



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

***Cursos experimentais de Física na Universidade Federal de  
Viçosa no contexto da pandemia COVID-19: uma  
comparação entre duas abordagens experimentais***

Vinicius Pinheiro da Silva Santos – 90115  
Prof. Leonarde do Nascimento Rodrigues (Orientador)


**Viçosa – Minas Gerais – Brasil  
Dezembro – 2023**

Vinícius Pinheiro da Silva Santos

***Cursos experimentais de Física na Universidade Federal de Viçosa no contexto da pandemia COVID-19: uma comparação entre duas abordagens experimentais***


Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a Conclusão da Disciplina Monografia II (FIS 497).

Aprovada: 07 de dezembro de 2023

Documento assinado digitalmente  
 LEONARDE DO NASCIMENTO RODRIGUES  
Data: 07/12/2023 21:43:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Leonarde do Nascimento Rodrigues  
Orientador

Documento assinado digitalmente  
 SERGIO LUIS DE ABREU MELLO  
Data: 07/12/2023 22:40:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Sérgio Luis de Abrel Mello  
Examinador

Documento assinado digitalmente  
 EDUARDO NERY DUARTE DE ARAUJO  
Data: 08/12/2023 09:35:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Eduardo Nery Duarte de Araújo  
Examinador

Documento assinado digitalmente  
 ANDREZA GERMANA DA SILVA SUBTIL  
Data: 07/12/2023 20:36:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Andreza Germana da Silva Subtil  
Coordenadora da FIS 497

---

# Resumo

O campo da educação emergiu como uma das atividades humanas mais profundamente impactadas pela pandemia de COVID-19. Mesmo com o retorno das atividades presenciais, a necessidade de estabelecer metodologias eficazes para ambientes de aprendizagem online remotos permanece crucial. O uso e desenvolvimento de recursos digitais tornaram-se fundamentais no processo de ensino-aprendizagem e provaram ser uma alternativa viável para superar algumas das limitações, como a falta de infraestrutura laboratorial. Compreender a experiência dos alunos em ambientes de aprendizagem remota (on-line), especialmente em cursos de física experimental, desempenha um papel fundamental na estruturação de cursos nessa modalidade. Este estudo teve como objetivo coletar e analisar informações ao longo de dois semestres durante a pandemia, com 290 alunos matriculados em cursos teóricos e experimentais de física. O objetivo central foi mapear a adesão dos alunos e as expectativas de desempenho nas atividades propostas, além de identificar suas perspectivas e preocupações, principalmente em relação ao desenvolvimento de habilidades práticas adquiridas no laboratório. Analisou-se duas metodologias de cursos experimentais: um grupo de alunos realizou atividades com experimentos virtuais simulados, enquanto um segundo grupo usou experimentos reais em formato de vídeo (experimentos gravados). Os resultados indicam que os alunos que participaram dos cursos com simulações virtuais obtiveram um melhor ganho de aprendizado. Com base na comparação das abordagens dos dois cursos experimentais, foi possível identificar dificuldades conceituais apresentadas pelos alunos, indicando pontos teóricos específicos que também devem ser abordados nos cursos experimentais. Além disso, os alunos expressaram boas expectativas em relação ao desempenho e aprendizado durante o período remoto. No entanto, manifestaram uma preocupação relevante sobre a possibilidade de comprometer suas habilidades experimentais em suas atividades profissionais.

**Palavras-chaves:** Física, Ensino, Pandemia, COVID-19, Física Experimental

# Abstract

The field of education has emerged as one of the human activities most profoundly impacted by the COVID-19 pandemic. Even with the return of face-to-face activities, the need to establish effective methodologies for online remote learning environments remains crucial. The use and development of digital resources has become fundamental in the teaching-learning process and has proven to be a viable alternative to overcome some of the limitations such as the lack of laboratory infrastructure. Understanding students experience in remote (online) learning environments, especially in experimental physics courses, plays a key role in structuring courses in this modality. This study aimed to collect and analyze information, throughout two semesters during the pandemic, of 290 students enrolled in theoretical and experimental physics courses. The central objective was to map the students adherence and expectation on performance in the proposed activities, and to identify their perspectives and concerns, mainly in relation to the development of practical skills acquired in the laboratory. We analyzed two experimental courses methodologies: a group of students carried out activities with simulated virtual experiments, while a second group used real experiments in video format (recorded experiments). The results indicate that students whom participated in the courses with virtual simulations obtained a better learning gain. Based on the comparison of the two experimental course approaches, it was possible to identify conceptual difficulties presented by the students, indicating specific theoretical points that should also be addressed in the experimental courses. In addition, students expressed good expectations regarding performance and learning during the remote period. However, they expressed a relevant concern about the possibility of compromising their experimental skills in their professional activities.

**Key-words:** Physics, Education, Pandemic, COVID-19, Experimental Physics.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Medodologia</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>19</b>
4.1	Cursos remotos durante a pandemia	19
4.2	Cursos experimentais remotos durante a pandemia	22
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>27</b>
	<b>Referências</b>	<b>28</b>
	<b>ANEXO A Questionário Geral</b>	<b>30</b>
	<b>ANEXO B Pré e Pós-Teste:</b>	<b>33</b>

# 1 Introdução

A pandemia da COVID-19 impôs uma urgência global em todas as atividades humanas, incluindo o ensino. Manter a continuidade no processo de ensino-aprendizagem tornou-se um desafio essencial e sem precedentes. Considerando o contexto provocado pela COVID-19, em que houve pouco tempo para planejar como lidar com a situação, o modelo tradicional de educação presencial em salas de aula foi forçado a se adaptar em um curto período de tempo. Os profissionais da educação enfrentaram um cenário complexo de ensino remoto emergencial, sem possuir uma experiência anterior, sem tempo para pensar em um planejamento cuidadoso e sem acesso imediato a recursos tecnológicos apropriados para o desenvolvimento de cursos remotos. Efetivamente, muitos colegas foram levados a adaptar aproximadamente suas atividades de ensino presencial para o modelo de ensino remoto. Neste cenário, a internet assumiu um papel central na troca de conhecimento das atividades de ensino. Universidades em todo o mundo tiveram que se adaptar rapidamente a essa nova realidade. A Universidade Federal de Viçosa (UFV) não foi exceção, movendo todos os seus esforços para fornecer uma estrutura que permitisse a continuidade dos períodos letivos.

Compreender a percepção do estudante em relação ao seu processo de ensino-aprendizagem é de suma importância para a elaboração de abordagens que possam fornecer recursos para aprimorar práticas pedagógicas e sequências didáticas eficazes na promoção de habilidades e competências. Os estudantes, em geral, estão preocupados com seu desenvolvimento profissional e a perspectiva de ingressar no mercado de trabalho. Compreender os conteúdos oferecidos nos cursos de laboratório de Física é, essencialmente, compreender fenômenos, desenvolver intuição sobre sistemas e adquirir habilidades no manuseio de equipamentos e ferramentas de medição. Nessa perspectiva, os cursos de física experimental devem se concentrar na promoção desses fundamentos.

Estruturar um curso laboratorial em um ambiente completamente remoto não é uma tarefa usual. O primeiro obstáculo enfrentado foi a falta de tempo hábil para a construção de uma estrutura específica para esse contexto. Como resultado, adaptou-se abordagens tradicionalmente usadas no ensino presencial para o formato remoto. Uma questão inicial foi se essa adaptação seria suficiente para proporcionar os recursos essenciais para a construção do conhecimento, habilidades e competências. Nesse contexto, uma parte da pesquisa foi dedicada à comparação de dois formatos distintos de laboratório remoto, com o objetivo de fornecer indicativos sobre qual prática pode ser mais bem recebida nesse cenário.

O trabalho tem como propósito apresentar os dados e as informações obtidos por meio da pesquisa realizada, cujo principal objetivo foi compreender a perspectiva dos

alunos diante das circunstâncias excepcionais de ensino. No âmbito das disciplinas laboratoriais, explorou-se duas abordagens pedagógicas distintas com a intenção de investigar qual delas apresenta um melhor desenvolvimento de conceitos físicos apresentado pelos estudantes, reconhecendo a mais eficaz na promoção de competências essenciais. Além disso, abordou-se questões relacionadas a fatores socioemocionais, organizacionais, materiais e de comunicação, que desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento dos alunos. Dessa forma, este trabalho aborda a complexidade da adaptação do ensino durante a pandemia e destaca a importância de compreender as experiências e percepções dos estudantes, além de investigar estratégias pedagógicas mais eficazes.

## 2 Revisão Bibliográfica

Para conduzir uma análise abrangente sobre o ensino remoto, com foco no desenvolvimento de laboratórios, é fundamental compreender como essas práticas eram tradicionalmente estruturadas e como passaram por adaptações durante a pandemia. A distinção precisa entre os tipos de laboratórios não é imediatamente evidente, uma vez que muitas experiências laboratoriais passaram a ser mediadas por computadores. Nesse contexto, é necessário definir um curso remoto como aquele em que nenhuma atividade prática é realizada presencialmente, seja em aulas teóricas ou experimentais. Superar as práticas presenciais representa um desafio significativo, considerando a importância da psicologia da presença, que engloba as percepções que o ensino presencial proporciona aos alunos. Portanto, a transição para o ensino remoto requer uma abordagem que leve em conta não apenas a tecnologia, mas também a manutenção de uma experiência de aprendizado que se assemelhe ao ensino presencial em termos de envolvimento e interação. (MA; NICKERSON, 2006).

Um ponto de debate relevante se refere à avaliação dessas diferentes tecnologias, muitas vezes confundida pelo uso de diversos objetivos educacionais como critérios para julgar a eficácia dos laboratórios. As correntes que defendem a abordagem dos laboratórios práticos enfatizam o desenvolvimento de habilidades práticas, enquanto os proponentes dos laboratórios remotos se concentram na promoção da compreensão conceitual (MA; NICKERSON, 2006). Vale destacar que, os laboratórios remotos estão ganhando popularidade devido ao seu potencial para disponibilizar dados experimentais reais de forma acessível, ao mesmo tempo em que ampliam a flexibilidade e a disponibilidade das atividades práticas, motivando os alunos a se envolver mais ativamente. Por outro lado, os laboratórios práticos são reconhecidos por proporcionar dados reais e experiências fundamentais para a compreensão do papel dos experimentos na aprendizagem científica. No entanto, são frequentemente apontados como dispendiosos e apresentam limitações no atendimento às necessidades específicas dos alunos, bem como na garantia de sua satisfação (MA; NICKERSON, 2006).

