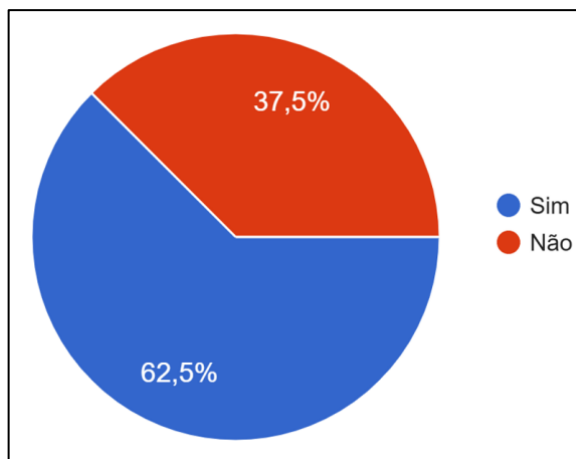
Gráfico 30 - Qual ou quais ferramentas digitais utiliza na educação?

Fonte: Gráfico do Autor.

Ainda sobre as informações do gráfico 30, as ferramentas mais interativas, como o Kahoot! (4,5%), ainda têm baixa adesão, o que pode significar que os professores não utilizam frequentemente métodos gamificados ou plataformas que incentivam maior engajamento dos alunos. Nota-se que, os dados sugerem que os professores ainda utilizam, em sua maioria, recursos tradicionais de ensino digital, como *slides* e retroprojetores, enquanto ferramentas interativas e plataformas digitais mais avançadas têm menor uso.

Na sétima pergunta, questionou se as escolas onde os professores trabalham possuía laboratório de Física com os resultados demonstrado no gráfico 31. Notou-se que, a maioria dos professores (62,5%) afirmou que a escola onde trabalham possui laboratório de Física, o que é um dado positivo, pois indica que há infraestrutura para a realização de experimentos práticos na disciplina. No entanto, mais de um terço, uma parcela significativa (37,5%) relatou que não há um laboratório de Física disponível, o que pode indicar uma limitação na oferta de aulas práticas para esses professores e seus alunos. Isso pode impactar a qualidade do ensino, já que a experimentação é essencial para a compreensão dos conceitos físicos.

Gráfico 31 - A escola em que trabalha possui laboratório de Física?

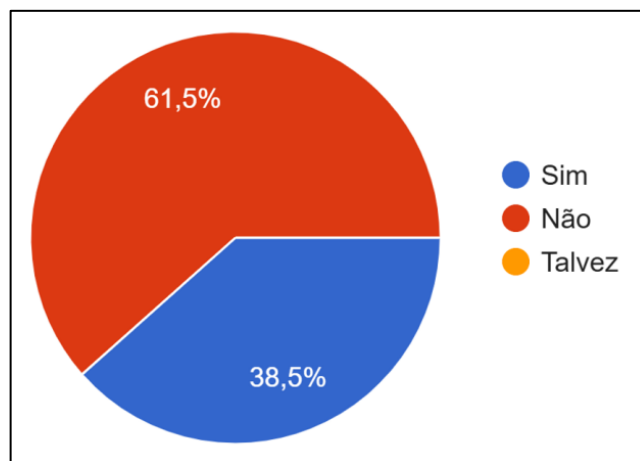


Fonte: Gráfico do Autor.

No contexto do gráfico 31, as simulações virtuais podem desempenhar um papel crucial, servindo como uma alternativa eficaz para garantir que todos os alunos tenham acesso à experimentação e à visualização de conceitos físicos, mesmo na ausência de laboratórios físicos.

Em seguida, oitava questão, questionou sobre as escolas que possuem laboratório, se eles contemplam os diversos experimentos da Física. Percebe-se que, nos dados ilustrado no gráfico 32, embora 62,5% dos professores tenham indicado que suas escolas possuem laboratório de Física (gráfico 31), a pesquisa revelou que a maioria (61,5%) desses laboratórios não possui estrutura adequada para atender aos experimentos necessários no Ensino Básico. Apenas 38,5% afirmaram que os laboratórios são bem equipados. Isso indica que, mesmo onde há laboratórios, muitos deles podem não contar com equipamentos suficientes, materiais adequados ou manutenção necessária para proporcionar uma experiência prática completa aos alunos. A falta de estrutura pode limitar a realização de experimentos essenciais para a compreensão dos conceitos físicos, impactando negativamente a qualidade do ensino.

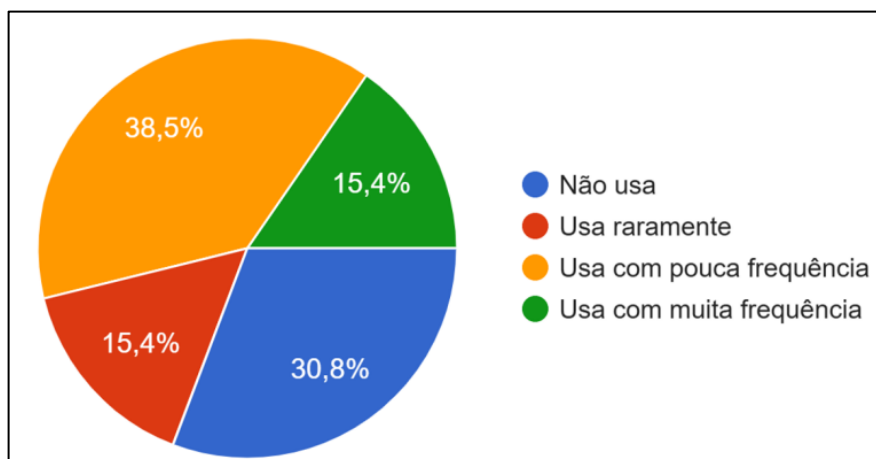
Gráfico 32 - Se a escola possui laboratório de Física, a estrutura dele contempla os diversos experimentos da Física no Ensino Básico?



Fonte: Gráfico do Autor.

O gráfico 33 ilustra os dados da nona questão, onde questionou-se a frequência com qual o professor utiliza o laboratório de Física em suas aulas. Os resultados indicam que a maioria dos professores faz pouco ou nenhum uso do laboratório de Física em suas aulas. Somando os que não usam (30,8%) com os que usam raramente (15,4%), percebe-se que quase metade (46,2%) dos professores praticamente não utiliza o laboratório. Além disso, 38,5% usam com pouca frequência, o que reforça a baixa adesão às práticas laboratoriais. Apenas 15,4% utilizam o laboratório com muita frequência, mostrando que o uso contínuo desse recurso é raro.

Gráfico 33 - Com qual frequência você utiliza o laboratório em suas aulas?

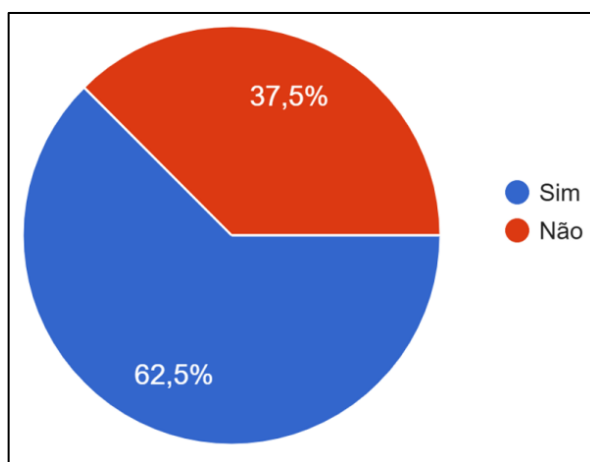


Fonte: Gráfico do Autor.

Diante dos dados do gráfico 33 que indicam a baixa utilização dos laboratórios físicos pelos professores, as simulações virtuais surgem como uma alternativa viável para suprir essa lacuna no ensino experimental da Física. Essas ferramentas podem desempenhar um papel fundamental ao proporcionar experiências interativas e acessíveis, mesmo em escolas que não possuem laboratórios bem equipados ou que enfrentam dificuldades logísticas para a realização de experimentos práticos.

Os resultados da décima questão, representado no gráfico 34, perguntou se a escola em que o professor trabalha possuía laboratório de informática. Os dados mostram que a maioria dos professores (62,5%) tem acesso a laboratórios de informática em suas escolas, o que é um dado positivo, pois indica que, em muitas instituições, há infraestrutura tecnológica disponível para apoiar o ensino. Esse recurso pode ser utilizado para diversas atividades pedagógicas como o uso de ferramentas digitais como simulações virtuais. No entanto, 37,5% dos professores indicaram que suas escolas não possuem laboratório de informática, o que pode representar uma limitação significativa no acesso a recursos digitais que complementam e potencializam o aprendizado, especialmente nas disciplinas como Física, onde o uso de simulações virtuais pode ser fundamental para a compreensão de conceitos complexos.

Gráfico 34 - A escola em que trabalha possui laboratório de informática?

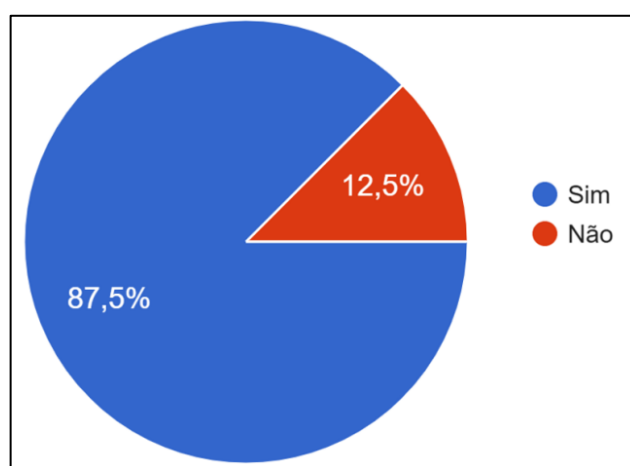


Fonte: Gráfico do Autor.

Na décima primeira questão, a qual indagou se os professores conheciam alguma plataforma digital com laboratório virtual para o ensino de Física. Conforme os dados

do gráfico 35, a grande maioria dos professores (87,5%) afirmou conhecer a existência de plataformas digitais com laboratório virtual para o ensino da Física, o que indica que a maior parte dos docentes está ciente das possibilidades oferecidas por essas ferramentas tecnológicas. Isso é positivo, pois demonstra que muitos professores reconhecem o potencial dos laboratórios virtuais para complementar o ensino da Física, permitindo que os alunos visualizem conceitos teóricos e experimentos de maneira interativa, mesmo na ausência de um laboratório físico adequado.

Gráfico 35 - Conhece a existência de plataformas digitais com laboratório virtual para o ensino da Física?



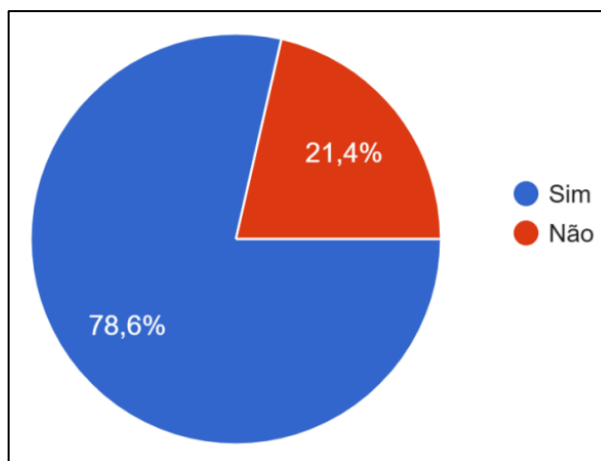
Fonte: Gráfico do Autor.

No entanto, ainda sobre os dados do gráfico 35, 12,5% dos professores responderam que não conhecem essas plataformas digitais, o que pode sugerir que uma parte do corpo docente ainda não tem acesso a informações sobre essas ferramentas ou não as utiliza em suas práticas pedagógicas. Isso pode ser um reflexo de falta de capacitação ou de recursos, o que limita a implementação dessas tecnologias em sala de aula.

Na décima segunda pergunta do questionário aplicado aos professores, procurou informação sobre o uso de algum laboratório virtual nas aulas de Física. Os dados ilustrados no gráfico 36 mostra que, a maioria dos professores (78,6%) afirmou utilizar laboratórios virtuais como ferramenta facilitadora nas aulas de Física, o que é um dado muito positivo, indicando que a grande parte do corpo docente está incorporando tecnologias digitais para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, 21,4% dos professores indicaram que não utilizam laboratórios virtuais em suas aulas

de Física. Essa proporção pode sugerir uma barreira para a adoção de ferramentas tecnológicas em algumas escolas ou entre alguns docentes. Essa dificuldade pode estar relacionada a fatores como falta de capacitação, restrições de infraestrutura ou falta de tempo para integrar novas tecnologias ao currículo.

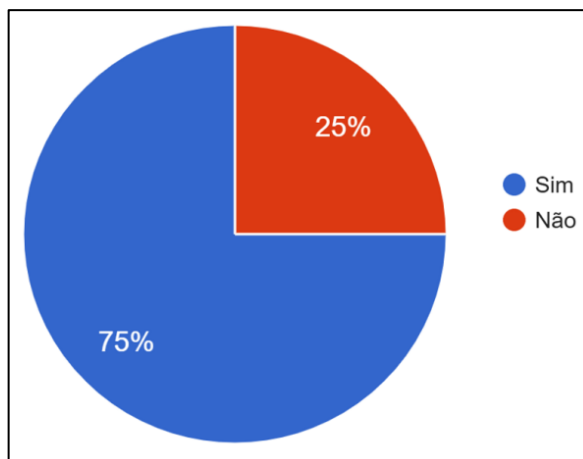
Gráfico 36 - Utiliza algum laboratório virtual como ferramenta facilitadora nas aulas de Física?



Fonte: Gráfico do Autor.

Na décima terceira pergunta do questionário, indagou-se sobre o conhecimento de algum canal oficial que seja na área da Física, seja em redes sociais ou em plataformas digitais, que realizam simulações por meio de animações, ilustrações por meio de vídeos. Os dados dessa pergunta estão ilustrados no gráfico 37, onde a maioria dos professores (75%) afirmou conhecer a existência de canais oficiais na área da Física, como redes sociais ou plataformas digitais, que simulam conceitos de Física por meio de animações, ilustrações e simulações em vídeos. Este é um dado positivo, pois indica que muitos professores têm acesso a fontes externas que podem enriquecer o ensino de Física, proporcionando aos alunos uma forma mais dinâmica e visual de aprender conceitos que podem ser abstratos ou difíceis de compreender.

Gráfico 37 - Conhece a existência de algum canal oficial na área da Física, sejam redes sociais ou plataformas digitais, simulando conceitos da Física por meio de animações/ilustrações/simulações em vídeos?

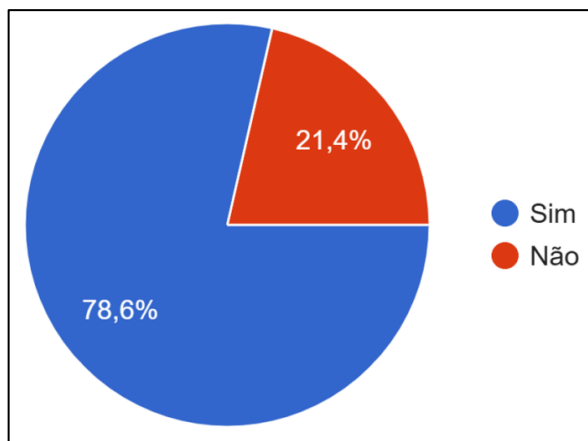


Fonte: Gráfico do Autor.

Por outro lado, ainda analisando os resultados do gráfico 37, notou-se que 25% dos professores não conhecem esses canais, o que sugere que uma parcela significativa do corpo docente ainda não está familiarizada com essas ferramentas digitais. Esse desconhecimento pode ser atribuído à falta de acesso ou ao não acompanhamento de novas tendências educacionais, o que pode limitar a utilização dessas fontes complementares no processo de ensino.

