

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DE SANTA CATARINA – IFSC
CÂMPUS ARARANGUÁ
LICENCIATURA EM FÍSICA**

**Eliabe Rogério Pacheco¹, Edmilson Souza Barreto²
Instituto Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, Brasil.**

**O USO ARTICULADO DE EXPERIMENTOS TRADICIONAIS E
SIMULAÇÕES: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA PARA O ENSINO DE
CINEMÁTICA NA CONTEMPORANEIDADE**

ARARANGUÁ

Anexo IV

FICHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aluno(a): **Eliabe Rogério Pacheco**
Matrícula: **201910005203**
Curso: **Licenciatura em Física**

Título:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO Licenciatura em Física


Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) para a obtenção do título de Licenciado em Física do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), câmpus Araranguá.

Conceito: 10 (x) Aprovado () Reprovado

Araranguá, 11 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

1. Edmilson Souza Barreto

 Documento assinado digitalmente
EDMILSON SOUZA BARRETO
Data: 06/02/2024 21:00:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(presidente)

Assinatura

2. Paola Egert Ortiz

Paola Egert

assinatura

 Documento assinado digitalmente
ISRAEL MULLER DOS SANTOS
Data: 07/02/2024 14:44:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

3. Israel Muller dos Santos

assinatura

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo comparativo do uso de uma metodologia construtivista que articula experimento e simulação, em relação ao uso isolado destes, para o ensino de física, mais especificamente cinemática, no ensino médio. A pesquisa foi realizada com 53 alunos de duas turmas do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Criciúma do estado de Santa Catarina - Brasil. Cada turma, A e B, foi dividida em três grupos: 1) grupo do experimento; 2) grupo da simulação; 3) grupo que usou tanto o experimento quanto a simulação. Inicialmente, os estudantes responderam a um pré-teste. Em sequência cada grupo realizou as atividades propostas. Após, realizaram um pós-teste contendo 8 questões para a verificação do aprendizado após o estudo experimental. Para uma análise qualitativa os alunos responderam a uma entrevista. Os resultados obtidos, tanto quantitativamente quanto qualitativamente, apontam que possivelmente o uso articulado de experimento e simulação apresentam serem mais efetivos do que quando utilizados de forma individual.

Palavras-chave: Física experimental; ensino de física; laboratório didático, simulação; cinemática.

ABSTRACT

This work presents a comparative study of the use of a constructivist methodology that combines experiment and simulation, in relation to their isolated use, for teaching physics, more specifically kinematics, in high school. The research was carried out with 53 students from two classes of the first year of high school at a public school in the city of Criciúma in the state of Santa Catarina - Brazil. Each class, A and B, was divided into three groups: 1) experiment group; 2) simulation group; 3) group that used both the experiment and the simulation. Initially, students responded to a pre-test. Each group then carried out the proposed activities. Afterwards, they carried out a post-test containing 8 questions to verify learning after the experimental study. For a qualitative analysis, students responded to an interview. The results obtained, both quantitatively and qualitatively, indicate that the articulated use of experiment and simulation may possibly be more effective than when used individually.

Keywords: Experimental physics; physics teaching; didactic laboratory, simulation; kinematics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Experimentação Tradicional nas Aulas de Física no Ensino Médio.....	8
2.2 Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio.....	8
2.3 Experimentação Tradicional e o uso de simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio.....	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3.1 Aporte Educacional: A Teoria da mediação de Vygotsky.....	11
3.2 Aporte Epistemológico: O Obstáculo Epistemológico de Gaston Bachel... 	13
3.3 Aporte Metodológico: O Laboratório Didático de Física de Pinho Alves.....	14
4 METODOLOGIA.....	16
4.1 Aprofundamento dos Conceitos Físicos.....	16
4.1.1 Cinemática - Movimento Uniformemente Variado.....	17
4.2 Construção do Experimento.....	18
Fonte : Acervo Próprio.....	19
4.3 Simulação.....	20
4.3 Planejamento e Implementação das Aulas Experimentais;.....	25
5 RESULTADOS.....	30
5.1 Pré-teste e Pós-teste - Turma A e Turma B;.....	30
5.2 Entrevistas - Turma A e Turma B;.....	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
Referências.....	40

1 INTRODUÇÃO

São inúmeros os desafios enfrentados pelas escolas no século XXI. Esse fato é evidente, posto que há um desinteresse crescente, relacionado ao ambiente educacional, por parte dos educandos. Dentre os principais fatores, estão: à falta de interesse e desmotivação dos alunos, desvalorização dos professores, falta de participação da família, superlotação, desordem e desrespeito, entre outros (Nunes, 2017).

A motivação dos alunos é um dos grandes desafios no contexto educacional que deve ser enfrentado. Para Lourenço e Paiva (2010), um aluno motivado procura novos conhecimentos e oportunidades, evidenciando um maior envolvimento com o processo de aprendizagem, revelando uma intensificação no quesito disposição. Dessa forma, se demonstra necessário o docente buscar maneiras de tornar o educando mais participativo e motivado às atividades escolares.

No âmbito do ensino de Física, desafios de desinteresse e motivação também estão presentes. Afirma Araújo e Abib (2003), que as dificuldades e problemas que dificultam o aprendizado de Física não são recentes, sendo eles diagnosticados há muitos anos, levando estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências.

A experimentação é uma das ferramentas que é amplamente defendida como uma aliada na aprendizagem quando é introduzida a uma metodologia ideal e planejada. No trabalho de Alves e Stachak (2005), por exemplo, foi observado um aumento de interesse participativo, por parte dos alunos quando tratava-se de atividades experimentais para aprender física no ensino médio. Como resultado, encontrou-se uma maior facilidade no processo de ensino-aprendizagem nas turmas que realizaram as atividades propostas.

É notório que a sociedade modifica-se, passando constantemente por transformações como a inovação tecnológica. Assim como a sociedade, os estudantes estão abertos a novidades, coisas que tornam interessante o aprendizado, buscando respostas para tudo que veem e procuram identificar significado ao que acontece ao seu redor (Moraes e Junior, 2014). Portanto, é plausível que haja espaço para o uso das tecnologias como ferramentas facilitadoras da aprendizagem, recurso este que já vem sendo estudado e tendo resultados positivos quanto ao ensino.

Ao realizar um levantamento bibliográfico, percebe-se que há diversos trabalhos que citam resultados positivos de metodologias envolvendo o uso, isolado, de experimentos e simulações como ferramentas para o ensino de física. No entanto, há poucos trabalhos que fazem o uso articulado de ambos em sala de aula. Há, ainda, uma maior escassez de pesquisas quando trata-se de áreas específicas da física, como por exemplo, a cinemática.

Diante desse contexto educacional a **questão** que o presente trabalho busca abordar é: Qual a eficácia de uma metodologia construtivista que articula experimentos tradicionais e simulações para o ensino de Física no momento contemporâneo? Tem-se como **hipótese**, a possibilidade de que uma abordagem construtivista, que articula experimentos tradicionais e simulações, seja uma metodologia eficaz para o ensino de física na contemporaneidade.