No cenário acadêmico, diversas abordagens foram adotadas pelas universidades, com um enfoque especial nas áreas de engenharia, ciência e tecnologia, para viabilizar práticas laboratoriais e métodos de ensino remoto. Um ponto de destaque reside na necessidade de manter padrões acadêmicos elevados e garantir uma experiência de aprendizado de alta qualidade, mesmo quando os modos de entrega são predominantemente on-line ou uma combinação destes. A transição para o ensino remoto trouxe consigo uma série de desafios para os educadores, sendo que um dos principais é a busca de soluções para a realização de práticas laboratoriais à distância. Tais desafios têm sido discutidos em relação



às diferentes abordagens implementadas para garantir a eficácia dessas atividades.

Um requisito crucial para a eficácia do ensino à distância é o acesso à internet, que se estabeleceu como um elemento fundamental para a educação contemporânea. Contudo, é importante reconhecer que a desigualdade de acesso à internet persiste em diferentes partes do mundo, tornando necessário um esforço adicional para garantir a igualdade de oportunidades educacionais. Questões relacionadas ao acesso a tecnologia, engajamento e motivação no contexto virtual foram alguns dos desafios enfrentados pelos estudantes durante o período de pandemia. Estudos apontam a necessidade de ênfase na importância de fornecer suporte e recursos adequados aos estudantes, de forma a assegurar o seu sucesso em ambientes remotos (CASPER et al., 2022). Essas informações têm o potencial de orientar futuras iniciativas de educação remota emergencial, fornecendo diretrizes cruciais para melhorar a experiência global de aprendizado dos estudantes que enfrentam situações semelhantes.

A pandemia marcou uma profunda divisão entre a educação antes e depois da COVID-19, destacando a importância de preparar os profissionais da educação para modelos de ensino diversos. Embora os cursos práticos, simulados e remotos compartilhem semelhanças no processo de aprendizagem, fatores como custo, nível do curso e o nível de interação entre instrutores e alunos requerem consideração cuidadosa. No entanto, a mudança abrupta dos cursos de laboratório tradicionais para alternativas remotas pode ter influenciado as expectativas dos alunos e o cenário educacional.

Durante a transição para o ensino remoto de emergência, os professores de laboratórios de física adotaram uma série de estratégias comuns para garantir uma experiência de ensino eficaz. Entre essas estratégias, destaca-se o uso de diversas ferramentas de simulação, que possibilitaram aos estudantes participar de experiências práticas à distância (WERTH et al., 2022). Adicionalmente, os objetivos de aprendizagem dos cursos foram ajustados para focar mais fortemente os conceitos fundamentais, preservando assim o valor educacional das disciplinas. Uma mudança notável envolveu a redução do trabalho em grupo, uma adaptação motivada por preocupações relacionadas à equidade no acesso à tecnologia. Essa abordagem demonstrou ser uma prática amplamente adotada pelos professores de laboratório de física durante a pandemia, destacando-se o uso de simulações como iniciativas mais imediatas para adaptar os cursos ao ambiente remoto. Ficou evidente a necessidade de ajustar os objetivos de aprendizagem, o que, por sua vez, contribuiu para a manutenção da qualidade educacional. Ao considerar as questões tecnológicas e de equidade, constatasse uma preocupação adicional com as dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a transição, colocando o foco no aluno como figura central no processo de aprendizagem.

Os laboratórios não tradicionais têm se mostrado tão eficazes quanto os métodos de laboratório tradicionais quando se trata de alcançar resultados de aprendizagem

significativos. Entretanto, um aspecto que carece de investigação é se a participação em laboratórios não tradicionais pode influenciar o desempenho dos alunos em laboratórios tradicionais subsequentes, comprometendo suas habilidades. Outro ponto importante é que os estudantes tendem a não perceber os projetos dos laboratórios à distância como uma verdadeira aplicação da metodologia científica. Em suas perspectivas, esses projetos eram considerados "um pouco infantis", enquanto um grupo menor de estudantes revelaram ter apreciado a liberdade que o formato de laboratório à distância lhes proporcionou (MOOSVI; REINSBERG; RIEGER, 2019). A capacidade de projetar seus próprios experimentos e a flexibilidade de realizar os laboratórios em seu próprio tempo foram aspectos destacados como vantajosos. Essas percepções variadas destacam a complexidade das experiências dos estudantes em laboratórios à distância e sublinham a importância de equilibrar os desafios e as vantagens desse formato de ensino (MOOSVI; REINSBERG; RIEGER, 2019).

Entender a percepção, atitudes e crenças dos estudantes diante das mudanças ocasionadas pela pandemia pode fornecer informações valiosas para atender a futuras necessidades. Algumas instituições já dispunham (antes da pandemia de COVID-19) de ferramentas destinadas a avaliar a qualidade dos cursos de física experimental como o E-CLASS, desenvolvido pela Universidade do Colorado. Trata-se de uma plataforma digital dedicada à mensurar as opiniões dos alunos. Para determinar se as opiniões dos alunos foram afetadas durante o ano de 2020 em comparação com 2019, foram realizadas comparações das pontuações totais do E-CLASS. Surpreendentemente, os resultados gerais demonstraram que as pontuações totais do E-CLASS dos alunos não foram significativamente inferiores em 2020 em relação a 2019 (FOX et al., 2021). Contudo, vale ressaltar que houve variações notáveis nas pontuações médias do E-CLASS em algumas questões individuais, especialmente nos dados de 2020. Essas flutuações sugerem que, embora o impacto global não tenha sido negativo, as mudanças no ensino do laboratório de física podem ter afetado a percepção dos alunos em relação a aspectos específicos desse processo educacional como dificuldade de interação com o experimento e motivação (FOX et al., 2021).

A compreensão da forma como os estudantes perceberam a súbita transição para o aprendizado remoto é fundamental para o desenvolvimento de estratégias que possam atendê-los de maneira mais eficaz nesse contexto. Existem evidências que estabelecem uma correlação entre boas habilidades de comunicação, auto-organização e a percepção do desempenho de aprendizagem. Os alunos que demonstraram eficácia na comunicação e na organização durante os cursos remotos, em sua maioria, relataram uma experiência de aprendizado mais positiva (KLEIN et al., 2021). Além disso, o tempo dedicado aos estudos teve um impacto significativo na percepção do desempenho geral de aprendizagem dos alunos. No que se refere aos cursos experimentais, os resultados apontaram na mesma direção: aqueles alunos que investiram mais tempo nas atividades de laboratórios remotos

tendiam a perceber um maior benefício no desenvolvimento de suas habilidades experimentais. Os estudantes valorizaram a oportunidade de realizar experimentos práticos, mesmo em um ambiente virtual, reconhecendo a importância dessas experiências para o desenvolvimento de suas competências na área. Destaca-se, ainda, que os estudantes que ingressaram na universidade durante o período de pandemia enfrentaram maiores desafios na adaptação ao ambiente acadêmico online (KLEIN et al., 2021).

Algumas instituições optaram por intervenções mais ambiciosas com projetos de uma completa reestruturação dos laboratórios introdutórios de física, como foi o caso da Universidade do Colorado. Desenvolvendo uma estrutura para operar de forma totalmente remota, uma resposta às mudanças impostas pela pandemia de COVID-19. Nesse contexto, o curso foi concebido como uma experiência de pesquisa de graduação baseada em cursos e totalmente implementado em um ambiente virtual (WERTH; WEST; LEWANDOWSKI, 2022). Durante o desenvolvimento do curso, diversos elementos foram coletados ao longo das etapas, incluindo trabalhos, projetos e tarefas dos alunos, que se tornaram componentes essenciais para avaliar o impacto da experiência educacional. Essa avaliação abordou o aprendizado dos alunos, sua confiança nas habilidades adquiridas, seus sentimentos e níveis de engajamento na pesquisa em física experimental. A coleta de dados incluiu a aplicação de pesquisas aos alunos para capturar informações sobre suas experiências e percepções ao longo do curso. Os resultados destacaram a contribuição significativa do curso para o desenvolvimento das habilidades de pesquisa dos alunos, bem como para a construção de confiança em suas capacidades. Adicionalmente, os estudantes envolvidos no curso enfatizaram a qualidade de sua colaboração em equipe, descrevendo-a como produtiva e prazerosa. Essa dinâmica positiva entre os alunos fomentou uma atmosfera motivadora e estimulante, suscitando um genuíno interesse na pesquisa em física experimental. Desse modo, esse processo de remodelagem e implementação remota do curso não apenas capacitou os alunos com habilidades de pesquisa valiosas, mas também cultivou um ambiente de aprendizado colaborativo e motivador, fortalecendo o entusiasmo e o comprometimento dos estudantes com a pesquisa em física experimental (WERTH; WEST; LEWANDOWSKI, 2022). Destaca-se, também, a contribuição potencial dos laboratórios on-line e ambientes de aprendizado colaborativo para aprimorar a experiência de aprendizado, sobretudo no contexto dos experimentos de ciências da natureza (GAMAGE et al., 2020).