Os dados da décima quarta questão do questionário descrita no gráfico 38, verificou se os professores utilizam simulações por vídeos em suas aulas. Notou-se que, a maioria dos professores (78,6%) afirmou que utiliza vídeos para ilustrar conceitos de Física em suas aulas, o que é um dado extremamente positivo. O uso de vídeos educativos, especialmente aqueles que apresentam animações, simulações ou exemplos práticos, pode ser muito eficaz no ensino de Física. Isso porque, muitos conceitos de Física podem ser abstratos e difíceis de visualizar apenas por explicações teóricas, e os vídeos oferecem uma forma de visualização clara desses fenômenos. Além disso, os vídeos podem tornar as aulas mais dinâmicas, interativas ocorrendo o engajamento dos alunos.

Gráfico 38 - Utiliza vídeos para ilustrar conceitos da Física em suas aulas?

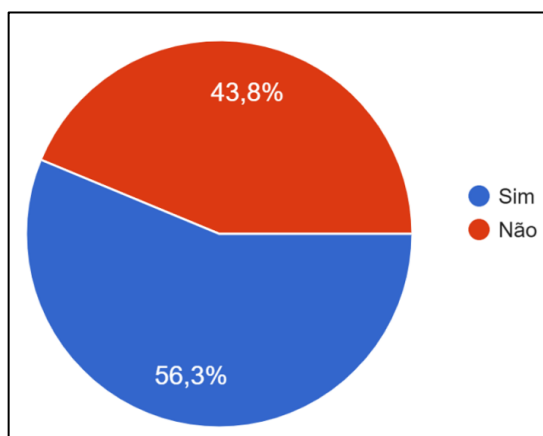


Fonte: Gráfico do Autor.

No entanto, 21,4% dos professores informaram que não utilizam vídeos para ilustrar conceitos de Física, como ilustra o gráfico 38. Esse percentual pode indicar que alguns docentes ainda não incorporaram essa estratégia em sua prática pedagógica. Essa situação pode ser uma oportunidade para treinamentos e conscientização sobre os benefícios do uso de vídeos como recurso didático.

Na última pergunta, questionou-se sobre os professores serem capacitados durante a sua formação acadêmica. Os dados no gráfico 39, mostra que 56,3% dos professores afirmaram ter recebido capacitação para o uso de Tecnologias Digitais como ferramenta pedagógica no ensino de Física. Esse dado é positivo, pois indica que mais da metade dos professores já está familiarizada com o uso de tecnologias no ambiente educacional.

Gráfico 39 - Em sua formação acadêmica recebeu alguma capacitação para o uso das Tecnologias Digitais como ferramenta no auxílio nas aulas de Física?



Fonte: Gráfico do Autor.

Por outro lado, 43,8% dos professores relataram que não receberam capacitação formal em Tecnologias Digitais durante sua formação acadêmica. Esse número é expressivo e indica que quase metade dos docentes não possui o conhecimento formal ou especializado para integrar ferramentas digitais de forma eficaz em suas aulas. Isso pode refletir a falta de treinamentos adequados em cursos de graduação ou especialização, o que pode representar um obstáculo para o uso de tecnologias no ensino.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de pesquisa alcançou plenamente seus objetivos, demonstrando que as simulações virtuais desempenham um papel crucial na motivação e no despertar da curiosidade dos alunos em relação à disciplina de Física. Ao utilizar as simulações virtuais por meio dos laboratórios virtuais e por vídeos, foi possível promover uma aproximação mais dinâmica e envolvente com os conceitos físicos.

A pesquisa indicou que a maioria dos alunos se sentiu mais interessada e motivada pelas aulas de Física quando elas incorporaram simulações virtuais, evidenciando que essas ferramentas conseguem transformar o ensino tradicional em uma experiência mais prática, visual e empolgante. As simulações ajudaram os alunos a visualizar fenômenos físicos que seriam difíceis de compreender apenas por meio de explicações teóricas, o que gerou um aumento significativo na curiosidade dos estudantes em explorar mais sobre a disciplina.

Além disso, o uso das simulações interativas permitiu que os alunos experimentassem e praticassem conceitos como as Leis de Newton, o movimento planetário e os efeitos da gravitação universal, criando um ambiente de aprendizagem mais imersivo e acessível. Como resultado, as simulações não só facilitaram o entendimento dos conceitos, mas também despertaram o interesse dos alunos pela Física de maneira inovadora, mostrando que a nova geração se beneficia enormemente do uso de tecnologias digitais no processo educacional.

Portanto, ficou claro que as simulações virtuais não apenas auxiliam no ensino de Física, mas também motivam e despertam a curiosidade dos alunos, transformando a disciplina em uma experiência mais interativa e interessante, alinhada com as necessidades educacionais da atualidade.

REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: _____ (org.). Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 5 Ed. Joenville: Univille, 2009.
- APPOLINÁRIO, F. Dicionário de Metodologia Científica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 295p. BORBA, Francisco da Silva. (Org.). Dicionário UNESP de Português Contemporâneo. São Paulo: Editora Unesp, 2004. 1.470p.
- ASSIS, M. C. de. Metodologia do Trabalho Científico. Faculdade do Sertão (UESSBA) – Pedagogia. 2013. Disponível em <https://www.docsity.com/pt/pormaria-cristina-de-assismetodologia-do-trabalhocientifico/4863932/>
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf
- BARROS, A. F. O USO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZADO. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXIX, Nº. 000156, 07/02/2019.
- Barroso, F., & Antunes, M. (2020). Tecnologia na educação: ferramentas digitais facilitadoras da prática docente. Pesquisa E Debate Em Educação, 5(1), 124–131.
- BALLESTER, Margarita. et al. Avaliação como apoio à aprendizagem. Tradução Valério Campos. Porto Alegre, RS: Artmed, 2003.
- BODART, Cristiano das Neves. Avaliação escolar: o que é e quais os tipos? Blog Café com Sociologia. jan. 2023.
- BRAGA, A. de S. O USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS COMO RECURSO DIDÁTICO NAS AULAS DE FÍSICA: ANTES OU DEPOIS?. Orientador: Prof. Dr. Gustavo Isaac Killner. 2016. 231f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP.
- BRAGA, Marcel Bruno Pereira. Manual da Teoria Clássica dos Testes Aplicada a Testes Conceituais de Múltipla Escolha. Grupo de Estudos e Pesquisa Observatório de Dificuldades na Aprendizagem Científica e Tecnológica – ODACT. Manuscrito não

publicado, apresentado em oficina, [local], [ano]. <Link: xxxxx, acessado em xx.xx.xxxx, as xx:xx:xx>.

CARVALHO, L. O. R. DUARTE, F. R. MENEZES, A. H. N. SOUZA, T. E. S. Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância/[et al.]. – Petrolina-PE, 2019. 83 p.: 20 cm. 1 Livro digital.

COIMBRA, C. L. Aula expositiva dialogada em uma perspectiva freireana. In: LEAL, EDVALDO ARAÚJO; MIRANDA, GILBERTO JOSÉ; NOVA, SILVIA PEREIRA DE CASTRO CASA. (Orgs). Revolucionando a sala de aula: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem. 1. ed. [2. reimpr.]. - São Paulo, Atlas, 2018.

COSTA, R. P. da. O uso das tecnologias digitais na prática pedagógica: uma revisão de literatura. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 521–532, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i7.10595. Disponível em: <https://periodicoreas e .pro .br/rease/article/view/10595>. Acesso em: 29 jul. 2024.

Eilers, A. C. Hogg, D W. R. H. W. Ness, M. K. no artigo The Circular Velocity Curve of the Milky Way from 5 to 25 kpc, Astrophysical Journal, Volume 871, Issue 1, article id. 120, 8 pp. 2019.

FERREIRA, R. C. UMA ANÁLISE DA SIMULAÇÃO PhET COLORADO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA: um estudo de caso comparativo com a realidade. Orientador: Augusto César Lima Moreira. 2023. 76f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social 6. ed. São Paulo:Atlas, 2008.

GÜNTHER, H. (2003). Como elaborar um questionário (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental. Disponível em: https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/lapsam/Texto_11_-_Como_elaborar_um_questionario.pdf, Acesso em: 17 Nov. 2024.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos da Física. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1015 vol 4; 2010.

HAYDT, R. C. Avaliação no processo ensino-aprendizagem. Editora Ática, 1985.

LABOR, O. P. ; OLIVEIRA, E. A. G. Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET. Volume 6 | Pág. 515 a 522. 2022.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez, 1992. 264p. (Coleção Magistério. 2º grau. Série Formação do Professor.)

LIMA, J. S. P. SOUZA, A. da C. REIS, A dos. OLIVEIRA, I. V. da C. ROSÁRIO, M. S. do. ANDRADE, H. S. A educação digital em sala de aula: O impacto no aprendizado dos educandos em um contexto de desigualdades educacionais. Revista Aproximação — Volume 04. Número 09. — Jul-Dez 2022 ISSN: 2675-228X — Guarapuava - Paraná - BRASIL. Jan, 2023.

MAIA, L. S. P., CIPRIANO, J. F., & SILVA, F. R. O. da. (2021). Estudo de caso sobre o uso do laboratório de física e sua importância no aprendizado significativo na escola de ensino médio Adauto Bezerra/ Case study on the use of physics laboratory and its importance in significant learning at Adauto Bezerra high school. Brazilian Journal of Development, 7(4), 34709–34720.

MACHADO, Maria Auxiliadora C. Araújo. Diagnóstico para superar o tabu da avaliação nas escolas. AMAE Educando, n. 255, 1995.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MEDEIROS, E. M. de. Ensino de física contemporânea: A história da nanotecnologia utilizando o método peer instruction. Orientador: Prof.Dr. Minos Martins Adão Neto, 2023. Dissertação (Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo IV, Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

MONTESUMA, S. OLIVEIRA, M. O uso de experimentos científicos nas atividades práticas como metodologia ativa no ensino de física. In: Lima, Elton Carvalho de. (Org). Formando professores pela universidade aberta do Brasil: realidades e aplicações do curso em licenciatura em Física. Palmas, TO: EDUFT, p. 84-90. 2020.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MORETTO, I. M., DAMETTO. Desafios educacionais da era digital: adversidades e possibilidades do uso da tecnologia na prática docente. Perspectiva, Erechim. v. 42, n.160, p. 77-87, dezembro/2018.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. Comunicação e educação. São Paulo, v.1, n.2, p. 27-35, Jan./abr. 1995.

NEVES, CARMEN MOREIRA DE CASTRO. Educar com TICs: o caminho entre a excepcionalidade e a invisibilidade. Boletim Técnico do Senac, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 16–27, 2009. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/234>. Acesso em: 29 jul. 2024.

NUSSENZVEIG, H. M. Urso de Física básica - vol. 1 - 4ª edição - São Paulo: Editora Blucher, 2002.

OLIVEIRA, F. R. DE. DE OLIVEIRA, D. H. I. FERNANDES, A. H. Metodologias ativas: repensando a prática docente no contexto educacional do século xxi. Revista Aproximação - Volume 03. Número 06. - Jan-Jun 2021, ISSN: 2675-228X - Guarapuava - Paraná - Brasil. 2021

PEREIRA, A. S. SHITSUKA, D. M. PARREIRA, F. J. SHITSUKA, R. Metodologia da pesquisa científica. – 1. ed. – Santa Maria, RS : UFSM, NTE, 2018.

PERRENOUD, Phillipe. Avaliação - Da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas. Porto Alegre. Artes Médicas., 2008.

PINTO, J. A.; PEDROSO, L. S. (org.). Práticas experimentais para o ensino de ciência: construindo alternativas adequadas à realidade educacional brasileira [recurso eletrônico]. 1. ed. Curitiba-PR: Editora Bagai, 2021. E-book.

RAMALHO JUNIOR, FERRARO, N. G. SOARES, P. A. de T. Os Fundamentos da Física, — 11 ed. — São Paulo : Moderna Plus, 2015.

RODRIGUES, M. L.; LIMENA, M. M. C. (Orgs.). Metodologias multidimensionais em Ciências Humanas. Brasília: Líber Livros Editora, 2006. 175p.

RODRIGUES, Carlos Victor Santos; DUARTE, Talita Aparecida da Costa; GONÇALVES, Adelane Santana. A avaliação escolar e suas influências no processo de ensino-aprendizagem. In: SOUZA, Abineyse San Martins de; GONÇALVES, Adelane Santana; MACHADO, Ana Paula Luiz Nascimento; et al. (Orgs.). O processo de avaliação para aprendizagem. [S.l.]: Editora Ópera, 2024. Cap. 3.

SANTOS, José Nazereno dos; TAVARES, Romero. A animação interativa como organizador prévio. Anais do XV SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba, 21-26 mar. 2003.

SILVA, Elias do Nascimento. SANTOS, Roberta Pegorari Bonfim dos. ROSA, Flavia Moraes. BONFIM, Lilian Meire Leite Vieira. POLITOWSKI, Nágila. OLIVEIRA, Adriele

Alves EDUCAÇÃO DIGITAL: UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA A PARTIR DO USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS INSERIDAS NAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS.

SYMON, Keith R. Mechanics. 3. ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1971.

Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVII, Nº. 000112, 19/09/2017. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/educacao-digital-uma-analise-bibliografica-partir-do-uso-das-tecnologias-digitais-inseridas>, Acesso em: 29/07/2024.

YAMAMOTO, K. FUKUE, L. F. Física para o ensino médio, vol. 1 : mecânica -- 4. ed. - São Paulo : Saraiva, 2016.

APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS

LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Aluno: _____

Série: _____ **Turma:** _____ **Nº** _____

- 1. O que é necessário para que um corpo altere seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso?**
 - a) A presença de atrito.
 - b) Uma aceleração constante.
 - c) A ação de uma força externa.
 - d) Um aumento de massa.
 - e) A ausência de resistência do ar.

- 2. De acordo com a Primeira Lei de Newton, qual condição é necessária para que um corpo esteja em equilíbrio dinâmico?**
 - a) A presença de aceleração.
 - b) A força resultante ser igual a zero.
 - c) A existência de forças contrárias desiguais.
 - d) A ausência de massa.
 - e) Um sistema isolado sem gravidade.

- 3. A Segunda Lei de Newton estabelece que a força resultante que atua sobre um corpo é:**
 - a) Sempre constante, independentemente da aceleração.
 - b) Inversamente proporcional à sua massa.
 - c) Diretamente proporcional à aceleração e na mesma direção desta.
 - d) Responsável pela conservação da energia mecânica.
 - e) O produto da velocidade pelo tempo.

- 4. Qual das situações abaixo exemplifica corretamente a Terceira Lei de Newton?**
 - a) Um objeto deslizando sem atrito.
 - b) Um carro freando em uma ladeira.
 - c) Uma pessoa empurrando uma parede com uma força $\vec{F}$, a parede exerce uma força de mesma intensidade e direção oposta sobre a mão.
 - d) Um corpo girando ao redor de outro.
 - e) A gravidade agindo sobre a lua.

5. De acordo com a Segunda Lei de Newton, o que ocorre durante uma partida de cabo de guerra para que uma equipe vença?

- a) As duas forças se anulam.
- b) A equipe vencedora aplica uma força resultante maior, na direção do movimento.
- c) A força de atrito é eliminada.
- d) A aceleração das equipes é igual.
- e) A massa dos participantes é irrelevante.

6. O que a Segunda Lei de Kepler revela sobre o movimento dos planetas em suas órbitas ao redor do Sol?

- a) Os planetas descrevem órbitas circulares com velocidade constante.
- b) O Sol está sempre no centro exato da órbita dos planetas.
- c) Um planeta varre áreas iguais em tempos iguais, mesmo com variação de velocidade.
- d) A distância entre o planeta e o Sol permanece constante durante toda a órbita.
- e) Os planetas se movem mais lentamente ao se aproximarem do Sol.