O objetivo geral deste trabalho é analisar a eficácia de uma metodologia construtivista com o uso articulado de experimentos tradicionais e simulações no ensino de Física. Como objetivos específicos podem ser citados os seguintes tópicos: realizar uma revisão bibliográfica de aulas experimentais para o ensino de física; criar um experimento didático de cinemática e encontrar uma simulação de cinemática adequada; construir uma sequência didática que articule experimentos tradicionais e simulações; aplicar a sequência didática em turmas do ensino médio; realizar entrevista com os alunos para uma pesquisa qualitativa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi construída através da leitura de trabalhos produzidos nos últimos 10 anos (2013-2022), nos seguintes periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Física (A1), Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (A1), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (A2), Investigações em Ensino de Ciências (A2), Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (A2) e Ciência & Educação (A2). Os temas pesquisados foram: Experimentação Tradicional nas Aulas de Física no Ensino Médio, Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio; Experimentação Tradicional e o Uso de Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio.

A tabela abaixo indica a quantidade de artigos selecionados que estão diretamente relacionados aos temas: Experimentação nas Aulas De Física no

Ensino Médio, Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio; Experimentação Tradicional e o Uso de Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio. Totalizando, somando as três categorias, 8 artigos. Os artigos que não tiveram suas práticas experimentais testadas em aula, ou seja, não possuem resultados pedagógicos, não foram evidenciados na presente revisão bibliográfica. Logo após, será feita uma descrição resumida sobre cada artigo.

Tabela 1: Artigos selecionados através de pesquisas em revistas.

Periódico	Experimentação Tradicional nas Aulas de Física no Ensino Médio	Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio	Experimentação Tradicional e o Uso de Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio
Revista Brasileira de Ensino de Física	1	3	2
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	0	0	0
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1	0	1
Investigações em Ensino de Ciências	0	0	0
Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	0	0	0
Ciência & Educação	0	0	0
Total	2	3	3

2.1 Experimentação Tradicional nas Aulas de Física no Ensino Médio

Para abordar os conceitos de conversão de energia, Borges, Dickman e Vertchenko (2017) analisam um sistema constituído por uma roda de bicicleta acoplada a um alternador e farol, acionado por um motor. O experimento proporciona uma discussão do tema, explicando os tipos de energia envolvidos no processo. A proposta do trabalho foi aplicada a uma turma do ensino médio, em que os alunos participaram de uma aula expositiva juntamente com a demonstração da prática experimental. Os resultados foram positivos, demonstrando que o projeto auxilia no entendimento dos alunos sobre os processos de conversão de energia.

Oliveira, Gobara e Carvalho (2022), realizaram uma pesquisa com o objetivo de analisar as contribuições de uma atividade experimental de circuitos elétricos para aprendizagem dos alunos. O trabalho foi feito em uma escola de Ensino Médio, considerando as competências e habilidades previstas na matriz do Exame nacional do ensino médio (Enem). A proposta era questionar quais são as contribuições de uma atividade experimental demonstrativa para a aprendizagem de habilidades voltadas para o Enem. Os materiais utilizados para a construção do experimento foram de baixo custo e possuem relação com o cotidiano dos alunos. A partir da análise dos resultados, percebeu-se que a atividade experimental contribuiu para o processo de aprendizagem dos conteúdos.

O trabalho de Borges, Dickman e Vertchenko (2017) e o artigo de Oliveira, Gobara e Carvalho (2022) foram evidenciados, pois apresentaram atividades experimentais que foram testadas em ambientes pedagógicos e obtiveram resultados positivos. Dessa forma, ambos os trabalhos sinalizam a importância e a eficiência de utilizar experimentos para o ensino de Física.

2.2 Simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio

Animações e simulações podem ser ferramentas didáticas poderosas para o ensino de física, podendo auxiliar na visualização e na compreensão de fenômenos físicos. Santos et al (2016), em seu trabalho, produziu imagens animadas para simular ondas eletromagnéticas propagando, através do software Mathematica®. As imagens são no formato GIF, que pode ser facilmente incluído em aplicativos de apresentação, como por exemplo o PowerPoint®, e diversos outros. Por fim, é

apresentada uma aplicação pedagógica. O resultado foi promissor, pois a turma que utilizou o material teve notoriamente uma melhor aprendizagem.

Barros e Dias (2019), apresentam em seu trabalho a elaboração de um sistema que possui o acesso e controle de forma remota pela internet. Trata-se de um experimento que é capaz de determinar o valor da carga elementar através do método de Millikan. É um sistema híbrido, ou seja, é constituído por elementos de hardware e software integrados em uma plataforma Arduino. O projeto foi testado por um professor e 14 alunos da rede pública. Os resultados quantitativos e qualitativos foram positivos, possibilitando a viabilidade de implementação como recurso didático.

O uso de uma simulação do interferômetro de Michelson para se ensinar física no ensino médio no trabalho de Dias, Castro e Coelho (2021), em um ambiente de atividade remota por conta da pandemia de Covid-19, teve bons resultados. Segundo as avaliações dos autores, os relatórios de práticas produzidos pelos alunos que utilizaram a simulação mostraram que a simulação é uma boa alternativa ao experimento real quando este não pode ser realizado.

O artigo científico produzido por Santos et al (2016), tem relevância nessa pesquisa por apresentar uma maneira inovadora de se ensinar Física no Ensino Médio. O trabalho demonstrou que imagens animadas (GIFs), podem ser uma poderosa ferramenta de ensino e que se utilizadas de forma correta, podem facilitar o aprendizado.

Quanto ao trabalho de Dias, Castro e Coelho (2021), tem sua relevância quanto a promover uma metodologia alternativa aos experimentos tradicionais quando não havia a possibilidade de usá-los. O uso da simulação, no contexto da pandemia de Covid-19, mostrou bons resultados como uma via diferente para aprender física. Por fim, Barros e Dias (2019), tem sua importância ao demonstrar resultados quantitativos e qualitativos positivos. Utilizando a plataforma Arduino, o experimento demonstrou ter bons resultados no âmbito pedagógico, justificando sua presença nessa pesquisa.

2.3 Experimentação Tradicional e o uso de simulações nas Aulas de Física no Ensino Médio

O estudo de Vilela et al (2019), é um comparativo da aplicação de um experimento de física de eletrodinâmica básica, quando realizado num Laboratório Tradicional (LT) e num Laboratório Remoto (LR) via internet. A pesquisa foi realizada com uma amostra de 304 alunos de cinco escolas distintas de Ensino Médio da cidade de Guaratinguetá do estado de São Paulo. Para fins de fidelidade do estudo, a construção do experimento de eletrodinâmica foi a mesma, para ambos os tipos de experimentos. Os alunos foram separados em duas turmas e submetidos a um pré-teste. Ao fim do processo, após as aulas experimentais, sendo cada uma das duas turmas, utilizando um tipo de experimento, foram submetidos a um teste final. Por fim, foi verificado que ambas as turmas tiveram resultados equivalentes em todas as escolas analisadas.