Durante o período da pandemia, uma parte significativa dos desafios enfrentados pelos educadores envolveu a implementação das diversas estratégias de ensino, visando assegurar que os alunos recebessem um suporte educacional eficaz. Essas estratégias englobaram a disponibilização de gravações de aulas e demonstrações ao vivo, juntamente com a entrega oportuna de recursos e feedback sobre as atividades de avaliação dos alunos. Além disso, houve um esforço concentrado na melhoria da comunicação, na ampliação das oportunidades interativas, na realização de sessões adicionais de assistência e na cria-

ção de possibilidades extras para que os alunos pudessem acumular créditos acadêmicos. (AMETEPE; KHAN, 2021). É crucial enfatizar que a empatia, a flexibilidade e o comprometimento demonstrados pelo corpo docente ao adaptar suas estratégias de ensino desempenharam um papel de grande relevância na promoção do sucesso dos alunos durante esse período desafiador. Os resultados obtidos quando esse tratamento era estabelecida foram notáveis, com dados numéricos significativos provenientes dos alunos que relataram ter recebido atenção cuidadosa e considerada. Esse êxito evidencia a eficácia das abordagens humanizadas no ensino implementadas durante o período de mudanças substanciais no cenário educacional. Surpreendentemente, é digno de nota que essa atitude aparentemente resultou em melhorias nas distribuições de notas no outono de 2020, superando aquelas registradas no outono de 2019 em 12 seções de aulas de física. Essa melhoria demonstra a capacidade de adaptação e a dedicação do corpo docente em proporcionar um ambiente de aprendizado eficaz, mesmo diante de circunstâncias desafiadoras. Essas realizações destacam a resiliência e o comprometimento da comunidade educacional em tempos difíceis. (AMETEPE; KHAN, 2021). Uma inovação notável são os kits de laboratório remoto, que permitem que os estudantes vivenciem experiências práticas fora do ambiente de laboratório convencional. Esses kits trazem uma dimensão tátil e prática para o aprendizado, expandindo as oportunidades de experimentação e exploração. É importante destacar que as diferenças de custo entre laboratórios tradicionais e não tradicionais merecem uma investigação mais aprofundada. A variação nos custos dos kits de laboratório está muitas vezes relacionada à sua extensão de utilização no curso, enquanto as simulações on-line frequentemente apresentam um custo mais acessível. Além dos resultados de aprendizado, os laboratórios não tradicionais, nesse caso os laboratórios estabelecidos por meios dos kits experimentais têm o potencial de desenvolver habilidades práticas essenciais, como o manuseio de instrumentação e a consciência de segurança. Além disso, promovem competências transferíveis, como trabalho em equipe e comunicação, que são valiosas em uma variedade de contextos. Entretanto, a literatura acadêmica carece de uma terminologia e métricas padronizadas para avaliar a equivalência entre laboratórios tradicionais e não tradicionais. Portanto, a criação de critérios consistentes de avaliação é um desafio a ser enfrentado (FAULCONER; GRUSS, 2018).

Durante esse período de ensino remoto de emergência, surgiram diversas abordagens para cursos de laboratório, incluindo cursos 'Maker Lab', "Interactive Online Lab" (iOLab) e kits de experimentos caseiros personalizados. Embora essas abordagens tenham produzido resultados positivos, a implementação de cursos 'Maker Lab' e dispositivos iOLab, em particular, apresentou desafios sem experiência prévia. Além disso, restrições financeiras e crises econômicas, agravadas pela pandemia, podem limitar a capacidade dos alunos de adquirir materiais para kits de experimentos caseiros personalizados. Apesar desses desafios, essas abordagens oferecem promessa e podem complementar ou suplementar cursos presenciais em instituições para atender às futuras necessidades de

ensino remoto ou até mesmo como complementação para cursos presenciais.

O curso "Maker Lab" surgiu como uma resposta criativa e resistente à pandemia, alavancando o "Movimento Maker" (BRADBURY; POLS, 2020) para proporcionar uma experiência de laboratório de ciências físicas com foco na pesquisa aberta. Uma abordagem inovadora foi adotada, na qual a sala de aula foi invertida, permitindo que os alunos conduzissem seus experimentos de forma independente em suas casas ou em outros locais. O cerne das interações entre professores e alunos se concentrou na definição de metas, no planejamento e na avaliação dos resultados. Os alunos foram desafiados a seguir ciclos de pesquisa de forma independente, fazendo uso dos recursos disponibilizados pelas universidades. Esse processo ocorreu ao longo de um período prolongado, tal que, em alguns casos, os alunos dispuseram de até 4 meses para concluir seus projetos, garantindo um prazo adequado para a entrega. Um aspecto interessante foi a participação dos alunos em uma rodada de projetos de pesquisa abertos, ou seja, tiveram a oportunidade de criar projetos de seu interesse, com a única restrição de cumprir o distanciamento social. Resultados notáveis foram observados no que se refere à compreensão e à construção de evidências científicas. (BRADBURY; POLS, 2020)

Outros resultados igualmente positivos foram alcançados por meio de laboratórios como o Interactive Online Lab (IOlab). A combinação de tecnologia avançada com um modelo de cursos on-line que enfatizava o trabalho em equipe e o cultivo de habilidades de autorregulação estabeleceu uma base sólida e confiável para que os estudantes pudessem participar de cursos experimentais de forma mais ativa. Esses laboratórios on-line não apenas ampliaram as possibilidades de ensino, mas também demonstraram o sucesso da educação a distância quando apoiada por estratégias de ensino cuidadosamente planejadas e com tecnologia avançada (LEBLOND; HICKS, 2021).

Algumas instituições exploraram uma alternativa inovadora: kits de experimentos personalizados e acessíveis. Esses kits foram geralmente aplicados a cursos introdutórios de física e foram cuidadosamente desenvolvidos para atender aos objetivos dos laboratórios locais e às metas gerais dos cursos de laboratório, adaptando-se ao contexto do ensino remoto. Os experimentos contidos nesses kits foram meticulosamente planejados para corresponder aos objetivos pré-existentes dos experimentos de laboratório tradicionais, garantindo a continuidade da qualidade educacional. Além disso, essas adaptações se mostraram eficazes para atender às necessidades e limitações do ensino remoto, permitindo que os alunos desfrutassem de uma experiência prática, mesmo sem estarem fisicamente presentes no laboratório.

Uma parte crucial desse processo envolveu a revisão e otimização da estratégia de trabalho em grupo. Essa abordagem foi especialmente adaptada para ser aplicada no ambiente remoto e foi integrada aos kits de experimentos, possibilitando que os alunos colaborassem, mesmo à distância. Essa reestruturação permitiu que as atividades em

grupo fossem conduzidas de maneira eficiente, promovendo a aprendizagem colaborativa e a troca de conhecimento entre os alunos. Os resultados demonstraram que as metas críticas de aprendizagem foram plenamente alcançadas, e os estudantes expressaram alta satisfação com os laboratórios, indicando uma aceitação positiva. É relevante ressaltar que a colaboração entre os alunos foi facilitada por meio de salas de reunião de videoconferência, destacando que o ensino remoto pode manter um ambiente interativo e participativo([HOWARD; MEIER, 2021](#)).

### 3 Metodologia

Durante o período deste estudo, que se estendeu ao longo de dois semestres cobrindo os anos de 2021 e 2022, várias disciplinas fornecidas pelo Departamento de Física da Universidade Federal de Viçosa, tanto teóricas quanto experimentais, foram ministradas aos alunos no formato remoto. O objetivo foi avaliar a eficácia dessas aulas e coletar informações valiosas sobre a percepção dos alunos em relação às mudanças resultantes do ensino a distância. Para a coleta de dados, utilizou-se um questionário como instrumento de medida. Este questionário foi mantido anônimo para assegurar respostas imparciais. Os questionários foram disponibilizados aos estudantes matriculados nas disciplinas teóricas (FIS 201, FIS 202, FIS 203) e nas disciplinas experimentais (FIS 120, FIS 121, FIS 220, FIS 224, FIS 227, FIS 228, FIS 320). A grade curricular de cada uma dessas disciplinas está disponível no catálogo <sup>1</sup> fornecido pela Universidade Federal de Viçosa.

O questionário principal baseado na literatura, que será referenciado como questionário geral (ANEXO A) foi desenvolvido recentemente (KLEIN et al., 2021) e teve como objetivo fundamental investigar a autopercepção dos estudantes em relação a seu perfil de estudo, resultados e suas condições socioeconômicas, oferecendo uma visão abrangente das perspectivas dos alunos em relação aos cursos, tanto teóricos quanto experimentais. Para esse propósito, o questionário foi desenvolvido com base em um modelo que emprega uma escala tipo Likert de 4 pontos. Essa escala é uma ferramenta de medição que permite que os respondentes expressem seu grau de concordância ou discordância em relação a uma afirmação ou declaração. Nesse tipo de escala, os participantes são apresentados a uma série de itens, perguntas ou afirmações e, em seguida, são solicitados a indicar seu nível de concordância ou discordância em relação a cada um deles. Em uma escala Likert de 4 pontos, há quatro opções de resposta que representam diferentes graus de concordância ou discordância. Essas opções podem variar, mas uma configuração típica inclui: Concordo totalmente, concordo, discordo e discordo totalmente. Os participantes selecionam a opção que melhor descreve sua opinião ou atitude em relação a cada afirmação apresentada. Essa escala permite uma avaliação quantitativa das respostas, com valores numéricos associados a cada opção de resposta. Isso facilita a análise estatística dos dados coletados, proporcionando uma compreensão mais clara das opiniões ou atitudes dos participantes em relação ao tópico em questão.

Cada grupo de perguntas corresponde a um construto. Um construto, na área de pesquisa, refere-se a uma ideia, conceito, propriedade ou fenômeno abstrato que não pode ser diretamente observado ou medido de forma objetiva, mas que é fundamental para entender e explicar algo no contexto de uma teoria ou hipótese. Construtos são usados

---

<sup>1</sup> <<https://www.catalogo.ufv.br/ementario.php?campus=vicosa&ano=2023>>

para representar características que não podem ser observadas diretamente, mas que são cruciais para a investigação em diversas disciplinas, incluindo psicologia, sociologia, ciências sociais, educação e outras áreas. Os construtos são usados para formular hipóteses, criar modelos teóricos e desenvolver instrumentos de medição. Eles são uma maneira de simplificar e abstrair a realidade para que os pesquisadores possam estudar e entender fenômenos complexos.

Os construtos desempenham um papel fundamental na pesquisa, permitindo aos pesquisadores explorar, quantificar e compreender fenômenos abstratos, além de possibilitar a criação de teorias e modelos explicativos. A estrutura principal do questionário geral foi elaborada para investigar diversos construtos como apresentados abaixo:

i) Auto-organização (antes da pandemia): Explorou como os estudantes se percebiam em termos de organização antes do início da pandemia.

ii) Auto-organização (durante a pandemia): Avaliou o impacto da pandemia na disciplina e organização dos estudantes em relação aos seus estudos.

iii) Meio ambiente: Investigou as condições espaciais e materiais nas quais os estudantes se encontravam para realizar suas atividades durante os cursos remotos.

iv) Atitudes: Analisou a postura adotada pelos alunos durante o desenvolvimento de suas atividades remotas.

v) Comunicação: Dado que a interação e o trabalho em grupo desempenham um papel fundamental no ensino presencial, este construto buscou entender como essas interações ocorreram durante a pandemia.

vi) Aprendizado: Avaliou a autopercepção do aprendizado dos alunos durante os cursos remotos, ou seja, se os cursos atenderam às suas expectativas acadêmicas.

vii) Aprimoramento de Conceitos Físicos: Destinado aos estudantes que frequentaram disciplinas experimentais, este grupo de questões investigou como essas aulas contribuíram para o entendimento dos conceitos físicos envolvidos nos experimentos.

viii) Habilidade Experimental: Em cursos experimentais, espera-se que certas habilidades sejam desenvolvidas. Esse conjunto de perguntas mapeou a percepção dos estudantes em relação a essas habilidades.