7. O que caracteriza o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico?

- a) O Sol orbita a Terra em movimentos circulares.
- b) A Lua é o centro do sistema solar.
- c) A Terra é fixa e todos os astros giram ao seu redor.
- d) O Sol está no centro do sistema solar e os planetas giram ao seu redor.
- e) O universo é composto apenas por estrelas fixas em uma esfera celeste.

8. De acordo com a Primeira Lei de Kepler, como é a órbita dos planetas ao redor do Sol?

- a) Circular, com velocidade constante.
- b) Elíptica, com o Sol em um dos focos da elipse.
- c) Irregular, sem forma definida.
- d) Espiral, em direção ao Sol.
- e) Circular, com o Sol no centro exato da órbita.

9. O que afirma a Terceira Lei de Kepler sobre o movimento dos planetas?

- a) A órbita dos planetas é sempre circular.
- b) Os planetas mais distantes giram mais rapidamente ao redor do Sol.
- c) A velocidade orbital dos planetas é constante.
- d) O quadrado do período orbital é proporcional ao cubo da distância média ao Sol.
- e) Todos os planetas têm o mesmo tempo de revolução.

10. Qual é a principal afirmação da Lei da Gravitação Universal de Newton?

- a) A Terra atrai todos os corpos apenas por estar no centro do universo.
- b) A força gravitacional é a mesma para todos os corpos, independentemente de sua massa.
- c) Dois corpos com massa se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.
- d) A gravidade atua apenas em corpos celestes e não em objetos terrestres.
- e) A força gravitacional depende apenas da distância entre os corpos.

APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA

Aluno: _____

Série: _____ Turma: _____ Nº _____

1. Você gosta da disciplina de Física?

☐ Sim ☐ Não

2. Se não, qual o motivo? Pode marcar mais de uma opção.

☐ Difícil de entender os conceitos

☐ Não consegue associar os conceitos as necessidades dos cálculos

☐ Cálculos muito difíceis

☐ As aulas não me motivam

☐ As aulas não despertam minha curiosidade

3. Qual ou quais ferramentas digitais seu professor utiliza nas aulas de Física? Pode marcar mais de uma opção.

☐ Retroprojetores

☐ Editor de texto

☐ Slides

☐ Gráficos e tabelas

☐ AVA

☐ Google Workspace

☐ Google Sala de Aula

☐ Kahoot!

☐ Nenhum

4. A escola oferece aulas práticas de Física?

☐ A escola não possui laboratório

☐ Não usa

☐ Usa raramente

☐ Usa com pouca frequência

☐ Usa com muita frequência

5. O professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para os alunos visualizarem os conceitos enquanto está ocorrendo a explicação?

☐ Sim ☐ Não

APÊNDICE C - AVALIAÇÃO FORMATIVA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO FORMATIVA

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA

Aluno: _____
Série: _____ Turma: _____ Nº _____

1. Como você avalia as simulações virtuais apresentada nos vídeos para o seu entendimento dos conceitos da Gravitação Universal?

() Muito útil () Útil () Pouco útil () Inútil

2. As simulações virtuais por meio de vídeos que você assistiu nas aulas de Física, despertaram sua curiosidade sobre o assunto visto?

() Sim () Não

3. As simulações virtuais por meio de vídeos assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?

() Sim () Não () Talvez

4. As simulações do Laboratório Virtual de Física ajudaram você a entender melhor os conceitos teóricos das leis de Newton?

() Sim () Não () Talvez

5. As simulações virtuais por meio do Laboratório Virtual assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?

() Sim () Não () Talvez

6. Qual a eficácia quanto ao uso das simulações virtuais no Laboratório Virtual de Física como ferramenta para explicação dos conceitos da Física?

() Muito eficaz () Eficaz () Pouco eficaz () Ineficaz

7. As simulações virtuais ajudaram a tornar as aulas mais interessantes e envolventes?

() Sim () Não () Talvez

8. Deveria haver mais simulações virtuais nas aulas de Física?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

9. Quais outras ferramentas digitais você gostaria que fossem usadas nas aulas de Física?

- ☐ Simulações interativas
- ☐ Jogos educativos
- ☐ Aplicativos de realidade aumentada
- ☐ Plataformas de aprendizado online
- ☐ Outros: _____

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

QUESTIONÁRIO PROFESSORES

Pesquisador: João Carlos Pereira Coêlho

Matrícula: 2022100614

Orientador: Prof. Dr. Octávio Daniel Rodrigues Salmon

Telefone WhatsApp: (92) 99317-3031

Nome: _____

1. Sua idade:

- ☐ até 25 anos
- ☐ entre 25 e 30 anos
- ☐ entre 30 e 35 anos
- ☐ entre 35 a 40 anos
- ☐ acima de 40 anos

Sexo:

- ☐ Feminino ☐ Masculino

2. Qual a sua formação acadêmica?

- ☐ Graduação
- ☐ Especialização
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado

3. Qual sua área de formação?

- ☐ Biologia
- ☐ Física
- ☐ Matemática
- ☐ Química

4. Há quanto tempo você leciona?

- ☐ Menos de 5 ano
- ☐ Entre 5 a 10 anos
- ☐ Mais de 10 anos

5. Qual ou quais ferramentas digitais utiliza na educação?

- ☐ Retroprojetores
- ☐ Editor de texto
- ☐ Slides
- ☐ Gráficos e tabelas
- ☐ AVA
- ☐ Google Workspace
- ☐ Google Sala de Aula
- ☐ Kahoot!
- ☐ Outros
- ☐ Nenhum

6. A escola em que trabalha tem laboratório de Física?

- ☐ Sim
- ☐ Não

7. Se sim, a sua estrutura contempla os diversos experimentos da Física no Ensino Básico?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

8. Se sim, qual a frequência com qual utiliza o laboratório em suas aulas?

- ☐ Não usa
- ☐ Usa raramente
- ☐ Usa com pouca frequência
- ☐ Usa com muita frequência

9. A escola em que trabalha possui laboratório de informática?

- ☐ Sim
- ☐ Não

10. Conhece a existência de plataformas digitais com laboratório virtual para o ensino da Física?

- ☐ Sim
- ☐ Não

11. Se sim, utiliza algum laboratório virtual como ferramenta facilitadora nas aulas de Física?

- ☐ Sim
- ☐ Não

12. Conhece a existência de algum canal oficial na área da Física, sejam redes sociais ou plataformas digitais, simulando conceitos da Física por meio de animações/ilustrações em vídeos?

- ☐ Sim
- ☐ Não

13. Se sim, utiliza vídeos para ilustrar conceitos da Física em suas aulas?

- ☐ Sim
- ☐ Não

14. Em sua formação acadêmica recebeu alguma capacitação para o uso das Tecnologias Digitais como ferramenta no auxílio nas aulas de Física?

() Sim () Não

APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE UMA ALUNA TURMA 01



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA

Aluno: _____

Série: 1º ano Turma: 2 Nº 4

1. Você gosta da disciplina de Física?
() Sim (X) Não

2. Se não, qual o motivo? Pode marcar mais de uma opção.
(X) Difícil de entender os conceitos
(X) Não consegue associar os conceitos as necessidades dos cálculos
() Cálculos muito difíceis
() As aulas não me motivam
() As aulas não despertam minha curiosidade

3. Qual ou quais ferramentas digitais seu professor utiliza nas aulas de Física? Pode marcar mais de uma opção.
() Retroprojetores
() Editor de texto
(X) Slides
() Gráficos e tabelas
() AVA
() Google Workspace
() Google Sala de Aula
() Kahoot!
() Nenhum



4. A escola oferece aulas práticas de Física?

☒ A escola não possui laboratório

☐ Não usa

☐ Usa raramente

☐ Usa com pouca frequência

☐ Usa com muita frequência

5. O professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para os alunos visualizarem os conceitos enquanto está ocorrendo a explicação?

☒ Sim ☐ Não

APÊNDICE F – AVALIAÇÃO FORMATIVA DE UMA ALUNA TURMA 01



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO FORMATIVA

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA

Aluno: _____
Série: 1º ano Turma: 2 Nº 4

1. Como você avalia as simulações virtuais apresentada nos vídeos para o seu entendimento dos conceitos da Gravitação Universal?
() Muito útil (X) Útil () Pouco útil () Inútil

2. As simulações virtuais por meio de vídeos que você assistiu nas aulas de Física, despertaram sua curiosidade sobre o assunto visto?
(X) Sim () Não

3. As simulações virtuais por meio de vídeos assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?
() Sim () Não (X) Talvez

4. As simulações do Laboratório Virtual de Física ajudaram você a entender melhor os conceitos teóricos das leis de Newton?
(X) Sim () Não () Talvez

5. As simulações virtuais por meio do Laboratório Virtual assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?
() Sim () Não (X) Talvez

6. Qual a eficácia quanto ao uso das simulações virtuais no Laboratório Virtual de Física como ferramenta para explicação dos conceitos da Física?
() Muito eficaz (X) Eficaz () Pouco eficaz () Ineficaz

7. As simulações virtuais ajudaram a tornar as aulas mais interessantes e envolventes?
(X) Sim () Não () Talvez

8. Deveriam haver mais simulações virtuais nas aulas de Física?
(X) Sim () Não () Talvez

9. Quais outras ferramentas digitais você gostaria que fossem usadas nas aulas de Física?

- () Simulações interativas
(x) Jogos educativos
(x) Aplicativos de realidade aumentada
(x) Plataformas de aprendizado online
() Outros: _____

APÊNDICE G – AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE UM ALUNO TURMA 02



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Aluno: _

Série: 1º Turma: 06 N° 38

1. O que é necessário para que um corpo altere seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso?
 - a) A presença de atrito.
 - b) Uma aceleração constante.
 - c) A ação de uma força externa.
 - ☒ d) Um aumento de massa.
 - e) A ausência de resistência do ar.

2. De acordo com a Primeira Lei de Newton, qual condição é necessária para que um corpo esteja em equilíbrio dinâmico?
 - a) A presença de aceleração.
 - ☒ b) A força resultante ser igual a zero.
 - c) A existência de forças contrárias desiguais.
 - d) A ausência de massa.
 - e) Um sistema isolado sem gravidade.

3. A Segunda Lei de Newton estabelece que a força resultante que atua sobre um corpo é:
 - a) Sempre constante, independentemente da aceleração.
 - b) Inversamente proporcional à sua massa.
 - c) Diretamente proporcional à aceleração e na mesma direção desta.
 - d) Responsável pela conservação da energia mecânica.
 - ☒ e) O produto da velocidade pelo tempo.

4. Qual das situações abaixo exemplifica corretamente a Terceira Lei de Newton?

- a) Um objeto deslizando sem atrito.
- b) Um carro freando em uma ladeira.
- ☒ c) Uma pessoa empurrando uma parede com uma força $\vec{F}$, a parede exerce uma força de mesma intensidade e direção oposta sobre a mão.
- d) Um corpo girando ao redor de outro.
- e) A gravidade agindo sobre a lua.

5. De acordo com a Segunda Lei de Newton, o que ocorre durante uma partida de cabo de guerra para que uma equipe vença?

- a) As duas forças se anulam.
- ☒ b) A equipe vencedora aplica uma força resultante maior, na direção do movimento.
- c) A força de atrito é eliminada.
- d) A aceleração das equipes é igual.
- e) A massa dos participantes é irrelevante.

6. O que a Segunda Lei de Kepler revela sobre o movimento dos planetas em suas órbitas ao redor do Sol?

- a) Os planetas descrevem órbitas circulares com velocidade constante.
- b) O Sol está sempre no centro exato da órbita dos planetas.
- c) Um planeta varre áreas iguais em tempos iguais, mesmo com variação de velocidade.
- d) A distância entre o planeta e o Sol permanece constante durante toda a órbita.
- ☒ e) Os planetas se movem mais lentamente ao se aproximarem do Sol.

7. O que caracteriza o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico?

- a) O Sol orbita a Terra em movimentos circulares.
- b) A Lua é o centro do sistema solar.
- c) A Terra é fixa e todos os astros giram ao seu redor.
- ☒ d) O Sol está no centro do sistema solar e os planetas giram ao seu redor.
- e) O universo é composto apenas por estrelas fixas em uma esfera celeste.

8. De acordo com a Primeira Lei de Kepler, como é a órbita dos planetas ao redor do Sol?

- ☒ a) Circular, com velocidade constante.
- b) Elíptica, com o Sol em um dos focos da elipse.
- c) Irregular, sem forma definida.
- d) Espiral, em direção ao Sol.
- e) Circular, com o Sol no centro exato da órbita.



9. O que afirma a Terceira Lei de Kepler sobre o movimento dos planetas?

- a) A órbita dos planetas é sempre circular.
- b) Os planetas mais distantes giram mais rapidamente ao redor do Sol.
- c) A velocidade orbital dos planetas é constante.
- ☒ d) O quadrado do período orbital é proporcional ao cubo da distância média ao Sol.
- e) Todos os planetas têm o mesmo tempo de revolução.

10. Qual é a principal afirmação da Lei da Gravitação Universal de Newton?

- a) A Terra atrai todos os corpos apenas por estar no centro do universo.
- b) A força gravitacional é a mesma para todos os corpos, independentemente de sua massa.
- ☒ c) Dois corpos com massa se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.
- d) A gravidade atua apenas em corpos celestes e não em objetos terrestres.
- e) A força gravitacional depende apenas da distância entre os corpos.

APÊNDICE H – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE UM ALUNO TURMA 02



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

O USO DAS TECNOLOGIAS DE SIMULAÇÕES DIGITAIS NOS CONCEITOS DA FÍSICA COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZADO NO ENSINO MÉDIO.

Aluno: _____

Série: 1^o Turma: 1^o6 Nº 38

1. Você gosta da disciplina de Física?

☒ Sim () Não

2. Se não, qual o motivo? Pode marcar mais de uma opção.

() Dificil de entender os conceitos

() Não consegue associar os conceitos as necessidades dos cálculos

☒ Cálculos muito difíceis

() As aulas não me motivam

() As aulas não despertam minha curiosidade

3. Qual ou quais ferramentas digitais seu professor utiliza nas aulas de Física?

Pode marcar mais de uma opção.

() Retroprojetores

() Editor de texto

☒ Slides

() Gráficos e tabelas

() AVA

() Google Workspace

() Google Sala de Aula

() Kahoot!

() Nenhum

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

4. A escola oferece aulas práticas de Física?

☐ A escola não possui laboratório

☐ Não usa

☒ Usa raramente

☐ Usa com pouca frequência

☐ Usa com muita frequência

5. O professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para os alunos visualizarem os conceitos enquanto está ocorrendo a explicação?

☒ Sim ☐ Não

APÊNDICE I – AUTORIZAÇÃO DA DIRETORIA/GESTÃO DA ESCOLA A



Manaus-AM, 19 de Novembro de 2024.

À Diretoria/Gestão

Escola Estadual Prof. Ruy Alencar

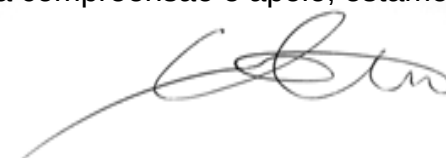
Ilmo. Sr(a). Diretor(a): Zeilson Ferreira de Souza

Pela presente momento apresento o(a) mestrando **João Carlos Pereira Coêlho** inscrito no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, vinculado à UFAM/IFAM, para solicitar, através deste, autorização para que o mesmo possa realizar sua implementação do Projeto de Pesquisa intitulado “**Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física**” nesta instituição de ensino. Diante disso, gostaríamos de formalizar esse processo solicitando respeitosamente a devida autorização para que o(a) mestrando acima citado, entre em contato com os profissionais e sujeitos da comunidade escolar, para a exposição e discussão do projeto, visando contribuir sem interferir no andamento natural das atividades da escola.