A pesquisa qualitativa de Moro e Neide (2016), foi desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular do município de Erechim, Rio Grande do Sul. Tinha como objetivo, buscar investigar o uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa referente ao tema transferência de energia térmica. Sendo assim, foram planejadas atividades para desenvolver o senso crítico do aluno frente aos experimentos. Os dados obtidos apontaram que o material utilizado nessa prática demonstrou ser potencialmente significativo, pois contribuiu para o enriquecimento e elaboração de substâncias presentes nas estruturas cognitivas dos alunos. Ao final da pesquisa, foi disponibilizado um produto educacional para auxiliar outros professores em suas práticas pedagógicas.

Santos e Dickman (2018), relatam o processo de elaboração e aplicação de um roteiro de atividades para professores do Ensino Médio. Tem como objetivo analisar o ensino de tópicos de eletricidade, mais especificamente circuitos elétricos e a Lei de Ohm, utilizando laboratórios reais e virtuais. Os resultados obtidos apontam que a abordagem experimental, seja virtual ou real, apresenta uma vantagem significativa sobre as aulas teóricas. Mostrando, dessa forma, a importância da utilização de atividades experimentais no ensino de física.

O estudo realizado por Vilela et al (2019), é relevante para esse trabalho, pois apresenta uma pesquisa realizada em 304 alunos do Ensino Médio. Trata-se de

um comparativo por experimentos reais e remotos, com o objetivo de identificar se há discrepância no nível de aprendizado. Como resultado, foi relatado grande semelhança em ambos os tipos de atividades experimentais, mostrando que qualquer um dos modelos são úteis como ferramentas no ensino.

O trabalho de Moro e Neide (2016) é importante e inovador, pois explora a combinação de Laboratório real e Laboratório remoto, apresentando um resultado promissor para o Ensino de Física. Quanto ao artigo de Santos e Dickman (2018), também demonstra sua relevância ao obter indícios de que a abordagem experimental, seja virtual ou real, trás facilidades ao aprendizado de tópicos de eletricidade.

O estudo desses trabalhos citados é de extrema relevância, pois eles demonstram a importância de um ensino experimental. Sendo assim, experimentos podem complementar uma aula expositiva, tornando-a muito mais atrativa e efetiva. Portanto, esses artigos científicos têm um papel fundamental em validar aulas com práticas experimentais, sejam eles reais ou sejam eles remotos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para um trabalho contribuir para o campo de pesquisas em educação de ciências ele deve auxiliar o aluno a compartilhar significados no contexto das ciências. Sendo assim, a educação em ciências tem como objetivo ajudar o indivíduo a interpretar o mundo através da ciência, abordando problemas através do raciocínio científico, identificando aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais (Moreira, 2004).

De acordo com Moreira (2004), uma pesquisa realizada no âmbito de educação em ciências, seja qual for o enfoque, deve estar diretamente relacionada a um quadro epistemológico, teórico educacional e metodológico que sejam consistentes e coerentes. Sendo assim, as três vertentes da pesquisa devem estar em sintonia, ou seja, sem divergências entre si.

3.1 Aporte Educacional: A Teoria da mediação de Vygotsky

Vygotsky cita propostas que configuram uma teoria construtivista do desenvolvimento cognitivo humano. A obra de Vygotsky é ampla, abordando

diversos conceitos. Neste trabalho, será destacado as implicações da teoria de Vygotsky para o ensino e a aprendizagem, com o objetivo de procurar compreender como um indivíduo aprende e se desenvolve.

A teoria de Vygotsky parte da premissa que o desenvolvimento do indivíduo não pode ser compreendido sem um contexto social e cultural. Portanto, o desenvolvimento cognitivo está diretamente relacionado com o contexto social, histórico e cultural. A aprendizagem é a conversão de relações sociais em funções mentais. Sendo assim, para Vygotsky, é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais. Esse processo é denominado de mediação. É através dela que se dá a internalização de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais. (MOREIRA, 1999).

Vygotsky, diferentemente de outros autores e teóricos cognitivistas, afirma que a formação do indivíduo não se dá isoladamente através do sujeito ou contexto, mas sim da interação entre eles. Portanto, a interação social é o principal agente para se construir o conhecimento social, histórico e cultural. O termo interação social vem do sentido de que é o intercâmbio de informações entre no mínimo 2 pessoas. Deve haver participação ativa de ambos os participantes, trazendo para eles experiências e conhecimentos (NETO; BARRETO; AFECHE, 1988).

A interação social responsável pela aprendizagem deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento potencial. Portanto, o intercâmbio entre professor e aluno, no caso de uma sala de aula, deve estar entre essa região do cognitivo. A zona de desenvolvimento potencial, defendida por Vygotsky, é definida como a diferença entre o que ele é capaz de fazer sozinho e o que pode fazer com ajuda de outros. Em um contexto educacional, Vygotsky defende que todos envolvidos no processo ensino-aprendizagem devem ter a oportunidade de falar e interagir. (MOREIRA, 1999)

Portanto, a teoria de Vygotsky tem caráter construtivista, pois a aprendizagem se dá através de construções sócio-históricas e culturais e a internalização do indivíduo é uma constante reconstrução interna em sua mente. Relacionando com essa pesquisa, as propostas didáticas construídas terão a mesma abordagem, já que busca-se metodologia construtivista nas atividades experimentais e evitando abordagens empiristas.

3.2 Aporte Epistemológico: O Obstáculo Epistemológico de Gaston Bachelard

Para Gaston Bachelard, o conhecimento científico é um permanente questionar, cada nova experiência diz não à experiência antiga. Dessa forma, há o avanço do pensamento científico. Bachelard usa o conceito de obstáculo epistemológico e o explica como ele impede o avanço do espírito científico. O autor defende o espírito científico como dialético, fazendo advertência ao conhecimento comum, conhecimento científico, tanto o empirismo quanto o racionalismo, quando apresentam abordagens extremistas (MOREIRA e MASSONI, 2016).

Bachelard (1996), cita que a ciência está sempre em construção e que seu progresso ocorre por duas maneiras: rompimentos do conhecimento antigo (comum), o qual é reorganizado e forma um novo conhecimento; ou, por um processo denominado corte epistemológico, o qual é um novo conhecimento totalmente diferente do saber anterior. Dessa forma há o indício de uma descontinuidade do saber. De acordo com Bachelard (1996), esses processos não implicam no descarte pleno dos conhecimentos passados, mas provocam neles um aumento de racionalidade.

Para Bachelard (1996), os obstáculos epistemológicos são fatores que dificultam o desenvolvimento de novos conhecimentos e ideias. Bachelard defende constantemente dizer não aos conhecimentos antigos. O “não”, citado por Bachelard, não se refere a negação, mas no sentido de não deixar os saberes antigos atrapalharem o progresso da ciência. Como é dito pelo autor, “aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber” (BACHELARD, 1996, p.18). Bachelard ainda acrescenta a importância de aceitar as mudanças que ocorrem na ciência “Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado” (BACHELARD, 1996, p.18).