Esses construtos foram cuidadosamente elaborados para oferecer uma compreensão abrangente das experiências dos alunos durante o período de ensino a distância, abordando desde a organização pessoal até a interação social e os resultados acadêmicos percebidos. Avaliar a consistência e confiabilidade do questionário é fundamental para garantir a qualidade dos dados coletados. Para isso, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach (KLEIN *et al.*, 2021). Esse coeficiente varia de 0 a 1, tal que valores acima de 0,7 são amplamente aceitos como indicativos de consistência e confiabilidade satisfatórias das



respostas. A tabela 1 mostra todos os construtos avaliados e seus respectivos coeficientes de Cronbach. O coeficiente é dado por:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right) \quad (3.1)$$

Onde  $\alpha$  representa o Coeficiente Alfa de Cronbach,  $K$  é o número de itens do questionário,  $\sigma_i^2$  é a variância do escore no item  $i$  e  $\sigma_T^2$  é a variância total dos escores no teste.

A coleta de dados ocorreu ao final de cada semestre e envolveu um total de 1089 alunos que participaram de cursos online remotos. Para garantir o acesso controlado ao questionário, este foi vinculado às contas de e-mail institucionais dos estudantes da Universidade Federal de Viçosa. Essa abordagem assegurou que apenas os alunos com credenciais institucionais pudessem participar da pesquisa. É importante notar que, embora a pesquisa tenha alcançado um número significativo de alunos, apenas uma parcela deles respondeu ao questionário, resultando em respostas completas de 290 alunos. Essa taxa de resposta reflete as complexidades associadas à coleta de dados em um ambiente virtual e destaca a necessidade de estratégias eficazes de engajamento dos alunos em pesquisas remotas.

O questionário geral dos estudantes inscritos em disciplinas experimentais foi aprimorado com a inclusão de perguntas adicionais especificamente destinadas aos cursos experimentais. Essas perguntas adicionais introduziram dois novos construtos destinados a avaliar o desenvolvimento de conceitos físicos por meio das disciplinas experimentais e o aprimoramento das habilidades experimentais.

Para os cursos experimentais, adotou-se duas abordagens distintas, a fim de possibilitar comparações nesse estudo. Os estudantes matriculados foram divididos em dois grupos: o primeiro grupo realizou experimentos reais (ES) filmados pela equipe de professores. Isso implicou em os professores conduzindo os experimentos nos laboratórios e documentando todo o processo em vídeo. Esses materiais foram disponibilizados aos alunos, que foram encarregados de extrair dados e realizar análises subsequentes. Por outro lado, o segundo grupo baseou suas práticas em simulações virtuais fornecidas pela plataforma PhET Interactive Simulations, desenvolvida pela Universidade de Boulder, no Colorado. Nesse caso, os estudantes utilizaram as simulações para coletar dados e realizar análises. Essas abordagens foram aplicadas a dois temas: lançamento de projétil e pêndulo simples. O roteiro elaborado para guiar a disciplina foi padronizado, e os professores optaram por utilizar o mesmo material e questões avaliativas, visando assegurar consistência entre os diferentes grupos responsáveis pela condução das práticas experimentais em cada uma das abordagens.

Para cada uma das abordagens, foram desenvolvidos questionários teóricos espe-

Escala	nº de perguntas	Exemplo de pergunta	$\alpha$	Média $\pm$ desviopadrão
auto-organização (antes da pandemia)	5	Nos meus estudos, estabeleço metas e tenho alto grau de iniciativa.	0.70	3.1 $\pm$ 0.5
auto-organização (durante a pandemia)	6	Não consigo organizar o meu tempo durante o período de ensino remoto (PER) de forma eficaz.	0.74	2.7 $\pm$ 0.7
Meio Ambiente	3	Eu sou incomodado por outras pessoas durante os momentos em que eu preciso estudar para meus cursos e disciplinas.	0.9	2.6 $\pm$ 0.9
Atitudes em relação ao ensino remoto	6	A aula no campus (presencial) me ajuda a entender os conceitos de física melhor do que em cursos on-line.	0.84	3.0 $\pm$ 0.8
Comunicação	4	A comunicação com os colegas funciona bem durante o Período Especial Remoto (PER).	0.81	2.6 $\pm$ 0.9
Aprendizagem	6	Eu acredito que posso ter um bom desempenho em uma aula on-line.	0.78	2.4 $\pm$ 0.7
Aprimoramento de conceitos físicos	7	Estudar disciplinas experimentais online durante o Período Remoto Especial teve um impacto positivo em meus estudos e aprendizado.	0.86	2.9 $\pm$ 0.7
habilidades experimentais	4	Sinto que adquiri menos habilidades experimentais devido ao formato modificado do curso durante o semestre online no Período Remoto Especial.	0.71	2.8 $\pm$ 0.8

Tabela 1 – Descrição e características psicométricas dos construtos que foram utilizados para avaliar a autopercepção dos estudantes.

cíficos (ANEXO B) para os temas em questão. A fim de avaliar o ganho de conhecimento decorrente das atividades experimentais, esses questionários foram administrados em duas etapas: primeiro, antes da realização das atividades experimentais, conhecido como pré-teste, que avaliou o conhecimento prévio dos estudantes. Posteriormente, após a conclusão das atividades experimentais e a entrega dos relatórios, o mesmo questionário foi aplicado novamente, denominado pós-teste. Essa abordagem possibilitou a avaliação das mudanças no desempenho dos estudantes antes e depois de participarem das práticas experimentais. Dessa forma, foi possível realizar uma análise quantitativa para determinar qual das duas abordagens proporcionou um maior ganho de aprendizado (VILELA et al., 2019).

## 4 Resultados

A Universidade Federal de Viçosa realizou cinco semestres utilizando um modelo de curso remoto entre 2020 e 2022, durante a pandemia de COVID-19. O primeiro foi um semestre especial de 45 dias, com aulas distribuídas semanalmente de acordo com o programa do curso. Os alunos puderam se inscrever em no máximo dois cursos. Esse semestre foi considerado um experimento para verificar a viabilidade de semestres online. Este semestre especial teve uma queda abrupta nas matrículas pelos alunos. Considerando 11.511 alunos na universidade, apenas 32,4% se inscreveram em cursos online, enquanto nos outros quatro semestres mais de 80% das matrículas foram concluídas. Nestes últimos quatro semestres, a universidade teve 11.511, 10.952, 12.495, 11.123 alunos e 83,4%, 83,9%, 87,1% e 87,6% destes alunos matriculados nos cursos online desejados, respectivamente ([PRÓ-REITORIA...](#)).

As condições socioeconômicas dos estudantes representam um dos principais fatores de risco que podem afetar sua participação e permanência nos cursos remotos. O questionário geral foi estruturado com o propósito de coletar informações sobre essas condições, permitindo uma compreensão mais profunda da realidade dos alunos matriculados durante o período da pandemia. Os dados apresentados na tabela 2 revelam que os estudantes inscritos geralmente possuíam recursos satisfatórios para participar dos cursos remotos, incluindo acesso a dispositivos tecnológicos e uma conexão à internet adequada.

Entretanto, é importante destacar que o ambiente de ensino on-line pode ter favorecido a inscrição de alunos com condições mais favoráveis, já que aqueles que não possuíam recursos adequados provavelmente optaram por não se matricular. Apesar de a universidade oferecer programas de apoio financeiro para alunos em situação de vulnerabilidade, observou-se que, em média, cerca de 14,5% dos alunos optaram por não se inscrever em nenhum curso durante os quatro semestres online.

Além disso, foi constatado que 30% dos alunos que responderam o questionário geral tiveram que equilibrar suas responsabilidades de trabalho com os estudos, o que pode ter impactado seu desempenho acadêmico. Essa situação reflete a importância de considerar as condições socioeconômicas dos alunos ao planejar e implementar cursos remotos, bem como desenvolver estratégias de apoio para aqueles que enfrentam desafios adicionais.

### 4.1 Cursos remotos durante a pandemia

No início das atividades acadêmicas durante a pandemia, muitos professores mantinham uma visão pessimista em relação às expectativas dos alunos. No entanto, os dados

	Resposta mais comum	amostra(total 290)
Dispositivos utilizados	Notebook (ou mais)	282 (97%)
Tipo de Conexão	Rede Fixa (Cabo, Fibra Ótica, Wifi)	277 (95%)
Qualidade da Conexão	Regular (ou melhor)	272 (94%)
Trabalhou para sustento próprio	Não	203 (70%)

Tabela 2 – Dados das informações socioeconômicas.