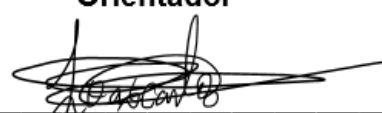
Solicitamos também que sejam colocados à disposição do projeto os recursos e meios atualmente disponíveis nesta escola, para o bom desenvolvimento das ações deste projeto.

Contando com a sua compreensão e apoio, estamos à disposição para demais esclarecimentos.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Octávio Daniel Rodrigues Salmon
Orientador



João Carlos Pereira Coêlho
Mestrando

APÊNDICE J – DECLARAÇÃO DA ESCOLA A

DECLARAÇÃO

Eu, Zelson Ferreira de Souza, RG nº 2159001-0, na função de Gestor Escolar da Escola Estadual Prof. Ruy Alencar, localizada na Avenida Margarita, s/n, Qd 160, Nova Cidade, Cep 69097-305, em Manaus-AM, autorizei o mestrando, João Carlos Pereira Coêlho, RG nº 20731620, inscrito no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, vinculado à UFAM/IFAM, a realização da implementação do Projeto de Pesquisa Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física na supracitada escola nos dias 25, 27 e 28 de novembro de 2024.

Manaus, 25 de Março 2025.



Zelson Ferreira de Souza
Gestor Escolar
Portaria GS 765/23
E.E Prof. Ruy Alencar

Escola Estadual Prof. Ruy Alencar/Gestor Escolar

APÊNDICE K – AUTORIZAÇÃO DA DIRETORIA/GESTÃO DA ESCOLA B



Manaus-AM, 08 de abril de 2025.

À Diretoria/Gestão

Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira

Ilmo. Sr(a). Diretor(a): Marlene Muller

Pela presente momento apresento o(a) mestrando **João Carlos Pereira Coêlho** inscrito no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, vinculado à UFAM/IFAM, para solicitar, através deste, autorização para que o mesmo possa realizar sua implementação do Projeto de Pesquisa intitulado **“Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física”** nesta instituição de ensino. Diante disso, gostaríamos de formalizar esse processo solicitando respeitosamente a devida autorização para que o(a) mestrando acima citado, entre em contato com os profissionais e sujeitos da comunidade escolar, para a exposição e discussão do projeto, visando contribuir sem interferir no andamento natural das atividades da escola.

Solicitamos também que sejam colocados à disposição do projeto os recursos e meios atualmente disponíveis nesta escola, para o bom desenvolvimento das ações deste projeto.

Contando com a sua compreensão e apoio, estamos à disposição para demais esclarecimentos.

Atenciosamente,

Documento assinado digitalmente
gov.br OCTAVIO DANIEL RODRIGUEZ SALMON
Data: 08/04/2025 21:46:08-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Octávio Daniel Rodrigues Salmon
Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br JOAO CARLOS PEREIRA COELHO
Data: 08/04/2025 19:33:06-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

João Carlos Pereira Coêlho
Mestrando

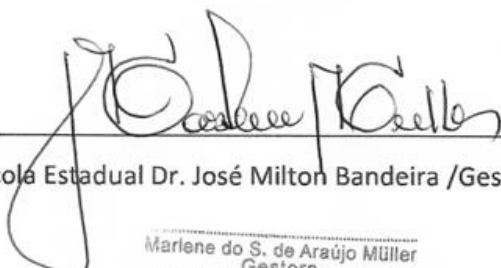
APÊNDICE L – DECLARAÇÃO DA ESCOLA B

DECLARAÇÃO



Eu, Marlene do Sacramento de Araujo Müller, RG nº 05710821-0, na função de Gestora Escolar da Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira, localizada na Rua Duartina, s/n, Monte Sinai, Cep 69090-747, em Manaus-AM, autorizei o mestrando, João Carlos Pereira Coêlho, RG nº20731620, inscrito no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, vinculado à UFAM/IFAM, a realização da implementação do Projeto de Pesquisa Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física.

Manaus, 14 de Abril 2025.



Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira /Gestora Escolar

Marlene do S. de Araújo Müller
Gestora
Portaria GS N° 816/2011
E. Dr. José Milton Bandeira
Manaus-Am

APÊNDICE M - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Professor(a)

Temos a honra de convidá-lo(a) a participar de uma pesquisa voltada a avaliar as possibilidades do uso das tecnologias de simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física, por meio da utilização de metodologias alternativas no ensino de física.

Este estudo visa compreender especialmente a perspectiva dos docentes de física quanto à inserção do uso das tecnologias digitais como laboratório virtual e vídeo, que são ferramentas de aprendizagem. Os participantes deste estudo serão convidados a responder a um questionário on-line sobre sua concepção em relação ao tema da pesquisa.

O pesquisador do presente projeto se compromete a preservar a privacidade dos professores participantes, cujas informações serão coletadas. É assegurado o sigilo e a confidencialidade das informações fornecidas, sendo estas utilizadas exclusivamente para os propósitos dessa pesquisa. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no silêncio aos nomes.

Eu _____ con-
cordo em participar do estudo. Declaro que fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador.

Agradecemos antecipadamente pela sua colaboração

Atenciosamente,

Local _____ Data: __/__/__

Assinatura

Pesquisador: João Carlos Pereira Coêlho

IFAM/UFAM

Contato WhatsApp: (92) 99317-3031

APÊNDICE N - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL

**PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL

Eu, _____, portador(a) do RG Nº _____ e inscrito(a)
no CPF Nº, _____ autorizo o aluno (a),
_____, a participar do trabalho intitulado recursos digitais: o
uso das tecnologias de simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física, sendo este
parte integrante do projeto de pesquisa do mestrando João Carlos Pereira Coêlho, do Programa
de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, UFAM/IFAM, ciente de que
todas as informações coletadas nesta pesquisa serão coletadas de forma anônima, utilizada
apenas para fins de pesquisa.

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

APÊNDICE O – PRODUTO EDUCACIONAL

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO
ENSINO DA FÍSICA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

POLO 04

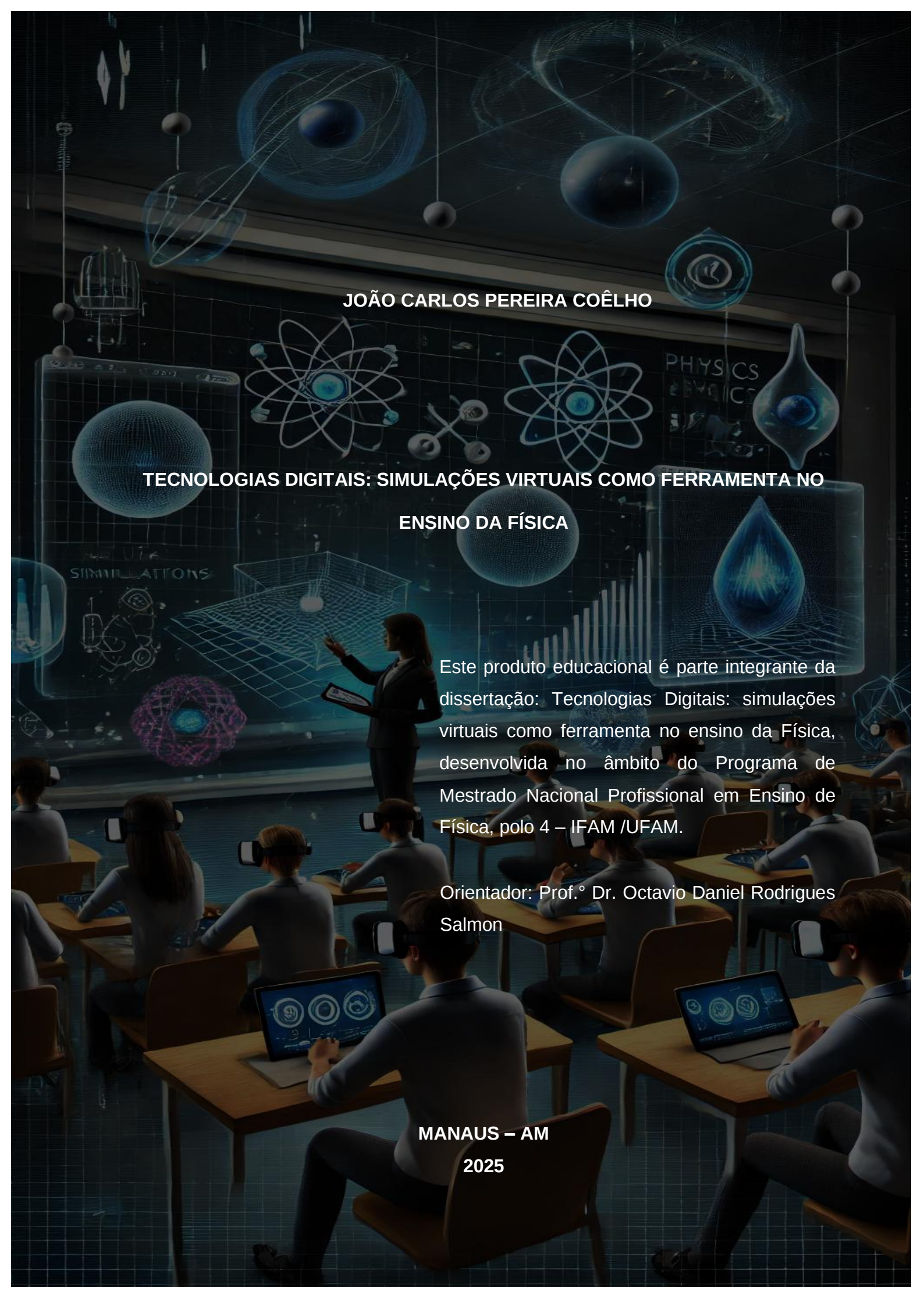
JOÃO CARLOS PEREIRA COELHO

PRODUTO EDUCACIONAL

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO
ENSINO DA FÍSICA

MANAUS - AM

2025



JOÃO CARLOS PEREIRA COELHO

**TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO
ENSINO DA FÍSICA**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Tecnologias Digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 – IFAM /UFAM.

Orientador: Prof.º Dr. Octavio Daniel Rodrigues Salmon

MANAUS – AM

2025

Biblioteca do Campus Manaus Centro - IFAM

C672t Coêlho, João Carlos Pereira.

Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da física / João Carlos Pereira Coêlho. – Manaus, 2025.
42 p.: il. color.

Produto educacional proveniente da dissertação “Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no Ensino da física” (Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon.

ISBN 978-65-83758-25-5

1. Ensino de física. 2. Tecnologias digitais. 3. Simulações virtuais. I. Salmon, Octavio Daniel Rodrigues. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 530.07

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, sabedoria durante toda esta jornada acadêmica. Em momentos de dúvida e cansaço, a fé foi um alicerce sólido que me manteve firme e determinado a seguir em frente.

Aos meus pais, Pedro Carlos e Antônia Nuncí, dedico um agradecimento especial. O amor incondicional e os sacrifícios incansáveis que fizeram ao longo dos anos foram fundamentais para que eu pudesse alcançar este objetivo. Lembro-me com carinho de cada conselho, cada palavra de incentivo e cada gesto de apoio. Seu exemplo de dedicação e resiliência é uma inspiração constante na minha vida.

À minha querida namorada Songela de Souza, não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão. Seu amor, paciência, compreensão e companheirismo foram essenciais para que eu pudesse me dedicar plenamente a este trabalho.

Aos meus amigos, Marcílio, Reinaldo Rocha, Bruno, Érdelem, Arleson, Kennedy, Soetânia, Geisiele e demais companheiros agradeço de coração. Em momentos de pressão e estresse, vocês estiveram ao meu lado, proporcionando momentos de descontração, e sou grato por cada risada, cada conversa e cada gesto de apoio.

Ao meu professor orientador, Dr. Octávio Daniel Rodrigues Salmon, gostaria de expressar minha profunda gratidão pela orientação valiosa e dedicação ao longo de todo o processo. Sua expertise e paciência foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por cada feedback construtivo, cada orientação precisa e cada palavra de encorajamento. Seu compromisso com a excelência acadêmica foi uma fonte de inspiração e aprendizado contínuo.

Além do meu orientador, gostaria de agradecer a todos os professores e colaboradores que contribuíram para a minha formação acadêmica. Cada um de vocês desempenhou um papel importante na construção do meu conhecimento e no desenvolvimento das minhas habilidades. Vocês são exemplos de dedicação e paixão pelo ensino, e sinto-me privilegiado por ter aprendido com vocês.

Por fim, gostaria de agradecer aos demais familiares e conhecidos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho acadêmico.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	157
1 CAPÍTULO	159
1.1 Síntese das etapas da Sequência Didática.....	160
2 CAPÍTULO.....	163
2.1 Implementação em sala de aula	163
2.1.1 Aula 01 – Introdução as Leis de Newton e Gravitação universal.....	163
2.1.2 Aula 02 – As leis de Newton	166
2.1.3 Aula 03 – Gravitação Universal	173
2.1.4 - Aula 04 - Avaliação Formativa do Produto Educacional Implementado nas Aulas da Sequência Didática.....	181
APÊNDICE A – REORGANIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS	186
APÊNDICE B – AVALIAÇÕES DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM	187
REFERÊNCIAS	193

APRESENTAÇÃO

Este estudo foi realizado como exigência final para a obtenção do título de mestre em Ensino de Física, no contexto do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) polo 4. A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Centro de Manaus, em parceria com a Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Este material é composto por uma sequência didática desenvolvida para a criação de um produto educacional associado à pesquisa de mestrado intitulada a Tecnologias digitais: simulações virtuais como ferramenta no ensino da Física. O estudo foi desenvolvido com a intenção de auxiliar professores interessados em utilizar metodologias inovadoras no ensino de conceitos científicos, especialmente no campo da física. Diante dos desafios enfrentados pelas escolas, como a falta de laboratórios equipados e recursos adequados para experimentação prática, as simulações digitais surgem como uma alternativa viável para enriquecer o aprendizado.

A utilização de simulações interativas permite que os alunos explorem fenômenos físicos de forma visual e dinâmica, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos por meio da experimentação virtual. Além disso, o uso de vídeos educativos complementa essa abordagem, proporcionando uma experiência imersiva que estimula o interesse e a retenção do conhecimento.

Com os avanços tecnológicos e a crescente disponibilidade de softwares e plataformas acessíveis, torna-se possível integrar essas ferramentas ao ensino, tornando-o mais atrativo e eficiente. No entanto, é fundamental que as simulações não substituam completamente os experimentos reais, mas sejam empregadas de forma complementar, ampliando as possibilidades de aprendizado e incentivando o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo dos alunos.

Este trabalho baseia-se na Teoria de Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel, propõe que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando novos conhecimentos são conectados de maneira lógica e organizada ao conhecimento prévio do aluno que ele define como *conceito subsunçor*. Ela transforma o processo de ensino e aprendizagem, promovendo uma abordagem que respeita a individualidade do aluno e valoriza sua bagagem de conhecimento.

Quando os alunos não tem o *subsurçor*, conhecimento prévio, Ausubel no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa, recomenda o uso de Organizadores Prévios. Eles consistem em materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo principal, com o objetivo de preparar o aluno para a nova aprendizagem.

Com base nesses norteadores, o presente trabalho aborda o estudo das Leis de Newton e da Gravitação Universal, com enfoque no Sistema Solar, para aplicação de simulações virtuais no ensino de Física. As Leis de Newton, fundamentais para a Física Clássica, serão exploradas por meio de simulações interativas, enquanto a Gravitação Universal, essencial para compreender a dinâmica dos corpos celestes, será aplicada por meio de vídeos. O objetivo é destacar a relevância desses conceitos tanto no cotidiano quanto no avanço científico e tecnológico.

A sequência didática foi organizada para ser realizada em quatro aulas com um planejamento pedagógico visando atingir os objetivos de aprendizagem definidos.