Bachelard (1996), faz menções aos obstáculos encontrados no setor pedagógico, relacionando-os aos obstáculos epistemológicos. O autor cita que os professores de ciências não levam em conta que o aluno entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos. “não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana”. (BACHELARD, 1996, p.23). Portanto, para ele, o professor deve procurar maneiras de desconstruir os saberes já existentes.

Bachelard defende que a ciência não é absoluta e que deve ser constantemente questionada. O autor cita que o conhecimento científico está em constante construção, uma visão similar do desenvolvimento cognitivo de Vygotsky. Além disso Bachelard defende uma ideia construtivista de ciência, e um afastamento dos ideais empiristas, argumento este, semelhante ao defendido por Pinho Alves e Vygotsky

3.3 Aporte Metodológico: O Laboratório Didático de Física de Pinho Alves

A Física mantém uma relação próxima aos procedimentos e práticas experimentais. Dessa forma, a introdução de laboratórios didáticos, atribuídos ao ensino de Física, foi um processo natural. As metodologias que utilizam experimentos sempre estiveram presentes e foram alvos de discussões sobre seu papel no contexto do ensino (PINHO ALVES, 2004).

Ao fazer um resgate histórico, Pinho Alves (2000) argumenta que a concepção empirista era norteadora das metodologias didáticas. O autor acrescenta que há alguns anos a concepção empirista de ensino passou a ser criticada e que hoje não é mais vista como um exemplo de um processo de ensino-aprendizagem, já que costumava tratar o aluno como “tábula rasa”. Segundo Pinho Alves (2000, p. 251) essa maneira de ensinar trata o aluno como um simples recipiente de conhecimentos “entendia sua mente como sendo um depositário fiel dos saberes ou conhecimentos transmitidos, oferecidos ou apresentados pelo professor.”

Na intenção de reverter essa “imprecisão epistemológica”, como afirma Pinho Alves (2000), seria urgente a adoção de uma nova concepção de ciência no discurso didático. Essa nova via consideraria o estudante como alguém com uma história de vida com experiências pessoais, que procura relacioná-las com o mundo em que vive.

Na contemporaneidade, a maioria dos educadores defendem que a educação é resultante de um processo interativo e não de um processo de via única. Essa idealização vem se propagando por autores que apresentam argumentos modernos, tanto na área de ensino quanto na área epistemológica:

“[...] Esta concepção tornou-se mais difundida nas últimas décadas, graças à divulgação dos trabalhos de Piaget, Kelly e Vygotsky, Ausubel, entre outros que através de estudos em psicologia cognitiva, forneceram recursos para análises teóricas a respeito do ensino: Por outro lado, a epistemologia também marca presença com os epistemólogos modernos, entre eles Popper (após 1930), Kuhn (década de 60), Lakatos e Feyerabend (pós 1970) e Bachelard (1938), fortalecendo a concepção construtivista, criticando a imagem empirista-indutivista impregnada na cultura pedagógica tradicional.” (PINHO ALVES, 2000, p. 252)

Admitindo a necessidade de desvirtuar-se do empirismo, o professor deve estar disposto a assumir uma postura construtivista, a qual deve manter presente as práticas sociais, que refletem os anseios e costumes dos diferentes grupos sociais que compõem o ambiente escolar. Fica claro que o professor tem que estar a favor de mudanças, como citado por Pinho Alves (2000):

“[...] Mudanças no processo de ensino-aprendizagem sempre verão o professor como o grande alvo de qualquer campanha inovadora, pois antes de tudo, é necessário convencê-lo dos objetivos da campanha e obter seu comprometimento e parceria. [...]” (PINHO ALVES, 2000, p. 255)

Em um laboratório didático com abordagem construtivista, Pinho Alves (2000) defende a participação ativa do aluno em uma situação de investigação real, pois, irá instigá-lo na busca de uma resposta correta.

Uma das razões para justificar o uso do laboratório didático é o “tratamento” das ideias prévias. Através de um diálogo questionador, torna-se possível perceber as argumentações dos estudantes para explicar o fenômeno envolvido no estudo. Dessa forma, o professor pode verificar os equívocos apresentados pelos alunos, e então, surge uma importante oportunidade para o docente discutir os conhecimentos prévios apresentados. Há ainda um último motivo para o uso dos experimentos, que é a motivação por ser um ambiente mais descontraído que envolve essas atividades que fogem do formalismo da aula expositiva. [...] “Este ambiente mais descontraído é vital para que os estudantes sintam liberdade de expor suas concepções, sem o receio de julgamento ou avaliação.” (PINHO ALVES, 2000, p. 258)

Para Pinho Alves (2000), a atividade experimental com concepção construtivista deve agregar características de versatilidade, de modo a permitir que o papel mediador do professor se apresenta nos mais diferentes momentos na construção do saber no processo ensino-aprendizagem. Dessa forma, evitando uma abordagem empirista, concreta e imutável.

Pinho Alves (2000) conclui que a atividade experimental deve ser interpretada como um instrumento didático, como qualquer outra metodologia que usa o diálogo construtivista. Deve-se evitar dogmas ou verdades absolutas que se mostram em muitos materiais empiristas, respeitando as limitações teóricas envolvidas no contexto.

Quanto ao material experimental, não há quaisquer restrições. Todas as ferramentas disponíveis podem e devem ser utilizadas, mesmo aquelas dos laboratórios de didática tradicional. “Tudo deve ser aproveitado nas mais variadas atividades experimentais, sempre tendo em mente que, sua função primeira é mediar o fenômeno didático.” (PINHO ALVES, 2000, p. 269)

Pinho Alves foi definido como aporte metodológico deste trabalho por conta de que o autor defende uma metodologia construtivista em laboratórios didáticos de física. Alves cita constantemente que o docente deve tentar criar um ambiente que se distancie de metodologias absolutas e empiristas, argumento também presente nos outros dois aportes citados acima: Vygotsky e Bachelard.

4 METODOLOGIA

Este trabalho pode ser dividido metodologicamente nas seguintes etapas: a) revisão bibliográfica de trabalhos relacionados a ensino de física por meio de experimentações na sala de aula; b) aprofundamento dos conceitos físicos; c) construção do experimento físico e escolha da simulação; d) elaboração e implementação do pré-teste; e) planejamento e implementação das aulas experimentais; f) entrevista para avaliar qualitativamente; g) resultados. A etapa “a”, “g” serão descritas nas seções distribuídas ao longo do trabalho. As demais estarão descritas a seguir.

4.1 Aprofundamento dos Conceitos Físicos

Um “físico-educador” é definido por Moreira (2000), como aquele que deve dedicar-se à formação e à disseminação do saber científico no ensino formal e de novas formas de educação científica. Porém, ao descrever um perfil generalizante, o autor afirma que, independente da área de atuação, deve estar apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados. Portanto, se faz necessário que seja feita uma

revisão dos conceitos físicos a serem trabalhados nas aulas de física no ensino médio.