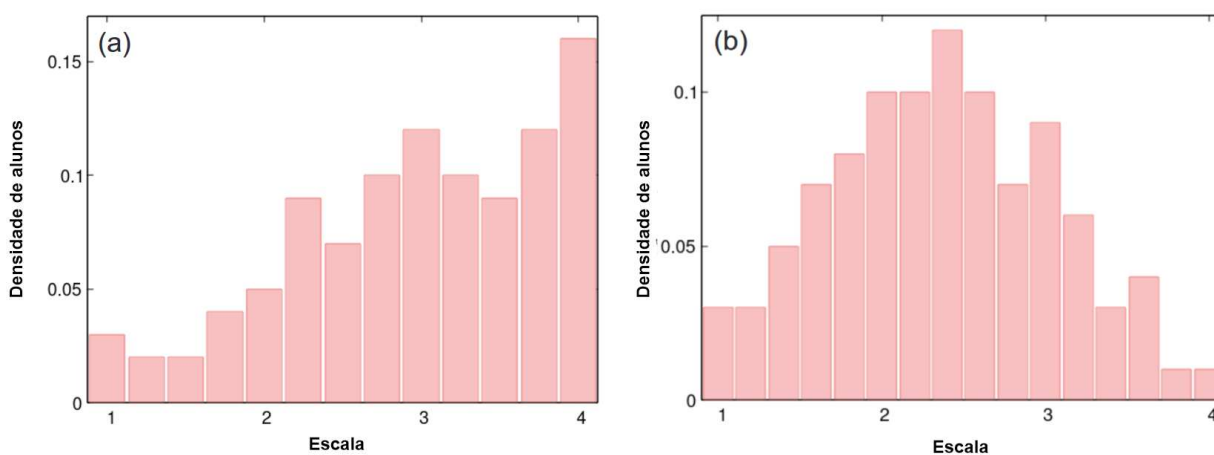


Figura 1 – a) Distribuição da Expectativas dos Estudantes em Cursos Remotos. b) Distribuição do Desempenho Autopercebido pelos Alunos.

coletados revelaram uma realidade diferente. Na análise da distribuição dos valores médios expressados pelos estudantes na escala Likert, foi necessário estabelecer uma densidade de alunos. Essa representação indica o número de alunos que ocupam o mesmo valor médio na escala, ou seja, qual a fração de estudantes está localizada no mesmo ponto da escala. A Figura 1(a) apresenta a distribuição das expectativas dos alunos em relação aos cursos remotos, ou seja, se os cursos remotos foram uma experiência satisfatória e eficaz do ponto de vista da exposição e qualidade dos conteúdos. A escala é configurada de forma que valores mais elevados representam expectativas mais positivas. Assim, entre os alunos participantes, houve uma satisfação significativa em relação ao desenvolvimento das atividades acadêmicas remotas. Da mesma forma, a autopercepção em relação ao desempenho esperado atingiu uma concentração considerável próximo do valor médio da escala. Conforme evidenciado pelos resultados na figura 1(b), em geral, os alunos acreditavam que era possível alcançar um desempenho razoável nos cursos durante a pandemia.

Além de medir as expectativas dos alunos, o questionário principal visou compreender a adesão dos estudantes às atividades propostas pelos professores durante o curso, especialmente nas disciplinas de física teórica. As perguntas foram projetadas para mapear como essas práticas de estudo foram disponibilizadas. Em geral, os cursos incluíam listas de exercícios propostos, mas essas listas não eram obrigatórias. Outro ponto importante era investigar se o estudo realizado extra aula pelos estudantes era conduzido de forma individual ou coletiva, ou seja, se, mesmo em condições de isolamento, os alunos faziam uso de meios digitais para manter a comunicação em relação aos seus estudos.

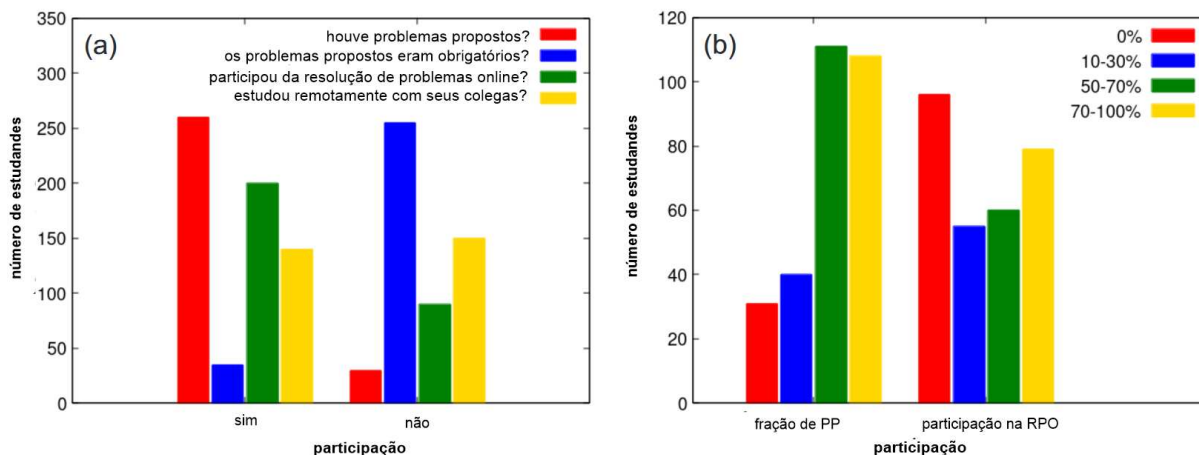


Figura 2 – (a) Adesão às atividades propostas. (b) Fração de participação nas atividades propostas.

As respostas dos alunos sobre seu grau de dedicação às atividades propostas nos cursos on-line são apresentadas na figura 2(a). Com base nos dados coletados no questionário geral, que incluía problemas propostos (PP), aulas de apoio e aulas de resolução de problemas on-line (RPO), 158 estudantes optaram por realizar as tarefas individualmente, enquanto 132 escolheram estudar em grupos usando plataformas de comunicação on-line. Vale destacar que não está claro se os alunos que estudaram de forma coletiva ingressaram na universidade durante a pandemia ou se já eram alunos da universidade antes desse período. Estudantes que já haviam se conhecido em um contexto presencial podem ter tido uma maior facilidade pra interagir em um contexto remoto.

A figura 2(b) exhibe os dados relacionados à participação na execução das atividades. Ao comparar os resultados apresentados nas figura 2(a) e (b), é possível extrair informações sobre a participação dos alunos nas atividades propostas. Os resultados indicam que a participação dos alunos foi significativa, mesmo quando não era obrigatória. A maioria dos estudantes alegou ter resolvido mais de 50% dos problemas propostos durante o curso. Além disso, surgiram discrepâncias nas respostas dos alunos que inicialmente afirmaram não ter participado de atividades de resolução de problemas on-line, quando suas declarações foram comparadas com as frequências reais de participação.

A Figura 2(b) ilustra que cerca de 100 alunos registraram não terem participação na RPO, enquanto a figura 2(a) sugeriu que 250 alunos não participaram das atividades de resolução de problemas on-line. É importante ressaltar que aproximadamente metade dos alunos indicou uma frequência de participação inferior a 30%. Uma hipótese plausível para explicar essa discrepância é que os alunos com pouca participação nas aulas de resolução de problemas on-line (conforme ilustrado na figura 2(a)) podem ter optado por declarar não participação nas aulas (como indicado na figura 2(b)).

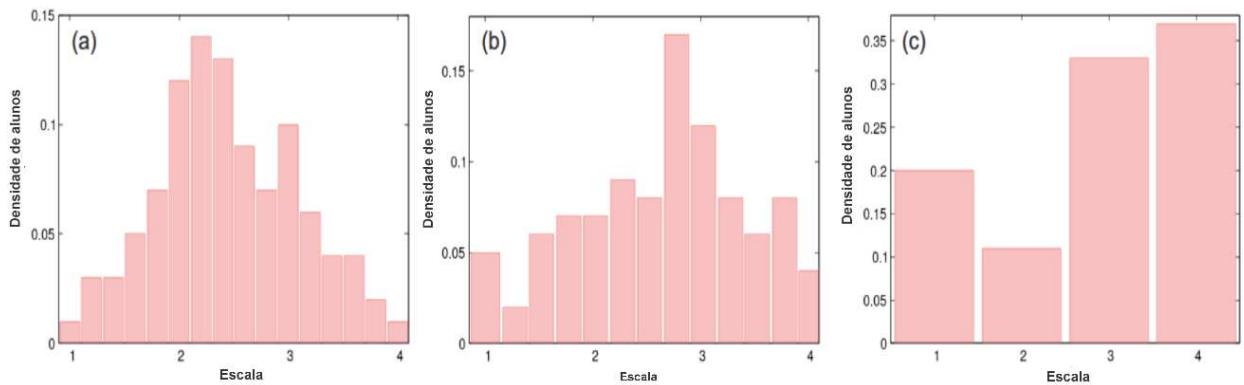


Figura 3 – (a) Desenvolvimento de conceitos físicos por meio do curso de Física Experimental. (b) Desenvolvimento de habilidades experimentais. (c) Futuro profissional prejudicado.

## 4.2 Cursos experimentais remotos durante a pandemia

O estudo também incluiu perguntas no questionário geral para avaliar as percepções dos alunos sobre os cursos experimentais. A Figura 3 (a) ilustra a distribuição das respostas dos alunos em relação ao impacto dos cursos experimentais remotos na compreensão de conceitos físicos. Os alunos se encontram distribuídos em uma região próxima ao valor médio da escala, demonstrando uma visão dividida em relação à compreensão dos conceitos físicos por meio dos experimentos remotos. Isso sugere que o ambiente on-line oferece um valor educacional limitado do ponto de vista dos cursos de laboratório. Vale ressaltar que respostas extremas, indicando avaliações totalmente positivas ou negativas dos cursos experimentais remotos, foram menos comuns. No que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades experimentais, a distribuição dos estudantes apresentou uma ampla diversificação. Observa-se um pico próximo do valor 3 na escala, indicando que alguns alunos tiveram uma percepção positiva no desenvolvimento de suas habilidades experimentais. Uma observação relevante é que os estudantes manifestaram preocupações sobre o impacto futuro em suas carreiras, devido à experiência em laboratórios realizados em um contexto remoto.

Durante os semestres on-line, foi aplicada duas abordagens para as aulas experimentais. Na primeira abordagem, denominada Experimento Real (ER), os experimentos foram previamente gravados e disponibilizados aos alunos por meio de plataformas digitais. Na segunda abordagem, chamada Experimento Simulado (ES), os alunos coletaram dados conduzindo experimentos por meio de simulações usando as Simulações Interativas PhET.

Avaliou-se a eficácia da metodologia utilizada para atividades experimentais e perspectiva do aluno nos cursos remotos usando o ganho  $\langle g \rangle$ , uma métrica que avalia o progresso do aprendizado. O ganho normalizado é um parâmetro comumente usado para avaliar abordagens de ensino (HESTENES; WELLS; SWACKHAMER, 1992) e instrumentos conceituais e ainda é uma ferramenta útil na medida de eficácia instrucional (COLETTA;

Tabela 3 – Desempenho nas questões dos cursos experimentais.