A sequência didática inicia na aula 01 com a apresentação do projeto, conscientização dos alunos sobre seus objetivos e aplicação da Avaliação de Conhecimentos e Avaliação Diagnóstica (AD). Na aula 02, inicia-se com a conexão dos conhecimentos prévios das Leis de Newton através de uma simulação interativa. Em seguida as simulações são aplicadas diretamente às Leis de Newton, com resolução de exercícios e visualização imediata dos resultados. A aula 03, conectando os conhecimentos prévios para aborda a Gravitação Universal, relacionando-a à evolução dos modelos do Sistema Solar. Por fim, na Aula 04, é realizada a Avaliação Formativa (AF) para verificar a aprendizagem dos alunos.

1 CAPÍTULO

A natureza de investigação desse trabalho é de uma pesquisa aplicada, pois será implementada em sala de aula para uma população. É um tipo de investigação científica que busca resolver problemas concretos e gerar conhecimentos que possam ser utilizados diretamente em situações práticas, (ASSIS, 2013). Embora dependa das descobertas da pesquisa básica para se desenvolver, seu foco está voltado para a aplicação imediata do conhecimento em uma realidade específica, (APPOLINÁRIO, 2011). A pesquisa aplicada desempenha um papel crucial ao conectar o conhecimento científico com as necessidades práticas da sociedade. Apesar de estar menos voltada para a formulação de teorias amplas, seu impacto é direto e transformador, proporcionando avanços significativos nas áreas em que atua (GIL, 2008).

Quanto ao tipo de abordagem da pesquisa realizada nesse trabalho é a qualitativa, pois a investigação visa compreender fenômenos em profundidade, explorando os significados, percepções, e interpretações associados ao objeto de estudo. Essa abordagem é frequentemente usada para analisar contextos complexos, onde o objetivo principal é interpretar os dados coletados e não apenas quantificá-los. Rodrigues e Limena (2006) definem a abordagem qualitativa como “por meio da abordagem qualitativa, o pesquisador tenta descrever a complexidade de uma determinada hipótese, analisar a interação entre as variáveis e ainda interpretar os dados, fatos e teorias”.

Nesse trabalho as coletas de dados ocorreram por meio de questionário. As vantagens do uso do questionário suprem as necessidades da pesquisa, pois coletar informações de um grande número de pessoas em um curto período, é menos custoso do que métodos como entrevistas ou observações diretas, dados de perguntas fechadas podem ser facilmente organizados e analisados por meio de softwares estatísticos, é padronizado, minimiza-se a interferência do pesquisador na obtenção das respostas, Pereira *et. al* (2018), Assis (2013), Gil (2008) e Carvalho *et. Al* (2019). A seguir, é apresentada a síntese das etapas da sequência didática.

1.1 Síntese das etapas da Sequência Didática.

A sequência didática foi organizada para ser realizada em quatro aulas com um planejamento pedagógico visando atingir os objetivos de aprendizagem definidos. Essa etapa apresenta a aplicação do produto educacional, abrangendo os conteúdos, os objetivos e as atividades avaliativas que compõem a sequência didática.

Na Aula 01, o foco é apresentar o projeto de pesquisa, conscientização dos alunos sobre os objetivos do projeto e aplicação da Avaliação de conhecimentos e Avaliação Diagnóstica (AD).

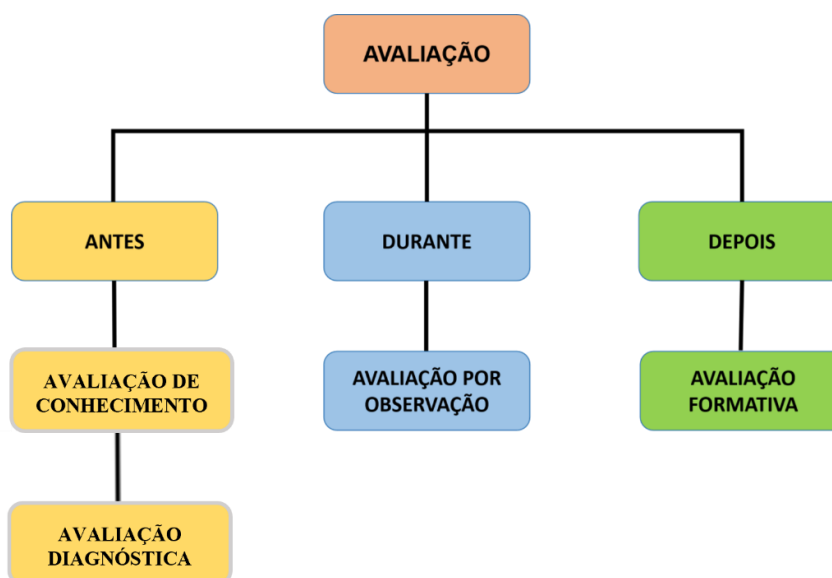
Na aula 02, inicia-se a conexão com os conhecimentos prévios sobre as Leis de Newton por meio de uma simulação interativa. Em seguida, aplicam-se as simulações diretamente aos conceitos das Leis de Newton, com a resolução de exercícios e a visualização imediata dos resultados nas próprias simulações.

Na aula 03, conectando os conhecimentos prévios para abordar a Gravitação Universal, especificamente a evolução dos modelos do Sistema Solar.

Na aula 04, por fim, aplica-se uma Avaliação Formativa (AF) para a verificação da aprendizagem.

As avaliações são aplicadas por meio de questionários, contemplando diferentes finalidades: uma avaliação de conhecimentos, uma avaliação diagnóstica, uma avaliação por observação (ApO) e, ao final, uma avaliação de verificação da aprendizagem, conforme indicado no organograma da Figura 1.

Figura 1 - Organograma das avaliações.



Fonte: Figura do Autor

A seguir o quadro 1 (um) apresenta a síntese das etapas da sequência didática:

Quadro 1: síntese das etapas da sequência didática.

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA
--

DINÂMICA: INTRODUÇÃO AS LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.	
AULA 01	DURAÇÃO: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	HABILIDADES	ATIVIDADES AVALIATIVAS
✓ 1ª Lei de Newton: Lei da inércia; ✓ 2ª Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica; ✓ 3ª Lei de Newton: Lei da ação e reação. ✓ As leis de Kepler: lei das órbitas, lei das áreas e lei dos períodos. ✓ lei da Gravitação Universal.	(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.	Avaliação de conhecimentos (AC). Avaliação Diagnóstica (AD).

DINÂMICA: AS LEIS DE NEWTON	
AULA 02	Duração: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	HABILIDADES	ATIVIDADES AVALIATIVAS
✓ Inércia e Referenciais inerciais; ✓ Força resultante, Força de contato e Força de Campo; ✓ Força normal e Força de tração.	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	Avaliação por observação (ApO); Resolução de exercícios; Simulações Virtuais

DINÂMICA: GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.	
AULA 03	Duração: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	HABILIDADES	ATIVIDADES AVALIATIVAS
✓ As leis de Kepler: lei das órbitas, lei das áreas e lei dos períodos. ✓ lei da Gravitação Universal.	(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	Avaliação por observação (ApO); Vídeos; Resolução de exercícios.

DINÂMICA: LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.	
AULA 04	DURAÇÃO: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	HABILIDADES	ATIVIDADES AVALIATIVAS
✓ Avaliação Formativa do Produto Educacional Implementado nas Aulas da Sequência Didática.	Avaliar os alunos do 1º ano do ensino médio por meio de uma sequência didática, utilizando uma Avaliação Formativa para a verificação da aprendizagem.	Avaliação Formativa (AF).

Fonte: quadro do autor.

2 CAPÍTULO

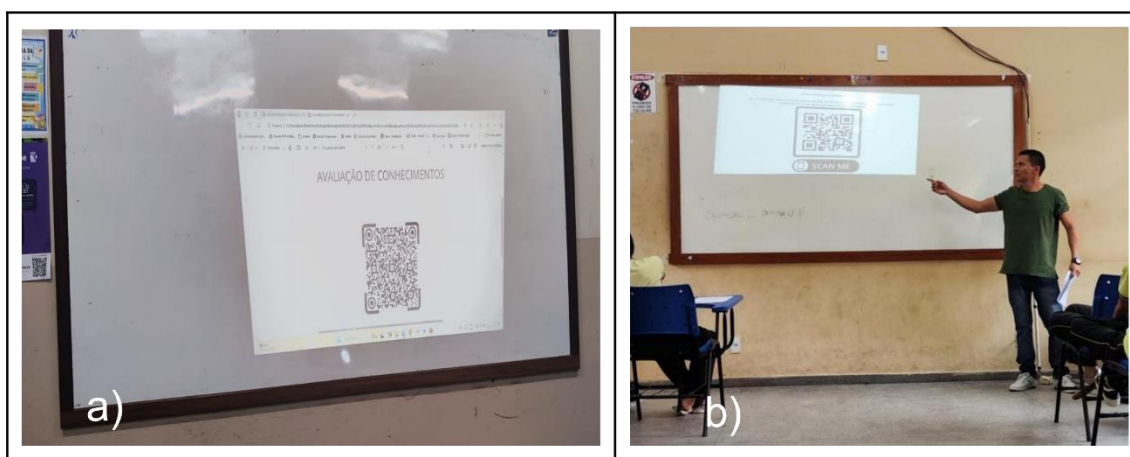
2.1 Implementação em sala de aula

A seguir serão descritas as etapas de aplicação da pesquisa em sala de aula a qual foi planejada uma estratégia pedagógica baseada em simulações virtuais interativas e vídeos para uma turma do 1º Ano do Ensino Médio, no entanto, essa didática pedagógica pode ser aplicada em sala de aula para as series do 2º e 3º Ano do Ensino Médio de acordo com o conteúdo programático. A estratégia foi estruturada para ser realizada em quatro aulas, visando proporcionar uma experiência imersiva e dinâmica no processo de aprendizagem.

2.1.1 Aula 01 – Introdução as Leis de Newton e Gravitação universal

A primeira aula é dividida em duas fases distintas. No primeiro momento, apresenta-se o projeto de pesquisa, com esclarecimentos sobre as etapas, as atividades e os tipos de avaliação. Em seguida, aplicam-se a Avaliação de Conhecimentos (AC) e a Avaliação Diagnóstica (AD) por meio de um QR Code, permitindo que os alunos as realizem online (Figura 2). Contudo, caso haja alunos sem acesso à internet em seus aparelhos celulares, as Avaliações Diagnósticas (AD) também podem ser aplicadas em formato impresso.

Figura 2 - Disponibilizado o QR code para aplicação das Avaliações. a) Foto da avaliação de conhecimentos; b) Foto da Avaliação Diagnóstica.



Fonte: Figura do Autor

A Avaliação de Conhecimentos (AC) tem como objetivo identificar o que os estudantes já sabem sobre o tema a ser trabalhado, funcionando como uma

sondagem inicial. Já a Avaliação Diagnóstica (AD) permite ao professor compreender eventuais dificuldades ou lacunas no aprendizado prévio dos alunos, possibilitando o planejamento de intervenções pedagógicas mais eficazes e adequadas ao perfil da turma.

A seguir, a estratégia de aplicação didática da aula 01:

AULA 01	
OBJETO DO CONHECIMENTO - DINÂMICA: INTRODUÇÃO AS LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.	
Série: 1º Ano	DURAÇÃO: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA	HABILIDADES
✓ 1ª Lei de Newton: Lei da inércia; ✓ 2ª Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica; ✓ 3ª Lei de Newton: Lei da ação e reação. ✓ As leis de Kepler: lei das órbitas, lei das áreas e lei dos períodos. ✓ lei da Gravitação Universal.	✓ Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	✓ (EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

RECURSOS ESSENCIAIS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	✓ Notebook, internet, Datashow ou lousa branca para exibição de slides, simulador virtual interativo do Phet Física e Laboratório Virtual de Física da UFC; ✓ Marcador; ✓ Folha impressa para a Avaliação ou Atividade de Diagnóstico, pois há alunos que não possuem Internet em seus aparelhos celulares; ✓ Google Drive: para acessar as apresentações em PowerPoint, os materiais e as atividades avaliativas estão disponíveis no seguinte link: https://drive.google.com/drive/folders/1xXME_D6AYOXtzU15JwQ0zw02YYgF37IZ?role=writer ou no QR code. <i>. Aponte para</i> QR CODE! 
DISPOSIÇÃO DA TURMA	✓ Os alunos serão distribuídos de forma individual em suas carteiras.
METODOLOGIA	✓ A primeira aula é dividida em duas fases distintas: o primeiro momento, apresentar o projeto de pesquisa fazendo esclarecimentos sobre as suas etapas de atividades e avaliações; ✓ A segunda fase, após o esclarecimento sobre o projeto de pesquisa aplica-se as avaliações AC e AD.
CONCLUSÃO	✓ Ao final da aula, espera-se que os estudantes compreendam a importância das Leis de Newton para a explicação de fenômenos físicos do cotidiano, reconhecendo como esses princípios fundamentam diversos aspectos da realidade. Além disso, por meio das avaliações aplicadas e das atividades propostas, busca-se identificar o nível de conhecimento prévio da turma, permitindo ao professor planejar intervenções pedagógicas mais adequadas e direcionadas às necessidades dos alunos.

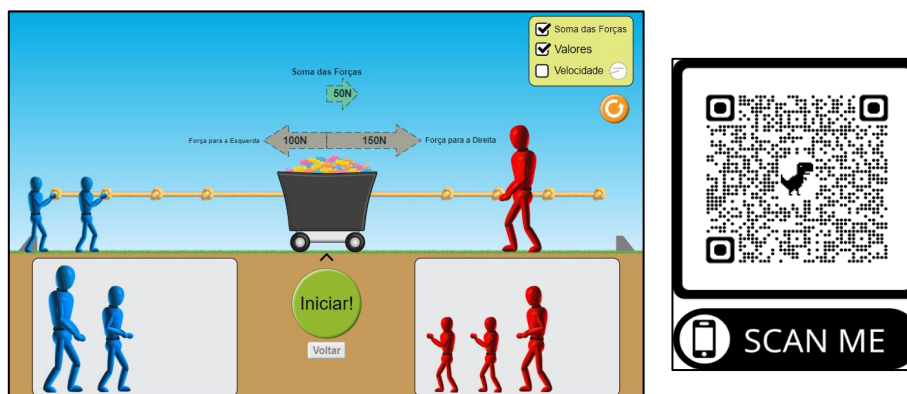
ATIVIDADES AVALIATIVAS	✓ No início da aula, será realizada uma Avaliação de Conhecimentos (AC) e uma Avaliação Diagnóstica (AD), com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos.
REFERÊNCIA	✓ ASSIS, M. C. de. Metodologia do Trabalho Científico. Faculdade do Sertão (UESSBA) – Pedagogia. 2013. <Disponível em https://www.doccity.com/pt/pormaria-cristina-de-assismetodologia-do-trabalhocientifico/4863932/ >. ✓ BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf ✓ MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

2.1.2 Aula 02 – As leis de Newton

Na segunda etapa inicia-se com um experimento do simulador virtual interativa usando a plataforma PhET, figura 3, buscando a conexão dos conhecimentos prévios para as Leis de Newton.

Na simulação da figura 3, ilustra-se um cabo de guerra, situação conhecida por todos os alunos. Questiona-se para qual lado ocorrerá o movimento e por quê, buscando despertar o interesse e o engajamento dos alunos na aula.

Figura 3 - Interface do simulador da plataforma PhET - Forças e Movimento: Noções Básicas.



Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/forces-and-motion-basics>. Acesso em: 22 jan. 2025.

A segunda fase, após o momento de despertar os conhecimentos prévios dos alunos, dá-se início à aula sobre as Leis de Newton, é conduzida com o apoio de uma apresentação de slides. Durante a exposição dos conceitos, estabelecem-se conexões com situações do cotidiano dos estudantes, como andar de ônibus, utilizar elevadores de construção e empurrar um carrinho de supermercado, facilitando a compreensão dos princípios físicos por meio de exemplos práticos e próximos da realidade dos alunos.

Figura 4 - Momento em que se iniciou a aula sobre as Leis de Newton.