4.1.1 Cinemática - Movimento Uniformemente Variado

Velocidade

Para identificar a velocidade de um objeto, precisamos conhecer tanto a rapidez quanto a orientação do movimento. “A rapidez é a medida de quão rápido ele é; a velocidade significa quão rápido e em que direção e sentido (orientação).” (HEWITT, 2015, p. 42). Por necessitar da especificidade do valor absoluto (módulo) e a orientação, torna a velocidade uma grandeza vetorial. Em contraste, a rapidez, que requer somente o módulo para determiná-la, torna-a uma grandeza escalar.

Velocidade Variável

“Se a rapidez ou a orientação variar (ou ambas variarem), a velocidade variará[...]” (HEWITT, 2015, p. 42). Portanto, mesmo que um objeto mantenha uma rapidez constante, ainda sim, a velocidade do corpo pode variar. Quando a velocidade não é constante podemos assumir que o corpo está acelerando.

Aceleração

É possível alterar a velocidade de um corpo mudando a rapidez de seu movimento, sua orientação ou ambos, rapidez e orientação. Quando detecta-se essas alterações no movimento, podemos dizer que há aceleração:

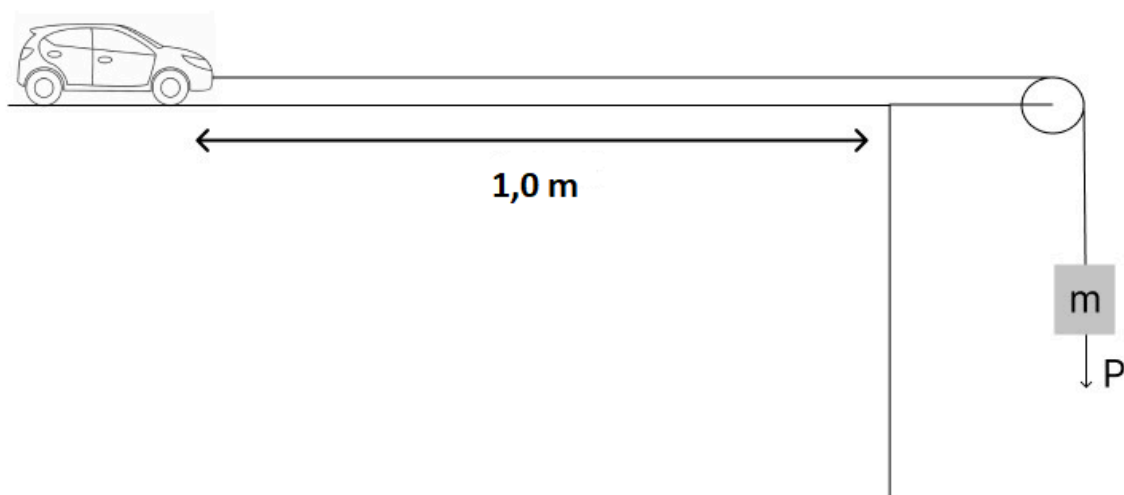
$$\text{Aceleração} = \frac{\text{variação da velocidade}}{\text{intervalo de tempo}}$$

Um cenário familiarizado por muitos é o de quando o motorista do veículo pressiona o pedal do acelerador. Dessa forma, todos os indivíduos ali presentes percebem uma aceleração ao serem pressionados contra o assento. A palavra chave para a aceleração é variação.

4.2 Construção do Experimento

O experimento construído teve a prioridade em ser um projeto simples e de baixo custo. A escolha deve-se ao fato de que esse tipo de protótipo é acessível e não necessita de um laboratório de Física para a sua construção e operação. Na figura abaixo está a idealização do experimento. O veículo em miniatura é conectado a um objeto com massa, este sendo responsável por fazer o carrinho entrar em movimento uniformemente variado por conta de seu peso.

Figura 1 - Idealização/projeto do experimento



Fonte : Acervo Próprio

Materiais necessários

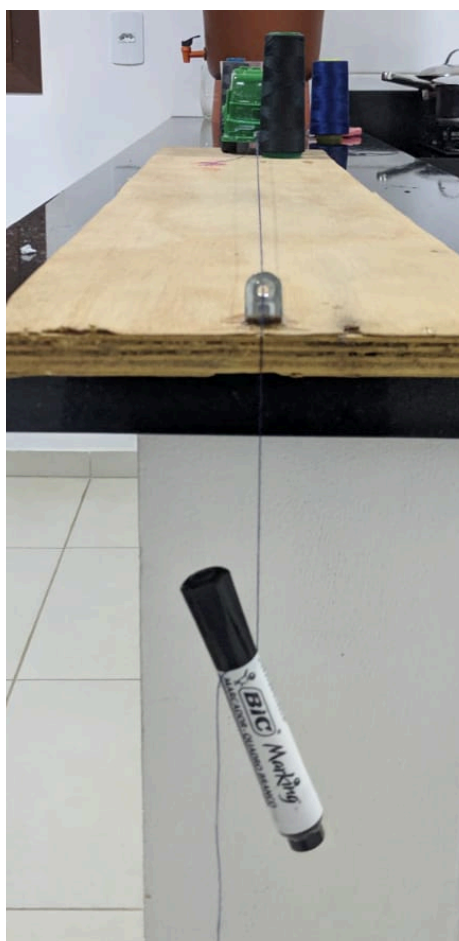
- Recorte de madeira (1 metro);
- Lixa
- Canetão;
- Cola;
- Linha;
- Cantoneira (pequena);
- Porca sextavada;
- Carrinho de brinquedo.

Primeiramente era necessário uma plataforma onde fosse possível o deslocamento de 1 metro para o veículo em miniatura. Portanto, foi recortado um

pedaço de madeira com 1,1 metro. Após, foi utilizado a lixa para deixar a superfície regular. Dessa forma, reduzindo sua influência no movimento do carrinho.

A segunda etapa foi demarcar a linha de largada, fazendo com que o deslocamento do carrinho fosse de 1 metro durante o experimento. Após, foi colado a cantoneira na madeira, a porca no veículo em miniatura (pois ele não tinha suporte para amarrar) e conectou-se os objetos através de uma linha. O resultado ficou semelhante a idealização mostrada

Figura 1 - Idealização/projeto do experimento



Fonte : Acervo Próprio

Observação importante a se fazer é que o objeto dará movimento, através do seu peso, ao carrinho é decidido por quem vai realizar o experimento. Na imagem acima, o objeto utilizado é um canetão, mas foi apenas para ilustrar a ideia do experimento. Durante as aulas, que serão citadas posteriormente, os alunos determinaram como o experimento seria realizado.

4.3 Simulação

A simulação experimental escolhida é um aplicativo mobile que possui as seguintes funcionalidades: *Cine-Fis*, *Introdução*, *Posição*, *Deslocamento*, *Velocidade* e *Aceleração*. É possível acessá-las através do menu do software.