		Escolha correta	Escolha errada	Escolha aleatória
Movimento de projétil	ES/Pré-teste	0.61	0.23	0.16
	ES/Pós-teste	0.63	0.27	0.10
	RE/Pré-teste	0.48	0.26	0.26
	RE/Pós-teste	0.57	0.17	0.26
Pêndulo simples	ES/Pré-teste	0.19	0.21	0.60
	ES/Pós-teste	0.39	0.29	0.32
	RE/Pré-teste	0.32	0.25	0.43
	RE/Pós-teste	0.39	0.16	0.45

STEINERT, 2020). O ganho  $\langle g \rangle$ , também conhecido como ganho de Hake é definido como:

$$\langle g \rangle = \frac{(nota_{pós}\%) - (nota_{pré}\%)}{(100\%) - (nota_{pré}\%)} \quad (4.1)$$

O desempenho dos alunos nas atividades ER e ES foi avaliado pelo ganho  $\langle g \rangle$ , relacionando as notas de pré e pós-testes. Realizou-se essa análise em relação a dois experimentos: movimento de projéteis e pêndulo simples. Em ambos os casos, os resultados consistentemente indicam que os alunos obtiveram melhores resultados nos pós-testes, conforme ilustrado na figura 4.

A figura 4 (a, b) demonstra a diferença percentual entre os grupos no experimento de movimento de projéteis, enquanto a figura 4 (c, d) se refere ao experimento do pêndulo simples. No experimento de movimento de projéteis, o grupo que utilizou a abordagem baseada em simulação (ES) alcançou um ganho  $\langle g \rangle$  de 0,31, em comparação com um ganho de  $\langle g \rangle$  de 0,15 no grupo que teve acesso aos experimentos gravados (ER). No experimento de pêndulo simples, o grupo que utilizou a abordagem de simulação alcançou um ganho de  $\langle g \rangle$  de 0,17, enquanto o grupo ER obteve um ganho de  $\langle g \rangle$  de 0,05. Vale destacar que um ganho médio entre 0,3 e 0,7 indica um desempenho relativamente elevado (HAKE, 1998). Apesar da melhoria no desempenho do grupo ES em comparação com o grupo ER, os resultados gerais ainda refletem um desempenho relativamente baixo.

Os testes apresentaram questões de múltipla escolha, e os alunos eram obrigados a fornecer uma justificativa concisa para suas respostas. As respostas sem justificção foram categorizadas como "escolhas aleatórias". A Tabela 3 exibe os resultados do desempenho dos alunos nas questões dos cursos de laboratório, evidenciando que o grupo de alunos com acesso às simulações virtuais (ES) obteve um melhor desempenho e adquiriu mais habilidades. No conteúdo dos experimentos gravados (capturados em vídeo), o grupo de alunos responsável apenas pela coleta e processamento de dados não obteve resultados satisfatórios. O envolvimento ativo na etapa de "preparação do cenário experimental" para coleta de dados e análise aprimorou a compreensão dos alunos sobre o assunto.

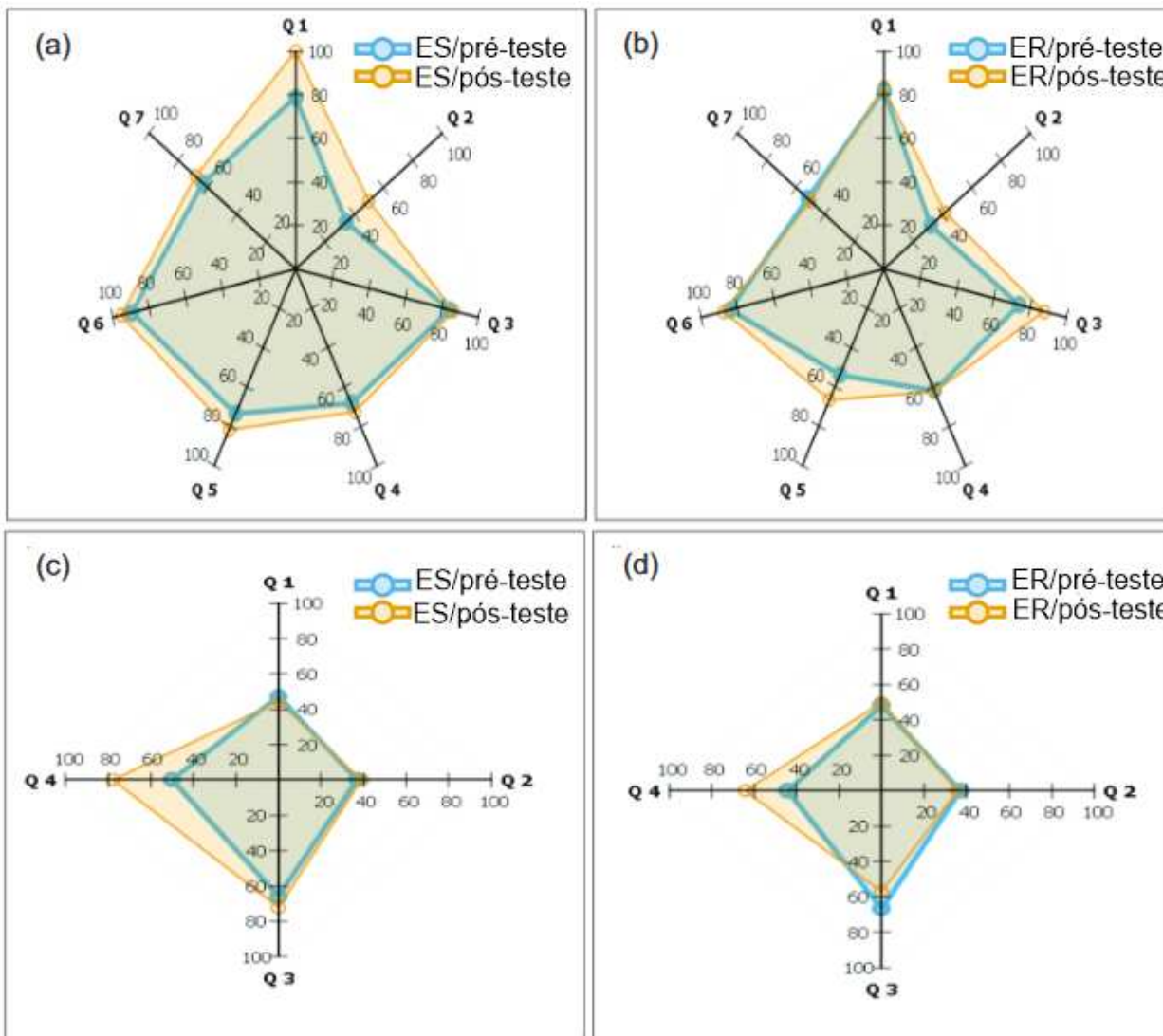


Figura 4 – (a) Lançamento de Projétil - PhET (b) Lançamento de Projétil - Experimento Real (c) Pêndulo Simples - PhET (d) Pêndulo Simples - Experimento Real

A Tabela 4 fornece uma análise completa das respostas relativas às atividades de movimento de projéteis e pêndulo simples. As respostas revelaram desafios conceituais, como a distinção entre velocidade e aceleração, a decomposição dos movimentos, o impacto do ângulo, a compreensão do efeito da força gravitacional nos componentes do movimento e a compreensão da trajetória na ausência de um campo gravitacional. Essa análise destaca a importância de abordar conceitos fundamentais nas aulas experimentais, incluindo questões recorrentes de confusão entre velocidade e aceleração e desafios relacionados à compreensão do impacto da força gravitacional. Para superar esses desafios, é fundamental estabelecer conexões entre a teoria e sistemas do mundo real, permitindo práticas ativas que reforcem esses princípios fundamentais.

Com base nas justificativas conceituais, foi possível desenvolver uma taxonomia, sintetizada na Tabela 4, que aborda as dificuldades e equívocos conceituais presentes nos temas abordados nos experimentos. Ficou evidente que a compreensão e distinção de



grandezas fundamentais para o movimento de projéteis foram claras, mas equívocos relacionados à definição de velocidade e aceleração foram recorrentes nas justificativas. Além disso, houve dificuldades na compreensão das orientações verticais e horizontais. Nesse sentido, é evidente a necessidade de uma atenção especial para aprimorar a compreensão das definições básicas no estudo de fenômenos físicos. É comum a confusão entre conceitos como deslocamento e trajetória, direção e sentido, velocidade e aceleração. À medida que os conceitos físicos se tornam mais complexos, equívocos decorrentes de problemas nas definições fundamentais são carregados para tópicos mais avançados, como o efeito de uma força atuando em um corpo. Muitas vezes, os estudantes não conseguem compreender o significado da ação de uma força, e em grande parte, isso se deve à falta de compreensão das distinções entre velocidade e aceleração.

No que diz respeito ao tema do pêndulo simples, foram identificadas dificuldades fundamentais. Um ponto crítico é a compreensão de como os efeitos da aceleração se destacam no movimento pendular. Os estudantes frequentemente têm dificuldade em conceituar o movimento circular implicado por uma aceleração radial. Isso leva à afirmação incorreta de que não existe nenhuma componente de aceleração no ponto mais baixo da trajetória do pêndulo. Na realidade, nessa posição de equilíbrio, a velocidade é máxima, mas ainda existe uma componente radial que faz com que o pêndulo execute seu movimento semicircular. Essa compreensão muitas vezes é negligenciada pelos estudantes. Portanto, entender as condições básicas para obter um movimento periódico simples se torna um grande desafio. Quando os estudantes se perdem nas interpretações da força restauradora e como ela influencia o movimento periódico simples, tendem a tirar conclusões físicas incorretas. Mesmo após a conclusão do curso experimental, alguns estudantes não identificam que a massa de um objeto não afeta seu período de oscilação.

Tabela 4 – Classificação das respostas de laboratório experimental.