Fonte: Figura do Autor.

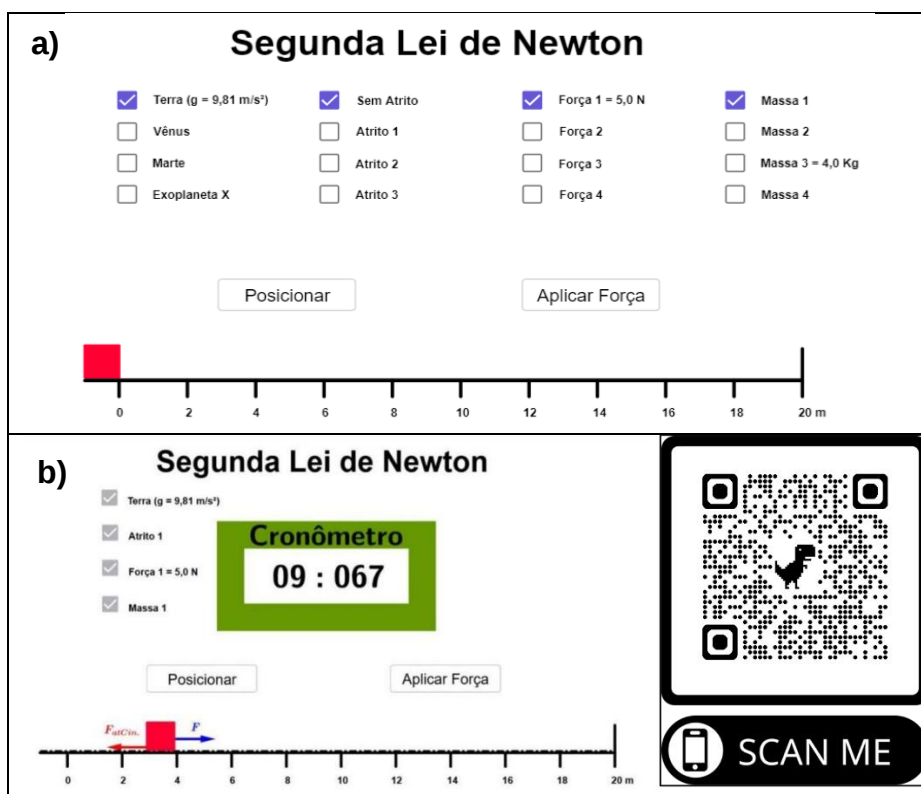
Durante a abordagem dos conceitos para ilustrar a Lei Fundamental da Dinâmica, conhecida como 2ª Lei de Newton, utiliza-se a plataforma de simulação interativa da UFC, conforme mostrado na Figura 5.

Durante o uso dessa plataforma, são realizadas diversas simulações, alterando os valores da aceleração da gravidade da Terra, Lua e Marte, o coeficiente de atrito, o módulo da força $\vec{F}$ aplicada e a massa, conforme mostrado na Figura 5a. Em cada simulação, são feitas interações com os alunos, solicitando que observem e relatem as mudanças percebidas no movimento do experimento virtual, conforme mostrado na Figura 5b.

Essas observações são discutidas em dupla, permitindo que os estudantes comparem os efeitos de diferentes variáveis sobre o movimento. O professor conduz a reflexão relacionando as mudanças observadas com a equação $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$, destacando a proporcionalidade entre força e aceleração. Essa abordagem contribui

para uma aprendizagem ativa, promovendo a construção de conceitos por meio da experimentação virtual guiada.

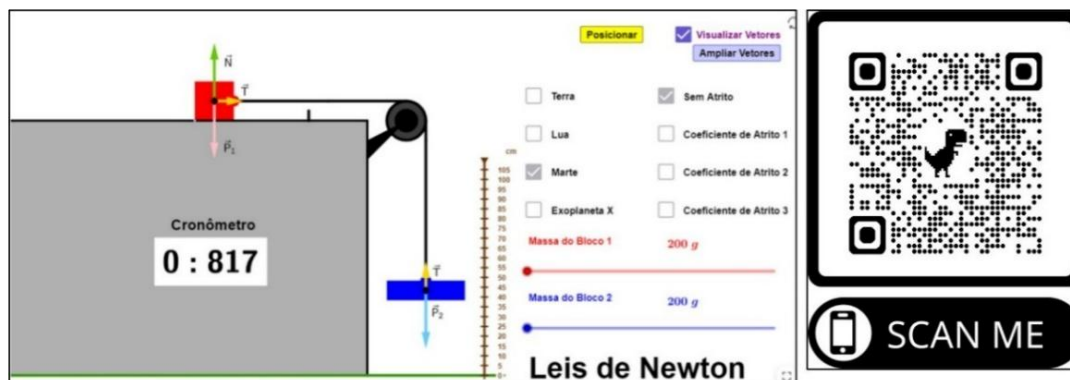
Figura 5 - Interface do simulador da plataforma da UFC.



Fonte: Laboratório Virtual de Física da UFC. Autores: Paulo Alves de Lima Filho (Bolsista de Extensão) - UFC e Dr. Nildo Loiola Dias - UFC. Disponível em: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/segunda-lei-newton>. Acesso em: 24 jan. 2025.

Nessa fase, apresenta-se outro experimento do simulador virtual da plataforma da UFC sobre as Leis de Newton. São feitas várias repetições, alterando os valores das grandezas, como, por exemplo, a aceleração da gravidade da Terra, Lua e Marte, e a intensidade da força de atrito, conforme mostrado na Figura 6. Em cada simulação, solicita-se aos alunos que relatem quais mudanças eles percebem no movimento do experimento virtual.

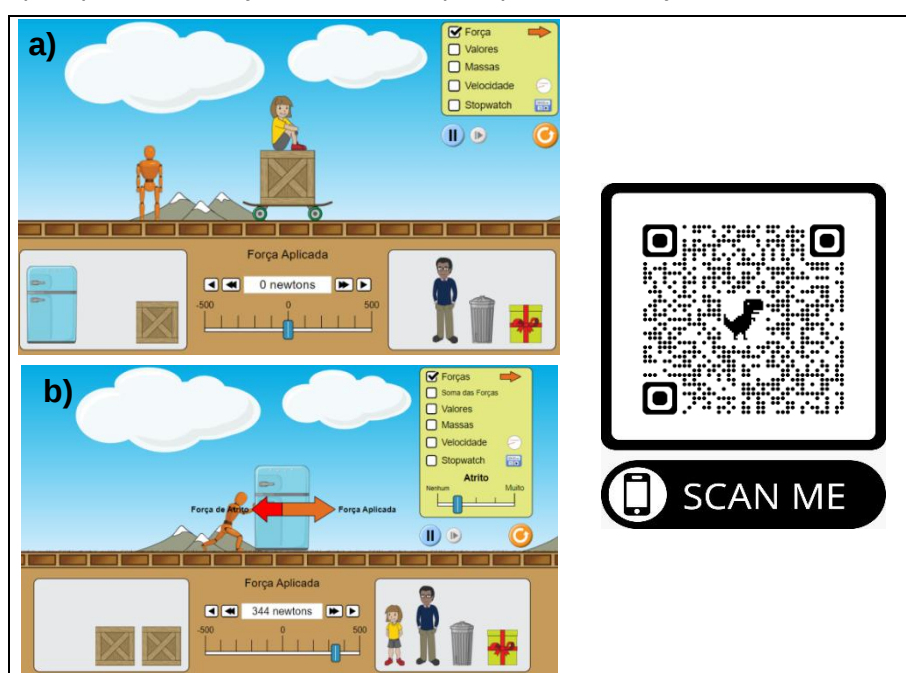
Figura 6 - Interface do simulador da plataforma da UFC.



Fonte: Laboratório Virtual de Física da UFC. Autores: Me. Giselle dos Santos Castro - UFC, Dr. Nildo Loiola Dias - UFC. Disponível em: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/leis-de-newton>. Acesso em: 10/03/2025.

No experimento da figura 7, do simulador virtual interativa usando a plataforma PhET pode ser explorado as forças que atuam ao empurrar uma geladeira, um caixote ou uma pessoa. Usando o mouse, pode-se conduzir o boneco a aplicar uma força no objeto. Aplica-se uma força e verifica-se como ela faz os objetos se moverem sem atrito, figura 7a, ou com os efeitos da força de atrito, figura 7b.

Figura 7 - Interface do simulador da plataforma PhET - Forças e Movimento.
a) Empurrando o objeto sem atrito. b) Empurrando o objeto com atrito.

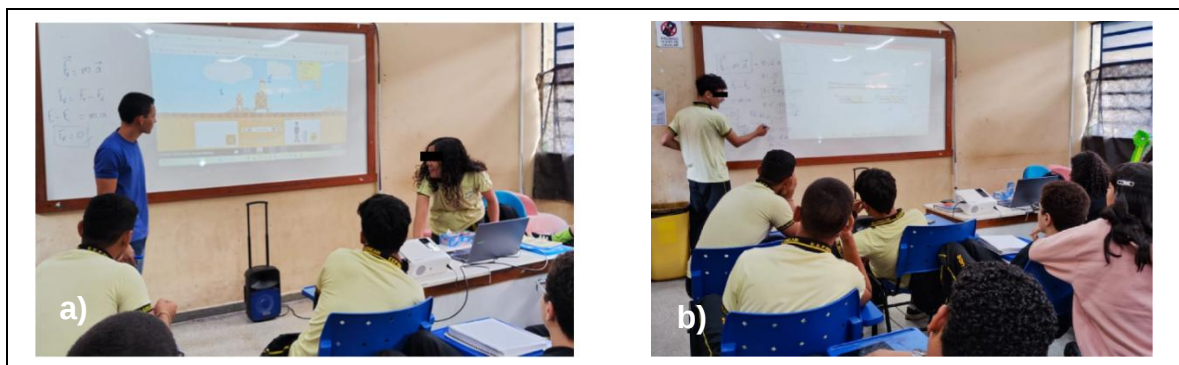


Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=pt_BR. Acesso em: 24 jan. 2025.

Também, solicita-se aos discentes que interajam com as plataformas e executem os experimentos, instigando-os ao engajamento e à interação professor-aluno. Por exemplo, na figura 8a, a aluna configura as grandezas no experimento por simulação virtual e, com os valores solicitado por outros alunos da turma, executa e todos acompanham a simulação.

Na figura 8b, o aluno realiza a resolução de exercícios propostos ao quadro colocando em prática.

Figura 8 - Atividade com alunos a) interagindo com as simulações; b) resolvendo exercícios.



Fonte: Figura do Autor.

A seguir, a estratégia de aplicação didática da aula 02:

AULA 02	
OBJETO DO CONHECIMENTO - DINÂMICA: AS LEIS DE NEWTON.	
Série: 1º Ano	DURAÇÃO: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA	HABILIDADES
✓ Inércia e Referenciais inercias; ✓ Força resultante, Força de contato e Força de Campo; ✓ Força normal e Força de tração.	✓ Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	✓ (EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

RECURSOS ESSENCIAIS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	✓ Notebook, internet, Datashow ou lousa branca para exibição de slides, simulador virtual interativo do Phet Física e Laboratório Virtual de Física da UFC; ✓ Marcador; ✓ Google Drive: para acessar as apresentações em PowerPoint, os materiais e as atividades avaliativas estão disponíveis no seguinte link: https://drive.google.com/drive/folders/1xXME_D6AYOXtzU15JwQ0zw02Y_YgF37lZ?role=writer ou no QR code. <i>Aponte para</i> QR CODE! 
DISPOSIÇÃO DA TURMA	✓ Os alunos serão distribuídos em duplas em suas carteiras.
METODOLOGIA	✓ Apresentar o Laboratório Virtual de Física da UFC e o PhEt Física e mostrar os experimentos do simulador virtual interativa; ✓ Nessa fase, apresenta-se outro experimento do simulador virtual da plataforma da UFC sobre as Leis de Newton. ✓ No experimento da figura 7, do simulador virtual interativa usando a plataforma PhET pode ser explorado as forças que atuam ao empurrar uma geladeira, um caixote ou uma pessoa. ✓ Realiza a resolução de exercícios propostos no quadro, colocando em prática os conceitos aprendidos.
CONCLUSÃO	✓ Dessa forma, os alunos consolidam seu entendimento sobre os princípios da física, relacionando teoria e prática para interpretar fenômenos do dia a dia. Esse aprendizado fortalece a base necessária para estudos mais avançados e amplia sua capacidade de analisar e resolver problemas com embasamento científico.

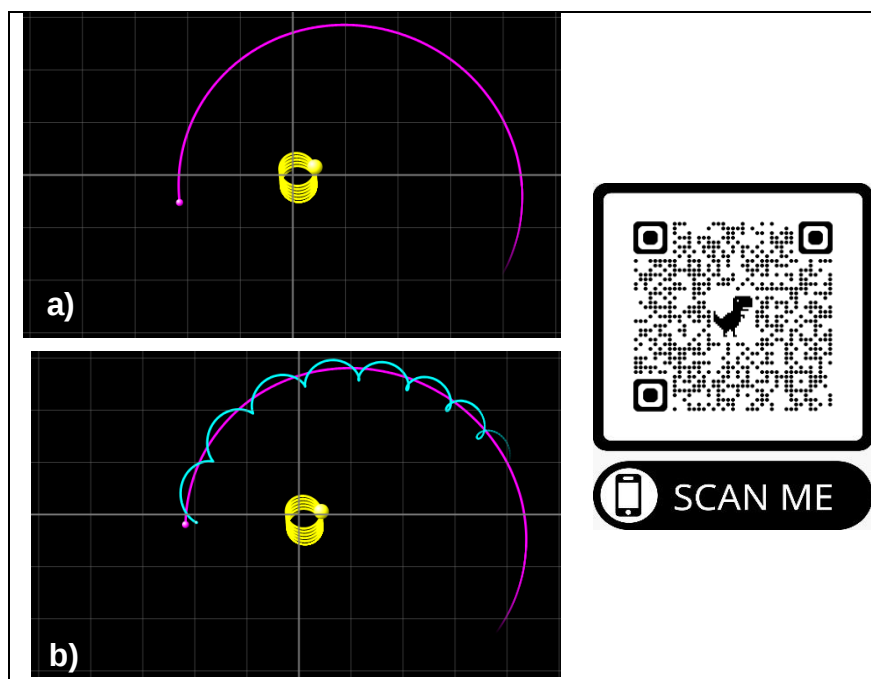
ATIVIDADES AVALIATIVAS	✓ A Avaliação será por observação (ApO); Resolução de exercícios; Simulações Virtuais
REFERÊNCIA	✓ FERREIRA, R. C. UMA ANÁLISE DA SIMULAÇÃO PhET COLORADO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA: um estudo de caso comparativo com a realidade. Orientador: Augusto César Lima Moreira. 2023. 76f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco. ✓ BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf ✓ OLIVEIRA, F. R. DE. DE OLIVEIRA, D. H. I. FERNANDES, A. H. Metodologias ativas: repensando a prática docente no contexto educacional do século xxi. Revista Aproximação - Volume 03. Número 06. - Jan-Jun 2021, ISSN: 2675-228X - GUarapuava - Paraná - Brasil. 2021

2.1.3 Aula 03 – Gravitação Universal

Nessa aula, busca-se conectar os conhecimentos prévios sobre a Gravitação Universal. Pergunta-se aos alunos os nomes dos planetas, seus tipos de movimentos (rotação e translação) e o que é uma estrela. Na aula, são abordados os conceitos das leis de Kepler e da Gravitação Universal.

Na explicação dos conceitos das leis de Kepler, utiliza-se uma simulação interativa da plataforma PhET para mostrar as órbitas de um planeta, conforme mostrado na Figura 9a, e depois adiciona-se um satélite natural, conforme mostrado na Figura 9b.

Figura 9 - Simulação da órbita em torno de uma estrela a) de um planeta e b) planeta-satélite.