Figura 2 - Print do Menu



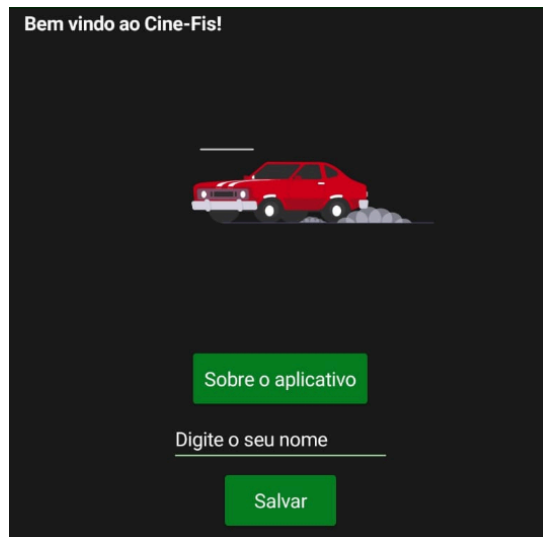
Fonte : Acervo Próprio

Essas funcionalidades estão relacionadas aos conceitos de cinemática que foram abordados no tópico *4.1.1 Cinemática - Movimento Uniformemente Variado*. As propriedades e conteúdos de cada aba serão descritas a seguir.

1- Cine-Fis

A primeira aba, denominada “Cine-Fis” é basicamente a tela de boas vindas. Nela há uma animação de um automóvel e logo abaixo uma opção com a descrição sobre o aplicativo caso essa for acionada. Por último, é possível identificar o campo para que o usuário registre seu nome no aplicativo.

Figura 3 - Print da aba “Cine-Fis”

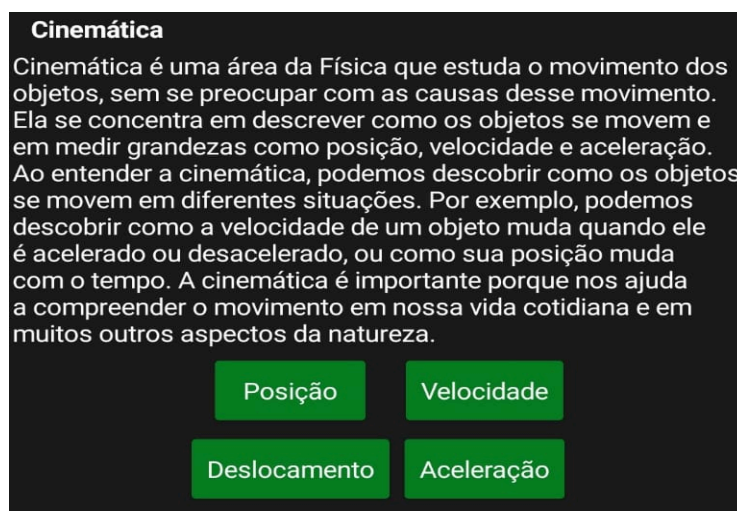


Fonte : Acervo Próprio

2 - Introdução

A segunda aba, denominada “Introdução” faz uma abordagem dos conceitos físicos que estarão presentes nas simulações do aplicativo. Nela, está contido um trecho sobre a cinemática, além das opções: posição, velocidade, deslocamento e aceleração.

Figura 4 - Print da aba “Introdução”

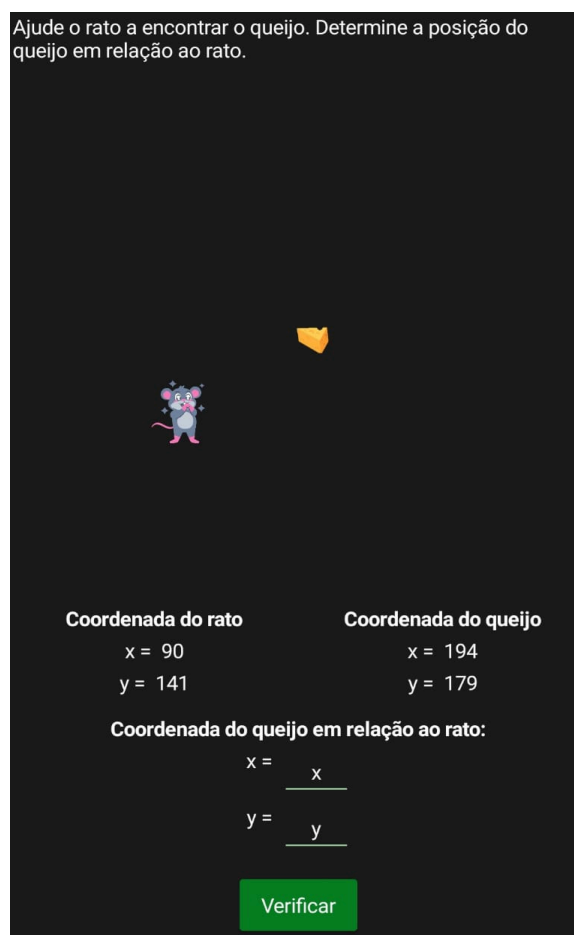


Fonte : Acervo Próprio

3 - Posição

A terceira aba, denominada “Posição” é uma simulação que fornece aleatoriamente a localização de um pedaço de queijo. O objetivo é que o rato consiga se alimentar e para isso, é preciso acertar a posição do queijo em relação ao animal.

Figura 5 - Print da aba “Posição”

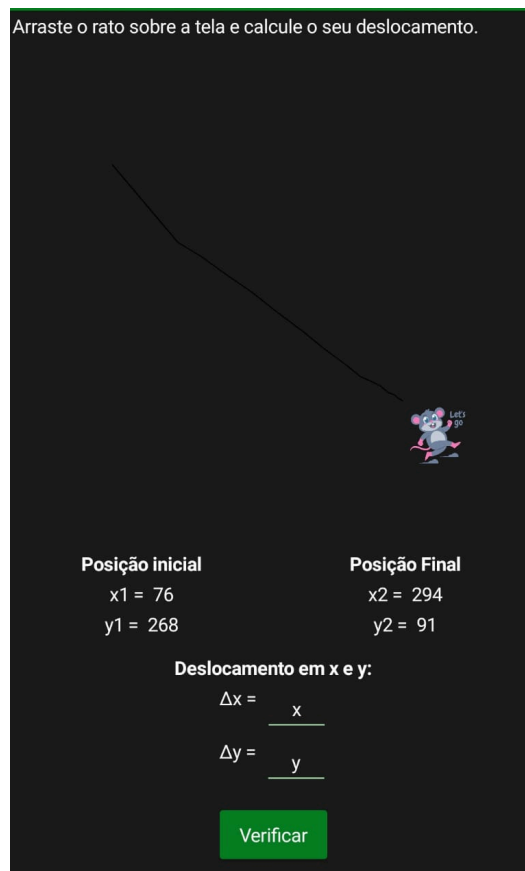


Fonte : Acervo Próprio

4 - Deslocamento

A quarta aba, denominada “Deslocamento” é uma simulação que o usuário desloca o rato. O objetivo é determinar quanto o animal foi deslocado. Para isso, o aplicativo marca as coordenadas iniciais do animal e as finais após o deslocamento. A trajetória realizada deixa um rastro na cor preta (pouco visível).