	Dificuldade conceitual	Exemplo de justificação
Experimento de movimento de projétil	Distinção entre velocidade e aceleração	"A velocidade é constante e a aceleração varia."
	Influência do ângulo na altura e alcance	"Um ângulo menor significa um alcance maior.- "Como não há resistência do ar, o alcance será o mesmo para qualquer ângulo."
	Efeito da força gravitacional sobre os componentes do movimento (vertical e horizontal)	"A gravidade sempre se opõe ao movimento.A gravidade reduz o componente horizontal da velocidade do projétil.A gravidade determina o alcance horizontal do projétil.A gravidade reduz o componente horizontal da velocidade do projétil."
	Trajetória descrita por um corpo na ausência de gravidade	"O projétil continua a ter uma trajetória curva, mas com velocidade maior.A gravidade faz com que a velocidade chegue a zero e, em seguida, caia, aumentando. Sem gravidade, o projétil subiria, aumentando sua velocidade."
Experimento de pêndulo simples	Aceleração no movimento do pêndulo	"A aceleração é nula onde a velocidade é máxima.Não há aceleração no ponto de equilíbrio."
	Condições de movimento harmônico simples	"A força de restauração deve ser igual à tensão na corda."
	Influência da aceleração e massa no movimento do pêndulo	"Maior massa leva a um período mais curto."
	Força centrípeta e suas implicações no movimento circular	"A aceleração é nula onde a velocidade é máxima."
	Efeitos da aceleração devida à gravidade no período	"O período não tem relação com a gravidade.Não depende do peso para determinar o período."

## 5 Conclusão

Observa-se que a maioria dos alunos envolvidos nesta modalidade desenvolvida durante o período de pandemia teve acesso razoável a dispositivos tecnológicos e boa conectividade com a Internet. Os resultados sugerem que as expectativas dos alunos relativas à aprendizagem remota on-line não foram totalmente negativas. Havia uma percepção predominante de que níveis significativos de aprendizagem poderiam ser alcançados por meio da modalidade remota on-line. Apesar desta posição relativamente positiva acerca da perspectiva sobre a aprendizagem remota on-line, houve um indicativo forte nos resultados acerca da preocupação de que as habilidades experimentais desenvolvidas no curso possam ficar comprometidas devido ao formato adotado. Isto indica uma clara necessidade, de acordo com os estudantes, de algum grau de interação presencial nos cursos de laboratório. O uso de simulações virtuais demonstrou eficácia ligeiramente superior quando comparada à análise de experimentos filmados e disponibilizados. Isso indica que os alunos devem se envolver ativamente em vários aspectos das atividades experimentais, incluindo a montagem, coleta de dados e análise dos experimentos. Portanto, apesar da representação clara da configuração experimental nos experimentos gravados, as simulações oferecem um contexto mais interativo. A identificação das expectativas dos estudantes e preocupações servem como orientação valiosa para educadores com objetivo de desenvolver formatos para cursos remotos on-line que incorporam abordagens híbridas e mais eficazes.

# Referências

- AMETEPE, J.; KHAN, N. Teaching physics during covid-19 pandemic: implementation and report of teaching strategies to support student learning. **Physics Education**, IOP Publishing, v. 56, n. 6, p. 065030, 2021.
- BRADBURY, F. R.; POLS, C. F. J. **A pandemic-resilient open-inquiry physical science lab course which leverages the Maker movement**. 2020.
- CASPER, A. A. et al. The impact of emergency remote learning on students in engineering and computer science in the united states: An analysis of four universities. **Journal of Engineering Education**, Wiley Online Library, v. 111, n. 3, p. 703–728, 2022.
- COLETTA, V. P.; STEINERT, J. J. Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories. **Physical Review Physics Education Research**, APS, v. 16, n. 1, p. 010108, 2020.
- FAULCONER, E. K.; GRUSS, A. B. A review to weigh the pros and cons of online, remote, and distance science laboratory experiences. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, Érudit, v. 19, n. 2, 2018.
- FOX, M. F. et al. Lab instruction during the covid-19 pandemic: Effects on student views about experimental physics in comparison with previous years. **Physical Review Physics Education Research**, APS, v. 17, n. 1, p. 010148, 2021.
- GAMAGE, K. A. et al. Online delivery of teaching and laboratory practices: Continuity of university programmes during covid-19 pandemic. **Education Sciences**, MDPI, v. 10, n. 10, p. 291, 2020.
- HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American journal of Physics**, American Association of Physics Teachers, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998.
- HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force concept inventory. **The physics teacher**, American Association of Physics Teachers, v. 30, n. 3, p. 141–158, 1992.
- HOWARD, D.; MEIER, M. Meeting laboratory course learning goals remotely via custom home experiment kits. **The Physics Teacher**, American Association of Physics Teachers (AAPT), v. 59, n. 6, p. 404–409, sep 2021.
- KLEIN, P. et al. Studying physics during the covid-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories. **Physical review physics education research**, APS, v. 17, n. 1, p. 010117, 2021.
- LEBLOND, L.; HICKS, M. Designing laboratories for online instruction using the iolab device. **The Physics Teacher**, AIP Publishing, v. 59, n. 5, p. 351–355, 2021.

- MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, ACM New York, NY, USA, v. 38, n. 3, p. 7–es, 2006.
- MOOSVI, F.; REINSBERG, S.; RIEGER, G. Can a hands-on physics project lab be delivered effectively as a distance lab? **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, Érudit, v. 20, n. 1, 2019.
- PRÓ-REITORIA de Ensino. **Universidade Federal de Viçosa, Brasil (comunicação privada, 2022)**.
- VILELA, D. C. et al. Estudo comparativo de um experimento de eletrodinâmica: Laboratório tradicional x laboratório remoto. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 41, p. e20190041, 2019.
- WERTH, A. et al. Instructor perspectives on the emergency transition to remote instruction of physics labs. **Physical Review Physics Education Research**, APS, v. 18, n. 2, p. 020129, 2022.
- WERTH, A.; WEST, C. G.; LEWANDOWSKI, H. Impacts on student learning, confidence, and affect in a remote, large-enrollment, course-based undergraduate research experience in physics. **Physical Review Physics Education Research**, APS, v. 18, n. 1, p. 010129, 2022.

## ANEXO A – Questionário Geral

### a) Auto-organização:

- Em meus estudos, sou autodisciplinado e acho fácil administrar o meu tempo de leituras e estudos e tarefas extra classe.
- Consigo administrar meu tempo de estudo de maneira eficaz e concluir as atribuições dentro do prazo.
- Nos meus estudos, estabeleço metas e tenho alto grau de iniciativa.
- Quando se trata de aprender e estudar, sou uma pessoa independente e com iniciativa.
- Eu planejo minha semana de trabalho com antecedência, seja escrevendo em uma agenda ou outro documento ou de forma abstrata/mentalmente.

### b) Auto-organização (durante a pandemia):

- Não estar no Campus universitário me impede de estudar.
- Não consigo organizar o meu tempo durante o período de ensino remoto (PER) de forma eficaz.
- Sinto falta da rotina diária devido à ausência de aulas na universidade.
- Acho difícil me levantar de manhã sem ter uma aula marcada.
- Consigo completar as atribuições dos cursos on-line.
- Sou mais sistemático e organizado durante o semestre na pandemia do que em um semestre normal.

### c) Meio ambiente:

- Tenho um espaço tranquilo onde posso participar das aulas on-line sem problemas e interrupções.
- Eu sou incomodado por outras pessoas durante os momentos em que eu preciso assistir as aulas dos meus cursos e disciplinas.
- Eu sou incomodado por outras pessoas durante os momentos em que eu preciso estudar para meus cursos e disciplinas.

### d) Atitudes:

- Em geral, eu prefiro os cursos de física on-line aos cursos de física presencial.
- A minha experiência em sala de aula em física no semestre presencial é melhor do que minha experiência de aprendizado no semestre on-line?

- A aula no campus (presencial) me ajuda a entender os conceitos de física melhor do que em cursos on-line.
- Eu me sinto mais passivo nos cursos de física on-line do que nos cursos presenciais.
- Eu me sinto mais incentivado em discutir o conteúdo da disciplina pelo professor nas aulas presenciais do que nas aulas on-line.
- Com base na minha experiência no Período Especial Remoto (PER), eu espero ter mais cursos de física on-line, mesmo quando a aula presencial já for possível.

## e) Comunicação:

- A comunicação com os colegas funciona bem durante o Período Especial Remoto (PER).
- Eu hesito em pedir ajuda aos meus colegas no ambiente de estudo on-line.
- É fácil para eu estabelecer contato com outros alunos durante o Período Especial Remoto (PER).
- É difícil para eu discutir com outros alunos quando não existe um contato presencial.

## f) Aprendizado:

- Eu acredito que posso ter um bom desempenho em uma aula on-line.
- Eu estou confiante de que posso aprender sem a presença permanente de um professor e/ou monitor para me ajudar.
- Eu estou confiante de que posso gerenciar todas as atividades que as aulas de física on-line exigem.
- Eu tenho certeza que concluirei os cursos de física durante o Período Especial Remoto (PER) com boas notas.
- Eu tenho receio (medo) de não conseguir alcançar o mesmo desempenho no Período Especial Remoto (PER) que estou acostumado, dada a situação atípica vivenciada.
- Estudar durante o Período Especial Remoto (PER) teve um impacto positivo nos meus estudos.

## g) Aprimoramento de Conceitos Físicos:

- Estudar disciplinas experimentais on-line durante o Período Especial Remoto (PER) teve um impacto positivo nos meus estudos e aprendizagem.
- A disciplina experimental no campus (presencial) me ajuda a entender os conceitos de física melhor do que em cursos on-line.
- Estudar disciplinas experimentais durante o Período Especial Remoto (PER) utilizando experimentos virtuais (simulação virtual) me ajudam a entender conceitos de Física.