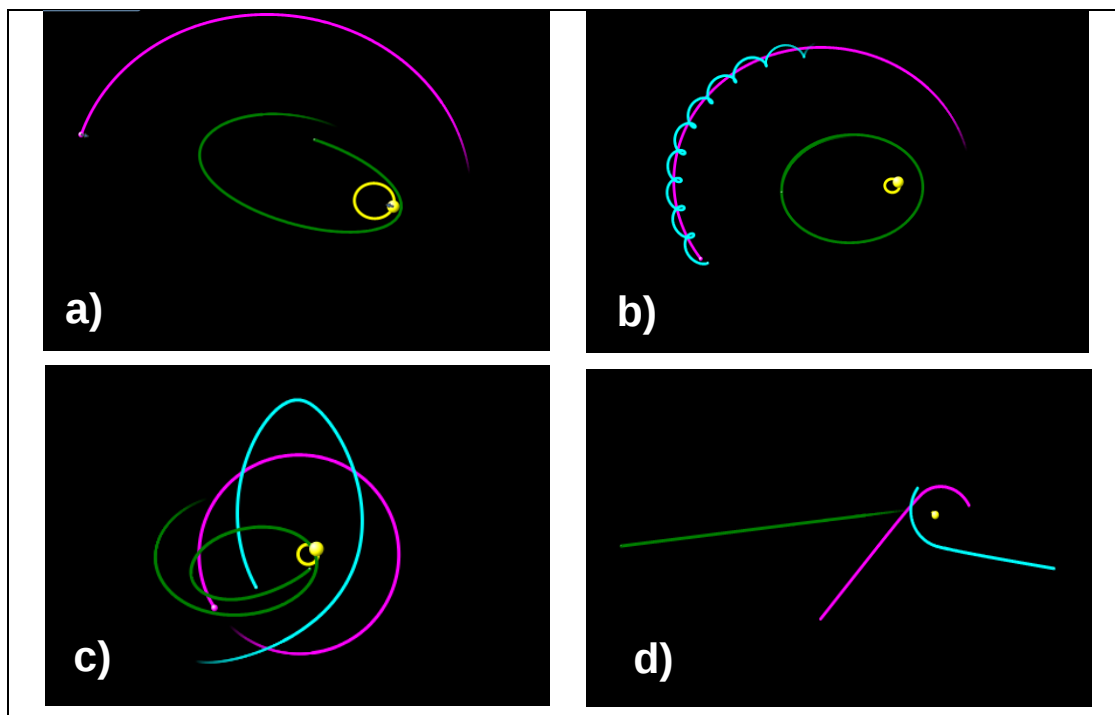


Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/my-solar-system/latest/my-solar-system_all.html?locale=pt_BR>. Acesso em: 27 jan. 2025.

Posteriormente, adicionam-se outros planetas ao redor da estrela, conforme mostrado na Figura 10a, e, depois, a Lua, conforme mostrado na Figura 10b. Vale observar que o simulador é limitado a movimentos com quatro corpos.

Na simulação o usuário tem a liberdade de reposicionar, ajustar, os planetas em qualquer distância, a massa do astro e força gravitacional. Em várias simulações os planetas colidiram entre si, não ficaram em órbita em torno da sua estrela ou colidiram com ela. Por exemplo, como mostra a figura 10c, segundos antes do planeta com a órbita ilustrada na cor verde colidir com a estrela. Também, na figura 10d, os planetas escaparam da força gravitacional da estrela e seguiram numa trajetória independente.

Figura 10 - Simulação da órbita em torno de uma estrela a) dois planetas, b) a Lua, c) um planeta colidindo com a estrela e d) os planetas escapando da força gravitacional da estrela.



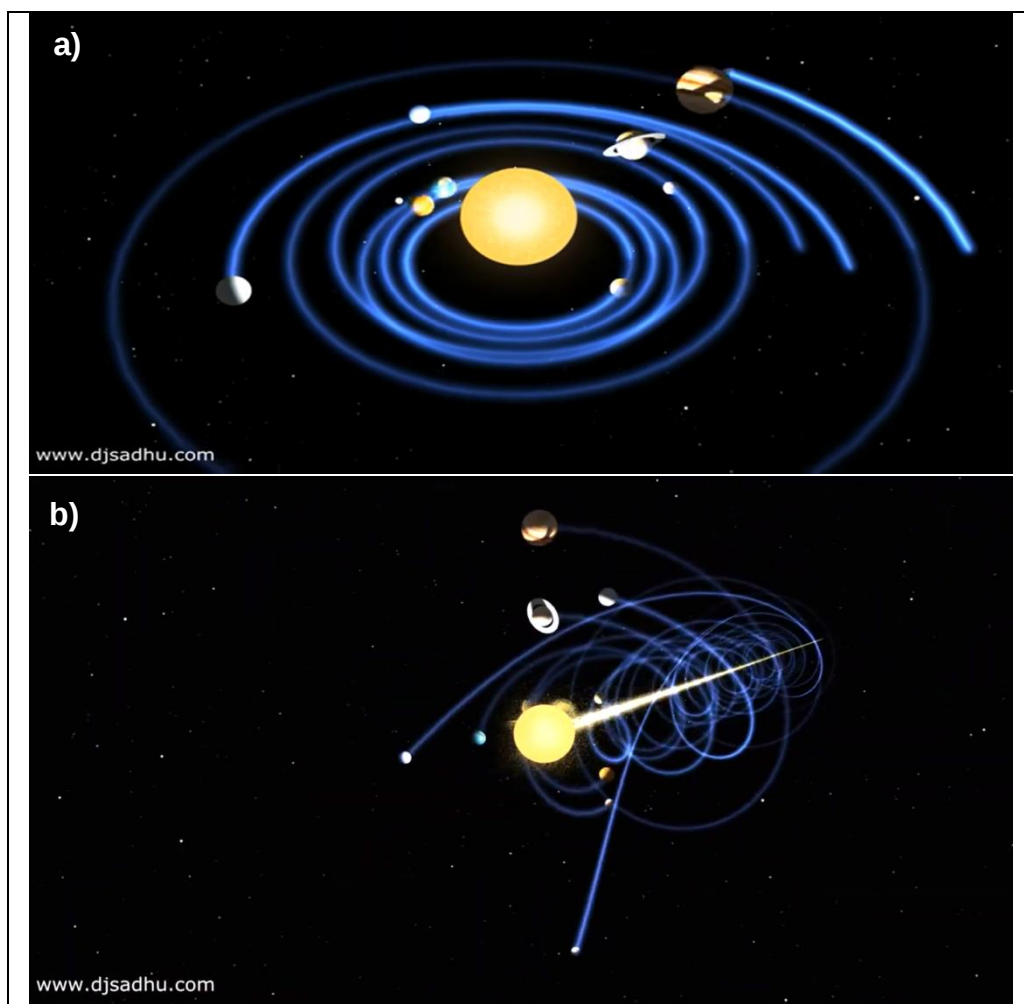
Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/my-solar-system/latest/my-solar-system_all.html?locale=pt_BR>. Acesso em: 28 jan. 2025.

Com isso, os alunos percebem e, em um diálogo em sala de aula, afirmam que a distância entre os planetas e a estrela é um equilíbrio perfeito entre as forças gravitacionais do universo.

No entanto, o que mais impressiona os alunos é perceber, durante as simulações, que a estrela, fazendo referência ao Sol, não está fixa no centro do sistema planetário. Então, aproveitando essa oportunidade, mostram-se os modelos antigos do Universo. O modelo Geocêntrico, onde, a terra não era o centro do sistema planetário e sim do Universo como um todo. E, o modelo Heliocêntrico, onde o Sol, também, não era o centro do Sistema Solar e sim o centro do Universo.

Essa abordagem serve como conhecimento prévio para as últimas simulações, por vídeos. Nelas, constam a forma correta de representar o movimento do Sistema Solar em sua longa jornada pela nossa galáxia, a Via Láctea, desmitificando a imagem estática que aprendem em livros didáticos figura 11.

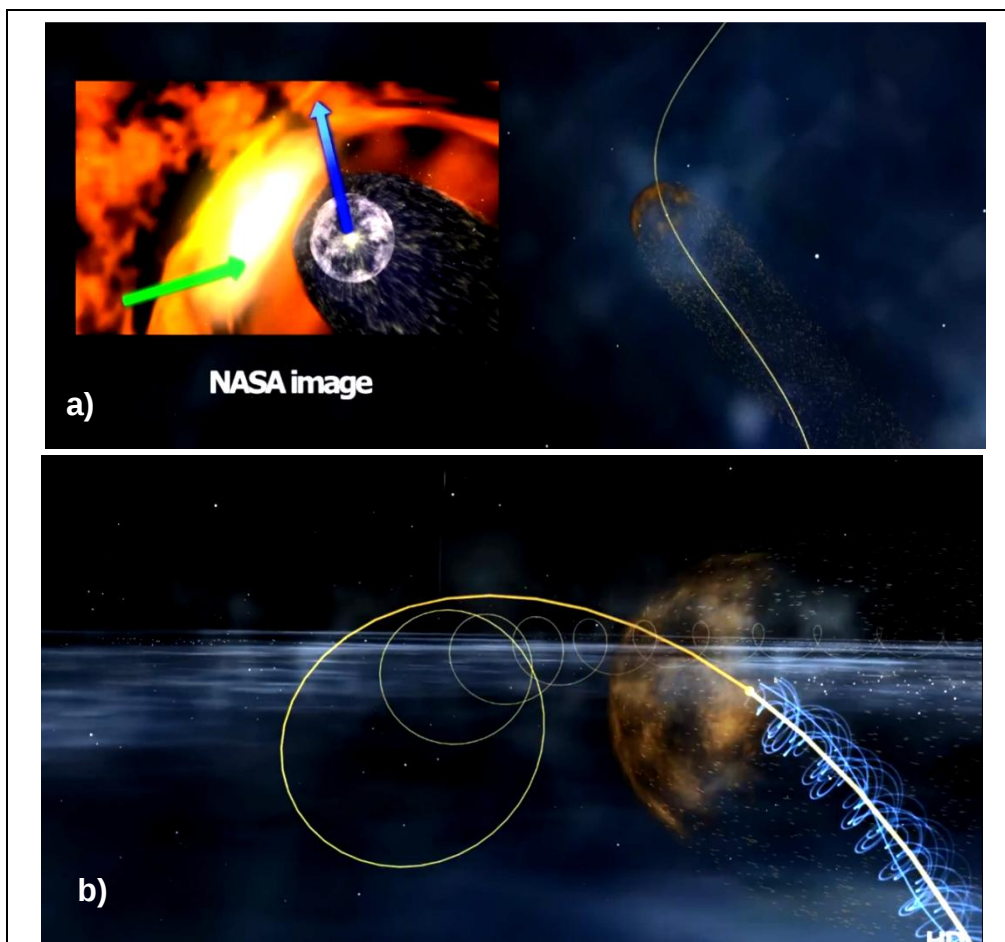
Figura 11 - O Sistema Solar. a) Modelo Heliocêntrico. b) O movimento correto do Sistema Solar.



Fonte: DjSadhu. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=C4V-oolTrws>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

No primeiro momento do vídeo, mostra-se uma simulação dos planetas em órbitas em um plano estático, o antigo modelo heliocêntrico, como ilustra a Figura 11a. Ressalta-se que esse modelo é incompleto. Logo em seguida, apresenta-se a simulação da forma correta de representar o Sistema Solar. O Sol é como um cometa arrastando os planetas em seu rastro num movimento de vórtice, conforme a figura 11b. Enfatiza-se e esclarece-se aos alunos que, em uma escala de proporção correta, não seria possível visualizar os planetas devido às suas distâncias em relação uns aos outros, e não se pode afirmar que é o movimento verdadeiro, pois o movimento é relativo a algo. Na simulação, a escala está exagerada, para facilitar a compreensão e o entendimento.

Figura 12 - a) Dados da NASA na simulação e b) o movimento ondulatório do Sistema Solar.



Fonte: Imagem do vídeo - DjSadhu. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=C4V-oolTrws>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

Contudo, também, enfatiza-se aos alunos que a simulação virtual não abandona os conceitos da ciência, deixando as animações apenas como mera ficção científica. Ela frequentemente os utiliza como base para criar cenários e representações, como mostra a Figura 12a, a influência do campo magnético do Sol e o rastro da radiação solar. O objetivo principal de uma simulação virtual é replicar ou modelar aspectos da realidade (ou hipóteses) para fins de análise, compreensão, ensino ou desenvolvimento de novas ideias.

Explica-se, ainda, que o Sol não se move apenas de forma plana pelo disco da Via Láctea; ele também oscila, executando um movimento ondulatório. Essa trajetória orbital do Sol ao redor do centro galáctico é aproximadamente elíptica, conforme a Figura 12b. Ressalta-se que o Sol, assim como outras estrelas no disco da Via Láctea, orbita o centro da galáxia, que é ocupado por um buraco negro supermassivo

chamado *Sagittarius A**. O período orbital (ano galáctico), o Sol leva aproximadamente 225 a 250 milhões de anos para completar uma volta ao redor do centro da galáxia.

Durante a simulação, nota-se os olhares voltados para a aula durante a simulação das leis de Kepler, conforme as Figuras 13a e 13b. Impressionados, os alunos percebem que o movimento do Sol em sua trajetória pela galáxia é um processo dinâmico e fascinante. Esse movimento demonstra que o Sol não está estático, mas sim em uma dança cósmica constante dentro da Via Láctea.

Figura 13 - Momento em que os alunos voltaram sua atenção para a aula.



Fonte: Figura do Autor.

A seguir, a estratégia de aplicação didática da aula 03:

AULA 03	
OBJETO DO CONHECIMENTO - DINÂMICA: GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.	
Série: 1º Ano	DURAÇÃO: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA	HABILIDADES
✓ As leis de Kepler: lei das órbitas, lei das áreas e lei dos períodos. ✓ lei da Gravitação Universal.	✓ Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	✓ (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

RECURSOS ESSENCIAIS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	✓ Notebook, internet, Datashow ou lousa branca para exibição de slides, simulador virtual interativo do Phet Física e vídeos; ✓ Marcador; ✓ Google Drive: para acessar as apresentações em PowerPoint, os materiais e as atividades avaliativas estão disponíveis no seguinte link: https://drive.google.com/drive/folders/1xXME_D6AYOXtzU15JwQ0zw02YYgF37lZ?role=writer ou no QR code. <i>. Aponte para o</i> QR CODE! 
DISPOSIÇÃO DA TURMA	✓ A classe será estruturada com filas organizadas, escolhida para promover uma interação mais eficiente entre o professor e os alunos.
METODOLOGIA	✓ A terceira aula é dividida em duas fases distintas: o primeiro momento, busca-se conectar os conhecimentos prévios sobre a Gravitação Universal; ✓ A segunda fase, após o momento de despertar os conhecimentos prévios dos alunos, dá-se início à aula por simulações de vídeos. Nelas, constam a forma correta de representar o movimento do Sistema Solar em sua longa jornada pela nossa galáxia, a Via Láctea, desmitificando a imagem estática que aprendem em livros didáticos.