Figura 6 - Print da aba “Deslocamento”

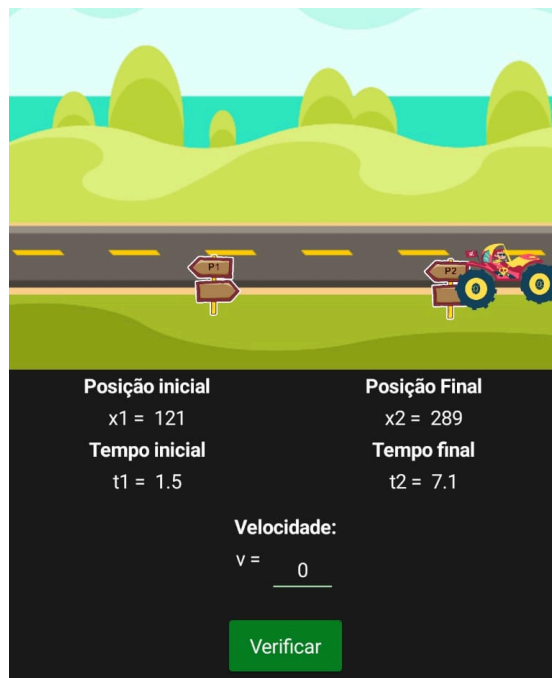


Fonte : Acervo Próprio

5 - Velocidade

A quinta aba, denominada “Velocidade”, trata-se de uma simulação que o aluno determina as posições que demarcarão o tempo de passagem do automóvel nos pontos específicos. Ao clicar no veículo inicia-se a animação com uma velocidade média aleatória, que pode ser determinada com os tempos obtidos nos pontos “P1” e “P2”. Portanto, é uma aplicação que demonstra um cenário de movimento uniforme.

Figura 7 - Print da aba “Velocidade”



Fonte : Acervo Próprio

6 - Aceleração

A sexta aba trata-se de uma simulação para demonstrar um cenário que ocorre um exemplo de movimento uniformemente variado. Na aplicação há um automóvel que faz uma trajetória passando por duas demarcações “P1” e “P2”. Nesses pontos, é registrado o tempo e velocidade em que o veículo cruza-os, sendo possível determinar a aceleração do veículo.

Figura 8A - Print da aba “Aceleração”



Fonte : Acervo Próprio

Figura 8B - Print da aba “Aceleração”



Fonte : Acervo Próprio

4.3 Planejamento e Implementação das Aulas Experimentais;

A regência das aulas descritas abaixo ocorreram na escola de educação básica João Frassetto localizada na cidade de Criciúma, Santa Catarina no primeiro ano do ensino médio. A instituição atende ensino fundamental e médio, possuindo aproximadamente, em 2023, 1000 alunos matriculados distribuídos em três turnos (matutino, vespertino e noturno).

As aulas regidas foram em duas turmas do primeiro ano, sendo a “turma A” composta por 26 alunos e a “turma B” por 27 alunos.

PLANO DE AULA

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: EEB João Frassetto

Professor: Eliabe Rogério Pacheco

Datas das aulas: 05/10/2023 - 26/10/2023

Duração da atividade (períodos): 6

Ensino Fundamental Ensino Médio

Ano: 1º

Componente curricular: Física

TEMA

- Movimento Uniformemente Variado

SABERES/CONTEÚDOS

Deslocamento;

Velocidade;

Aceleração

OBJETIVOS

-Reconhecer o que caracteriza o movimento uniformemente variado;

-Reconhecer a existência da aceleração no movimento;

-Diferenciar o movimento uniformemente variado do movimento uniforme;

-Compreender os conceitos físicos em situações reais;

ROTEIRO

1 Período equivale a 45 minutos de aula.

Item 1. Apresentação do que ocorrerá nas aulas;

Item 2. Levantamento de conhecimentos prévios (pré-teste);

Item 3. Sorteio dos grupos

Item 4. Aula experimental;

Item 5. Pós-teste;

Item 6. Entrevistas.

METODOLOGIA (Procedimentos)

Item 1. Apresentação do que ocorrerá nas aulas; (1 período)

Irei dizer que teremos uma atividade que necessita, inicialmente, um sorteio para decidirmos os grupos que serão destinados a tarefas específicas. O primeiro grupo usará experimentos tradicionais nas aulas posteriores. O segundo grupo irá se responsabilizar pelas simulações. A terceira equipe utilizará ambas as modalidades para realizar o trabalho. Direi ainda que a quantidade de trabalho para cada grupo será semelhante, já que o grupo responsável por articular experimento e simulação fará menores usos para cada um.

Item 2. Levantamento de conhecimentos prévios (pré-teste); (1-2 período)

Ainda sem dividir as equipes, faremos um pré-teste de cinemática, mais especificamente de movimento uniformemente variado, para avaliarmos inicialmente os estudantes. Serão 8 questões de múltipla escolha com 5 alternativas.

Item 3. Sorteio dos grupos (2 período)

Através de uma planilha do google colocarei o nome de cada um. Será possível sortear aleatoriamente os alunos através da equação “=ALEATÓRIOENTRE (baixo;alto)”, sendo baixo o número 1 e alto o número que corresponde ao último aluno da lista de chamada. A sala será dividida em três partes iguais. Exemplificando, caso a turma tenha 30 alunos, cada grupo deverá ter 3 grupos de 10 integrantes. Portanto, os 10 primeiros sorteados farão parte do grupo 1, outros 10 serão do grupo 2 e por fim os que sobraram participarão da equipe 3.

Item 4. Aula experimental; (3-4 período)

Tendo dividido os grupos, começaremos as atividades experimentais. Sendo assim, irei dar as instruções necessárias para que os alunos, do grupo responsável, montem o experimento para que seja possível identificarmos um cenário de movimento uniformemente variado. Para isso, eles deverão colocar o veículo em miniatura na plataforma e conectá-lo a um peso. Dessa forma, teremos algo similar a “Figura 1 - Idealização/projeto do experimento”.

Após a montagem, basta iniciar os experimentos anotando os valores de tempo através de um cronômetro para realizarem o relatório experimental. Estarei presente fazendo questionamentos sobre a atividade: *Que tipo de movimento estamos presenciando? Estão percebendo a presença de aceleração no movimento?* Como não é uma atividade meramente quantitativa, deverão por fim, além de registrar os dados, responder a questão descritiva: *Através do experimento, foi possível*

identificar o movimento uniformemente variado no veículo em miniatura? O carrinho demonstrou possuir aceleração ao longo da trajetória? Argumente o porquê desta conclusão.