- Estudar disciplinas experimentais durante o Período Especial Remoto (PER) utilizando experimentos filmados e/ou fotografados previamente pelo professor me ajudam a entender conceitos de Física.
- Realizar a coleta de dados de um experimento filmado e/ou fotografado não impediram o meu entendimento do conteúdo da disciplina experimental.
- Apesar das grandes mudanças na estrutura on-line do curso, o curso de laboratório no período especial remoto (PER) aprimorou meus conhecimentos.
- O laboratório de física on-line me ajudou a entender melhor os conceitos de física envolvidos nos experimentos.

h) Habilidade Experimental:

- Não ter coletado os dados de medição, de um experimento executado por mim, dificulta a análise de dados e discussão.
- Eu estou preocupado em não saber operar equipamentos e ferramentas no futuro por não ter a experiência prática do laboratório presencial.
- A experiência adquirida com a disciplina experimental on-line no Período Especial Remoto (PER) garante experiência para que eu possa manipular (operar) equipamentos e ferramentas no futuro.
- Sinto que ganhei menos habilidades experimentais devido ao formato do curso modificado para o semestre on-line no Período Especial Remoto (PER).

i) Socioeconômicas:

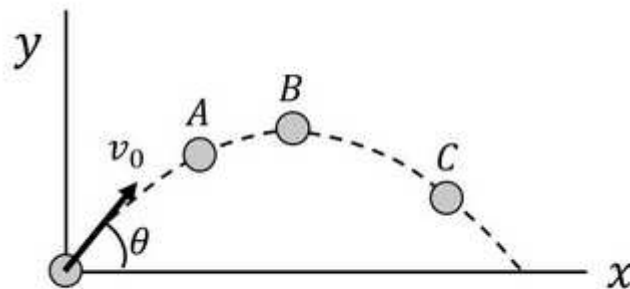
- Você tem acesso regular e/ou diário a Internet em sua moradia?
- Se a resposta anterior foi 'SIM', como se caracteriza o serviço de Internet que você utiliza?
- Como você avalia a sua qualidade de conexão?
- Quais os dispositivos você possui para o acesso à internet e utiliza para assistir às aulas?
- Você trabalha para o seu próprio sustento ou precisa ajudar a complementar a renda familiar?



## ANEXO B – Pré e Pós-Teste:

### 1. Lançamento de Projétil:

Questão 1: A Figura apresenta a trajetória de uma esfera lançada fazendo um certo ângulo com a horizontal e com uma certa velocidade inicial. Pode-se afirmar que:



- A componente horizontal da velocidade em A é menor do que em B e em C.
- A componente horizontal da velocidade em B é maior do que em A e em C.
- A componente horizontal da velocidade é constante em todos os pontos da trajetória.
- A esfera possui apenas componente vertical da velocidade sendo a componente horizontal da velocidade nula em todos os pontos da trajetória.

Questão 2: Um projétil é lançado fazendo um ângulo de  $30,0^\circ$  com a horizontal. Desconsiderando-se efeitos da resistência do ar, no ponto mais alto da trajetória, o módulo de sua velocidade é dado por  $5,00 \text{ m/s}$ . Então, a velocidade inicial tem uma componente horizontal dada por:

- $0 \text{ m/s}$
- $(5,00 \text{ m/s})\cos 30,0^\circ$
- $(5,00 \text{ m/s})\sin 30,0^\circ$
- $5,00 \text{ m/s}$

Questão 3: Suponha que um projétil é lançado fazendo um certo ângulo positivo com a horizontal, na direção nordeste. Na ausência da força gravitacional, o projétil teria que comportamento?

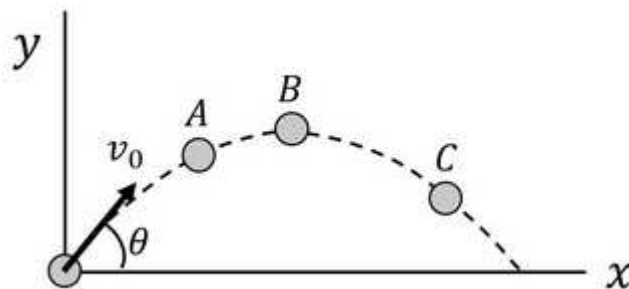
- O projétil seguiria uma trajetória retilínea (em linha reta).

- b) O projétil continuaria tendo uma trajetória curva (parabólica), mas com uma velocidade menor.
- c) O projétil continuaria tendo uma trajetória curva (parabólica), mas com uma aceleração menor.
- d) O projétil continuaria tendo uma trajetória curva (parabólica), mas com uma velocidade maior.

Questão 4: Um projétil é lançado fazendo um ângulo de  $30,0^\circ$ ,  $35,0^\circ$  e  $45,0^\circ$  com a horizontal. Desconsiderando-se efeitos da resistência do ar, pode-se afirmar que:

- a) O projétil terá um alcance horizontal maior quando for lançado de um ângulo de  $30,0^\circ$  com a horizontal.
- b) O projétil terá um alcance horizontal maior quando for lançado de um ângulo de  $35,0^\circ$  com a horizontal.
- c) O projétil terá um alcance horizontal maior quando for lançado de um ângulo de  $45,0^\circ$  com a horizontal.
- d) O projétil terá um mesmo alcance horizontal, independente do ângulo que é lançado com a horizontal.

Questão 5: A Figura apresenta a trajetória de uma esfera lançada com uma certa velocidade inicial. Desconsiderando-se a resistência do ar, sabe-se que:



- a) A aceleração vertical e a aceleração horizontal variam de acordo com o ponto que a esfera se encontra.
- b) A aceleração vertical é nula e a aceleração horizontal é constante em toda a trajetória da esfera.
- c) A aceleração vertical é constante e a aceleração horizontal é nula em toda a trajetória da esfera.
- d) A aceleração vertical varia de acordo com o ponto que a esfera se encontra, enquanto a aceleração horizontal é nula em toda a trajetória da esfera.

Questão 6: No caso de um lançamento oblíquo, qual é o efeito da força gravitacional na componente horizontal da velocidade do projétil?

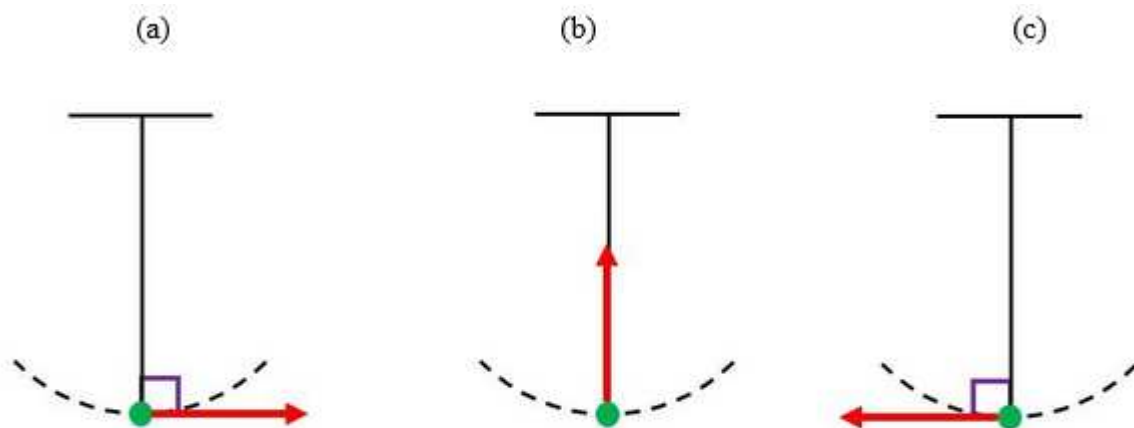
- a) A força gravitacional diminui a componente horizontal da velocidade do projétil.
- b) A força gravitacional aumenta a componente horizontal da velocidade do projétil.
- c) A força gravitacional não tem nenhum efeito sobre a componente horizontal da velocidade do projétil.
- d) A força gravitacional mantém a componente vertical da velocidade do projétil constante.

Questão 7: No caso de um lançamento oblíquo, qual é o efeito da força gravitacional na componente vertical da velocidade do projétil após o projétil atingir a altura máxima?

- a) A força gravitacional diminui a componente vertical da velocidade do projétil.
- b) A força gravitacional aumenta a componente vertical da velocidade do projétil.
- c) A força gravitacional não tem nenhum efeito sobre a componente vertical da velocidade do projétil.
- d) A força gravitacional mantém a componente vertical da velocidade do projétil constante.

## 2. Pêndulo Simples:

Questão 1: Considere um pêndulo oscilando em torno da posição de equilíbrio. Escolha a alternativa que apresenta a direção correta da aceleração para o movimento do pêndulo.



- c) A aceleração é nula na posição indicada.
- d) A opção (b) ou (c) está correta, dependendo apenas para qual direção o pêndulo está oscilado.

Questão 2: Para que o movimento do pêndulo simples seja considerado movimento harmônico simples, deve-se ter:

- a) O movimento harmônico simples ocorre se a força resultante que atua sobre uma partícula é proporcional ao seu deslocamento e é direcionada para a posição de equilíbrio.
- b) O movimento harmônico simples ocorre se a força resultante que atua sobre uma partícula é menor do que o seu peso e é direcionada para a posição de equilíbrio.
- c) O movimento harmônico simples ocorre se a força resultante que atua sobre uma partícula é maior do que o seu peso e é direcionada para a posição de equilíbrio.
- d) O movimento harmônico simples ocorre se a força resultante que atua sobre uma partícula é proporcional ao seu peso e é direcionada para a posição de equilíbrio.
- e) O movimento harmônico simples ocorre se a força resultante que atua sobre uma partícula é proporcional ao comprimento do fio e é direcionada para a posição de equilíbrio.

Questão 3: Considerando-se o período de oscilação de um pêndulo simples, pode-se afirmar que:

- a) Quanto maior a massa da partícula suspensa, maior será o seu período.
- b) Quanto menor a massa da partícula suspensa, maior será o seu período.
- c) O período é independente da massa da partícula suspensa.
- d) O período é proporcional à massa da partícula suspensa.
- e) O período é proporcional à raiz quadrada da massa da partícula suspensa.

Questão 4: Considere que aparatos experimentais iguais de um pêndulo simples são usados no planeta X e no planeta Terra ao mesmo tempo. O planeta X possui o módulo da gravidade maior do que o módulo da gravidade da Terra. Pode-se afirmar que:

- a) O período de oscilação do pêndulo será maior no planeta X do que na Terra, já que o seu peso será maior.

- b) O período de oscilação do pêndulo será menor no planeta X do que na Terra devido a sua dependência com a gravidade local.
- c) O período de oscilação do pêndulo será maior no planeta X do que na Terra, já que o módulo da aceleração da gravidade é maior.
- d) O período de oscilação do pêndulo será o mesmo em ambos os planetas, já que o aparato experimental é o mesmo.
- e) O período de oscilação do pêndulo será o mesmo em ambos os planetas, já que o período independe da gravidade local.