CONCLUSÃO	✓ Em síntese, a terceira aula proporciona uma abordagem dinâmica e esclarecedora acerca da Gravitação Universal. Em primeiro momento, estabelece-se uma conexão com os conhecimentos prévios dos alunos, preparando-os para uma compreensão mais aprofundada do tema. Na sequência, por meio da exibição de vídeos explicativos, apresenta-se uma representação mais precisa do movimento do Sistema Solar, rompendo com a visão estática tradicional presente nos livros didáticos e ampliando a percepção dos estudantes quanto à complexidade e à magnitude do universo.
ATIVIDADES AVALIATIVAS	✓ A avaliação será por observação (ApO); Vídeos; Resolução de exercícios.
REFERÊNCIA	✓ BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal.pdf ✓ NUSSENZVEIG, H. M. Urso de Física básica - vol. 1 - 4ª edição - São Paulo: Editora Blucher, 2002. ✓ OLIVEIRA, F. R. DE. DE OLIVEIRA, D. H. I. FERNANDES, A. H. Metodologias ativas: repensando a prática docente no contexto educacional do século xxi. Revista Aproximação - Volume 03. Número 06. - Jan-Jun 2021, ISSN: 2675-228X - Guarapuava - Paraná - Brasil. 2021

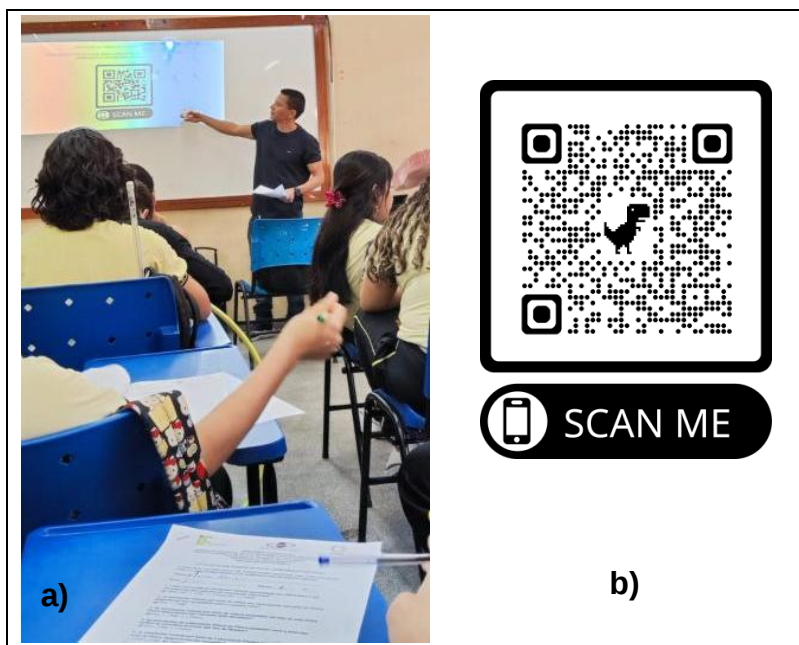
2.1.4 - Aula 04 - Avaliação Formativa do Produto Educacional Implementado nas Aulas da Sequência Didática.

Nessa quarta aula, dedica-se à aplicação de uma avaliação formativa em forma de questionário, através de um QR code, para a realização de forma online, conforme as Figuras 14a e 14b.

Os alunos são informados de que a avaliação não é para mensurar resultados em forma de notas para o ano escolar, mas sim para identificar as dificuldades, analisar

e sintetizar qualitativamente as estratégias pedagógicas. Novamente, ocorre a necessidade de realizar algumas avaliações de forma impressa, pois há alunos que não possuem Internet em seus aparelhos celulares.

Figura 14 - a) Momento da realização da Avaliação Formativa. b) QR Code para acessar a avaliação.



Fonte: Figura do Autor.

Ao longo das três aulas, percebe-se uma atitude dedicada, um envolvimento ativo e uma atenção concentrada dos alunos. Durante as atividades práticas, os alunos são bastante participativos, ficando claro que estão motivados e despertam suas curiosidades.

A seguir, a estratégia de aplicação didática da aula 04:

AULA 04	
OBJETO DO CONHECIMENTO - DINÂMICA: LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.	
Série: 1º Ano	DURAÇÃO: 48 minutos

DETALHAMENTO DO OBJETO DO CONHECIMENTO	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA	HABILIDADES
✓ Avaliação Formativa do Produto Educacional Implementado nas Aulas da Sequência Didática.	✓ Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	✓ Avaliar os alunos do 1º ano do ensino médio por meio de uma sequência didática, utilizando uma Avaliação Formativa para a verificação da aprendizagem.

RECURSOS ESSENCIAIS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	✓ Notebook, internet, Datashow, lousa branca para exibição do QR code; ✓ Marcador; ✓ Folha impressa para a Avaliação Formativa, pois há alunos que não possuem Internet em seus aparelhos celulares; ✓ Google Drive: para acessar as apresentações em PowerPoint, os materiais e as atividades avaliativas estão disponíveis no seguinte link: https://drive.google.com/drive/folders/1xXME_D6AYOXtzU15JwQ0zw02YYgF37IZ?role=writer ou no QR code. <i>. Aponte para</i> QR CODE! 
DISPOSIÇÃO DA TURMA	✓ A classe será organizada em filas para otimizar a aplicação da avaliação, garantindo um ambiente propício à concentração dos alunos. O professor terá fácil circulação entre as fileiras, permitindo acompanhamento e esclarecimento de dúvidas.
METODOLOGIA	✓ A quarta aula será organizada em 3 fases: ✓ 1ª fase: disponibilizar o Qr code em Slide; ✓ 2ª fase: disponibilizar a avaliação impressa, pois há alunos que não possuem Internet em seus aparelhos celulares e em seguida ler a avaliação para a turma, com o intuito de esclarecer possíveis dúvidas sobre as questões formuladas. ✓ 3ª Etapa: coletar as avaliações impressas dos estudantes assim que concluírem suas respostas.

CONCLUSÃO	✓ Em conclusão, a quarta aula foi planejada para garantir que todos os alunos tenham igualdade de acesso à avaliação, independentemente de suas condições tecnológicas. Além de possibilitar a demonstração do conhecimento adquirido, a atividade proporciona uma reflexão aprofundada sobre as aplicações das Leis de Newton e da Gravitação Universal no dia a dia. Dessa forma, os estudantes não apenas consolidam seu aprendizado, mas também reconhecem a relevância desses conceitos na compreensão dos fenômenos naturais e no desenvolvimento científico e tecnológico.
ATIVIDADES AVALIATIVAS	✓ Será realizado uma Avaliação Formativa
REFERÊNCIA	✓ BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal.pdf ✓ LIMA, J. S. P. SOUZA, A. da C. REIS, A dos. OLIVEIRA, I. V. da C. ROSÁRIO, M. S. do. ANDRADE, H. S. A educação digital em sala de aula: O impacto no aprendizado dos educandos em um contexto de desigualdades educacionais. Revista Aproximação — Volume 04. Número 09. — Jul-Dez 2022 ISSN: 2675-228X — Guarapuava - Paraná - BRASIL. Jan, 2023. ✓ MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999. ✓ RAMALHO JUNIOR, FERRARO, N. G. SOARES, P. A. de T. Os Fundamentos da Física, — 11 ed. — São Paulo: Moderna Plus, 2015.

APÊNDICE A – REORGANIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS

APÊNDICE B – AVALIAÇÕES DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Avaliação de Conhecimentos

Avaliação Diagnóstica

Avaliação Formativa

APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL

Autorização do Responsável

APÊNDICE D – MATERIAIS UTILIZADOS EM SALA DE AULA

Aula 1 - As Leis de Newton.

Aula 2 - Gravitação Universal.

APÊNDICES

Obs.: OS APÊNDICES C E D estão disponíveis para o acesso no Google Drive link: https://drive.google.com/drive/folders/1xXME_D6AYOXtzU15JwQ0zw02YYgF37lZ?role=writer ou no QR code.



APÊNDICE B – AVALIAÇÕES DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS

LEIS DE NEWTON E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Aluno: _____

Série: _____ Turma: _____ Nº _____

1. **O que é necessário para que um corpo altere seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso?**
 - a) A presença de atrito.
 - b) Uma aceleração constante.
 - c) A ação de uma força externa.
 - d) Um aumento de massa.
 - e) A ausência de resistência do ar.
2. **De acordo com a Primeira Lei de Newton, qual condição é necessária para que um corpo esteja em equilíbrio dinâmico?**
 - a) A presença de aceleração.
 - b) A força resultante ser igual a zero.
 - c) A existência de forças contrárias desiguais.
 - d) A ausência de massa.
 - e) Um sistema isolado sem gravidade.
3. **A Segunda Lei de Newton estabelece que a força resultante que atua sobre um corpo é:**
 - a) Sempre constante, independentemente da aceleração.
 - b) Inversamente proporcional à sua massa.
 - c) Diretamente proporcional à aceleração e na mesma direção desta.
 - d) Responsável pela conservação da energia mecânica.
 - e) O produto da velocidade pelo tempo.
4. **Qual das situações abaixo exemplifica corretamente a Terceira Lei de Newton?**
 - a) Um objeto deslizando sem atrito.
 - b) Um carro freando em uma ladeira.
 - c) Uma pessoa empurrando uma parede com uma força $\vec{F}$, a parede exerce uma força de mesma intensidade e direção oposta sobre a mão.
 - d) Um corpo girando ao redor de outro.
 - e) A gravidade agindo sobre a lua.

5. De acordo com a Segunda Lei de Newton, o que ocorre durante uma partida de cabo de guerra para que uma equipe vença?

- a) As duas forças se anulam.
- b) A equipe vencedora aplica uma força resultante maior, na direção do movimento.
- c) A força de atrito é eliminada.
- d) A aceleração das equipes é igual.
- e) A massa dos participantes é irrelevante.

6. O que a Segunda Lei de Kepler revela sobre o movimento dos planetas em suas órbitas ao redor do Sol?

- a) Os planetas descrevem órbitas circulares com velocidade constante.
- b) O Sol está sempre no centro exato da órbita dos planetas.
- c) Um planeta varre áreas iguais em tempos iguais, mesmo com variação de velocidade.
- d) A distância entre o planeta e o Sol permanece constante durante toda a órbita.
- e) Os planetas se movem mais lentamente ao se aproximarem do Sol.

7. O que caracteriza o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico?

- a) O Sol orbita a Terra em movimentos circulares.
- b) A Lua é o centro do sistema solar.
- c) A Terra é fixa e todos os astros giram ao seu redor.
- d) O Sol está no centro do sistema solar e os planetas giram ao seu redor.
- e) O universo é composto apenas por estrelas fixas em uma esfera celeste.

8. De acordo com a Primeira Lei de Kepler, como é a órbita dos planetas ao redor do Sol?

- a) Circular, com velocidade constante.
- b) Elíptica, com o Sol em um dos focos da elipse.
- c) Irregular, sem forma definida.
- d) Espiral, em direção ao Sol.
- e) Circular, com o Sol no centro exato da órbita.

9. O que afirma a Terceira Lei de Kepler sobre o movimento dos planetas?

- a) A órbita dos planetas é sempre circular.
- b) Os planetas mais distantes giram mais rapidamente ao redor do Sol.
- c) A velocidade orbital dos planetas é constante.
- d) O quadrado do período orbital é proporcional ao cubo da distância média ao Sol.
- e) Todos os planetas têm o mesmo tempo de revolução.

10. Qual é a principal afirmação da Lei da Gravitação Universal de Newton?

- a) A Terra atrai todos os corpos apenas por estar no centro do universo.
- b) A força gravitacional é a mesma para todos os corpos, independentemente de sua massa.
- c) Dois corpos com massa se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.
- d) A gravidade atua apenas em corpos celestes e não em objetos terrestres.
- e) A força gravitacional depende apenas da distância entre os corpos.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA

Aluno: _____

Série: _____ **Turma:** _____ **Nº** _____

1. Você gosta da disciplina de Física?

() Sim () Não

2. Se não, qual o motivo? Pode marcar mais de uma opção.

() Difícil de entender os conceitos

() Não consegue associar os conceitos as necessidades dos cálculos

() Cálculos muito difíceis

() As aulas não me motivam

() As aulas não despertam minha curiosidade

3. Qual ou quais ferramentas digitais seu professor utiliza nas aulas de Física? Pode marcar mais de uma opção.

() Retroprojetores

() Editor de texto

() Slides

() Gráficos e tabelas

() AVA

() Google Workspace

() Google Sala de Aula

() Kahoot!

() Nenhum

4. A escola oferece aulas práticas de Física?

- ☐ A escola não possui laboratório
- ☐ Não usa
- ☐ Usa raramente
- ☐ Usa com pouca frequência
- ☐ Usa com muita frequência

5. O professor faz uso de Laboratórios Virtuais de Física para os alunos visualizarem os conceitos enquanto está ocorrendo a explicação?

- ☐ Sim ☐ Não

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

AVALIAÇÃO FORMATIVA

TECNOLOGIAS DIGITAIS: SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA FÍSICA

Aluno: _____
Série: _____ **Turma:** _____ **Nº** _____

1. Como você avalia as simulações virtuais apresentada nos vídeos para o seu entendimento dos conceitos da Gravitação Universal?

() Muito útil () Útil () Pouco útil () Inútil

2. As simulações virtuais por meio de vídeos que você assistiu nas aulas de Física, despertaram sua curiosidade sobre o assunto visto?

() Sim () Não

3. As simulações virtuais por meio de vídeos assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?

() Sim () Não () Talvez

4. As simulações do Laboratório Virtual de Física ajudaram você a entender melhor os conceitos teóricos das leis de Newton?

() Sim () Não () Talvez

5. As simulações virtuais por meio do Laboratório Virtual assistidas em sala de aula sobre Física despertaram seu interesse pela disciplina?

() Sim () Não () Talvez

6. Qual a eficácia quanto ao uso das simulações virtuais no Laboratório Virtual de Física como ferramenta para explicação dos conceitos da Física?

() Muito eficaz () Eficaz () Pouco eficaz () Ineficaz

7. As simulações virtuais ajudaram a tornar as aulas mais interessantes e envolventes?

() Sim () Não () Talvez

8. Deveria haver mais simulações virtuais nas aulas de Física?

() Sim () Não () Talvez

9. Quais outras ferramentas digitais você gostaria que fossem usadas nas aulas de Física?

- () Simulações interativas
- () Jogos educativos
- () Aplicativos de realidade aumentada
- () Plataformas de aprendizado online
- () Outros: _____

REFERÊNCIAS

- APPOLINÁRIO, F. Dicionário de Metodologia Científica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 295p. BORBA, Francisco da Silva. (Org.). Dicionário UNESP de Português Contemporâneo. São Paulo: Editora Unesp, 2004. 1.470p.
- ASSIS, M. C. de. Metodologia do Trabalho Científico. Faculdade do Sertão (UESSBA) – Pedagogia. 2013. Disponível em <<https://www.docsity.com/pt/pormaria-cristina-de-assismetodologia-do-trabalhocientifico/4863932/>>
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf
- FERREIRA, R. C. UMA ANÁLISE DA SIMULAÇÃO PhET COLORADO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA: um estudo de caso comparativo com a realidade. Orientador: Augusto César Lima Moreira. 2023. 76f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social 6. ed. São Paulo:Atlas, 2008.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos da Física. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1015 vol 4; 2010.
- LIMA, J. S. P. SOUZA, A. da C. REIS, A dos. OLIVEIRA, I. V. da C. ROSÁRIO, M. S. do. ANDRADE, H. S. A educação digital em sala de aula: O impacto no aprendizado dos educandos em um contexto de desigualdades educacionais. Revista Aproximação — Volume 04. Número 09. — Jul-Dez 2022 ISSN: 2675-228X — Guarapuava - Paraná - BRASIL. Jan, 2023.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.
- NUSSENZVEIG, H. M. Urso de Física básica - vol. 1 - 4ª edição - São Paulo: Editora Blucher, 2002.
- OLIVEIRA, F. R. DE. DE OLIVEIRA, D. H. I. FERNANDES, A. H. Metodologias ativas: repensando a prática docente no contexto educacional do século xxi. Revista Aproximação - Volume 03. Número 06. - Jan-Jun 2021, ISSN: 2675-228X - Guarapuava - Paraná - Brasil. 2021
- RAMALHO JUNIOR, FERRARO, N. G. SOARES, P. A. de T. Os Fundamentos da Física, — 11 ed. — São Paulo: Moderna Plus, 2015.
- RODRIGUES, M. L.; LIMENA, M. M. C. (Orgs.). Metodologias multidimensionais em Ciências Humanas. Brasília: Líber Livros Editora, 2006. 175p.