Quanto ao grupo 2, deverão utilizar a simulação Cine-Fis a qual está instalada nos tablets escolares. Os alunos deverão focar em utilizar a aplicação que mais se parece com o experimento tradicional o qual está sendo usado pelos demais. Portanto, usaremos a sexta aba do aplicativo, denominada “aceleração”. A metodologia será semelhante ao do grupo 1. Sendo assim, estarei auxiliando e fazendo questionamentos acerca da simulação. Por fim, o grupo 2 terá que responder a questão descritiva: Através da simulação, foi possível identificar o movimento uniformemente variado no veículo? O carrinho demonstrou possuir aceleração ao longo da trajetória? Argumente o porquê desta conclusão.

Por fim, o grupo 3 fará o uso de ambos (experimento e simulação). A metodologia será semelhante aos grupos anteriores.

Item 5. Pós-teste (5 período)

Após as atividades experimentais faremos o pós-teste, o qual servirá para avaliar o aprendizado dos alunos quantitativamente.

Item 6. Entrevistas. (6 período)

Para avaliar qualitativamente o uso articulado de experimento e simulação, será feito uma entrevista com duas questões:

- 1- Qual sua opinião sobre o uso de experimentos e simulações nas aulas de física?
- 2- Na sua opinião qual foi mais interessante e produtivo, o experimento ou a simulação? Qual sua opinião do uso combinado dos dois nas aulas de física?

RECURSOS

- Experimento
- Tablets;
- Internet;

AVALIAÇÃO

- Relatório experimental;
- Testes com questões alternativas.

OBSERVAÇÕES

REFERÊNCIAS

CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. Física Clássica: mecânica. São Paulo: Atual, 2012.

As aulas para o pré-teste da turma A ocorreram no dia 05 de outubro de 2023 das 10 horas e 15 minutos até às 11 horas e 45 minutos e da turma B no dia 09 de outubro de 2023 das 8 horas e 30 minutos até às 10 horas. Nesses dois encontros estavam presentes todos os alunos das duas turmas. Inicialmente, foi conversado sobre o planejamento nos próximos dias. Posteriormente, foi realizado o pré-teste em ambas as turmas. Por fim, o sorteio aleatório dos integrantes para compor os grupos.

Para realizar o sorteio utilizamos uma planilha do google. Primeiramente copiou-se o nome de cada um para o aplicativo. Dessa forma, foi possível sortear aleatoriamente os alunos através da equação “=ALEATÓRIOENTRE (baixo;alto)”, sendo baixo o número 1 e alto o número que corresponde ao último aluno da lista de chamada. A “turma B” foi dividida em três partes iguais, com 9 integrantes em cada grupo. Já a “turma A”, que possui 26 alunos, duas equipes (experimento e simulação) foram compostas por 9 estudantes e a equipe que usaria, tanto o experimento quanto a simulação, ficou com 8 integrantes.

Apesar de que os grupos foram formados aleatoriamente, a participação do indivíduo em grupos está de acordo com a teoria de Vygotsky. Promover a interação entre os alunos é uma das sábias decisões que o docente pode tomar. Como afirmado por Neves e Damiani (2006), para Vygotsky o desenvolvimento do indivíduo não se dá por fatores isolados, mas sim com aprendizados obtidos através de relações humanas durante a vida. Portanto, instigar a socialização dos estudantes pode ser positivo para o aprendizado.

Nos dias 19 de outubro de 2023 das 10 horas e 15 minutos até às 11 horas e 45 minutos (turma A) e 16 de outubro de 2023 das 8 horas e 30 minutos até às 10 horas (turma B) realizamos as atividades experimentais. Fiz somente as instruções necessárias para cada grupo. Para a primeira equipe havia a necessidade de que deixassem o experimento funcionando para que fosse possível identificarmos um cenário de movimento uniformemente variado. Para isso, eles teriam que colocar o veículo em miniatura na plataforma e conectá-lo a um peso. Dessa forma, teríamos algo similar a “Figura 1 - Idealização/projeto do experimento”. A primeira turma encontrou como solução usar duas borrachas como peso, a segunda utilizou um grampeador de plástico.

Após a montagem, iniciamos o experimento anotando os valores de tempo através de um cronômetro para realizarem o relatório experimental. Estive presente fazendo questionamentos sobre a atividade: *Que tipo de movimento estamos presenciando? Estão percebendo a presença de aceleração no movimento? Como não era uma atividade meramente quantitativa, foi pedido para que, além de registrar os dados, o grupo respondesse à questão descritiva: Através do experimento, foi possível identificar o movimento uniformemente variado no veículo em miniatura? O carrinho demonstrou possuir aceleração ao longo da trajetória? Argumente o porquê desta conclusão.*

Quanto ao grupo 2 (simulação) abriram a aplicação Cine-Fis, a qual está instalada nos tablets escolares. Os alunos usaram a sexta aba “simulação”, que era similar ao experimento tradicional. A metodologia da atividade experimental foi semelhante à do grupo 1. Sendo assim, foram feitos auxílios pontuais, fazendo questionamentos acerca da simulação. Por fim, foi perguntado ao grupo 2 a seguinte questão descritiva: *Através da simulação, foi possível identificar o movimento uniformemente variado no veículo? O carrinho demonstrou possuir aceleração ao longo da trajetória?* Por fim, para o grupo 3 (o uso de ambas as modalidades) foi adotado uma metodologia semelhante à dos grupos 1 e 2.

Como resposta no relatório experimental, os três grupos de ambas as turmas tiveram boas conclusões. Todos reconheceram a existência da grandeza aceleração, a qual o torna um movimento uniformemente variado, durante os movimentos no experimento e os cenários criados pela simulação.

Percebe-se que durante os momentos das atividades há um direcionamento do docente, mas, ao mesmo tempo, uma liberdade para os alunos chegarem às suas próprias conclusões acerca do que estão presenciando. Isso vai de acordo com os aportes teóricos: Vygotsky, Gaston Bachelard e Pinho Alves. Esses autores fortalecem o fato de que o docente deve ser o mediador e não um mero transmissor de informações. Portanto, quando se trata de uma atividade experimental o papel professor é auxiliar e não restringir a uma única maneira de realizá-la.

O pós-teste e as entrevistas foram realizados nos dias 26 de outubro de 2023 das 10 horas e 15 minutos até às 11 horas e 45 minutos (turma A) e 23 de outubro de 2023 das 8 horas e 30 minutos até às 10 horas (turma B). O resultado estará descrito nos tópicos abaixo.

5 RESULTADOS

5.1 Pré-teste e Pós-teste - Turma A e Turma B;

Ao realizar o pré-teste antes das aulas experimentais e o pós-teste após as atividades foi possível quantificar o número de acertos por parte dos alunos. Abaixo está uma análise quantitativa dos resultados, sendo apresentados primeiramente os resultados da turma A e após, os resultados da turma B.

Tabela 2: Resultados individuais turma A

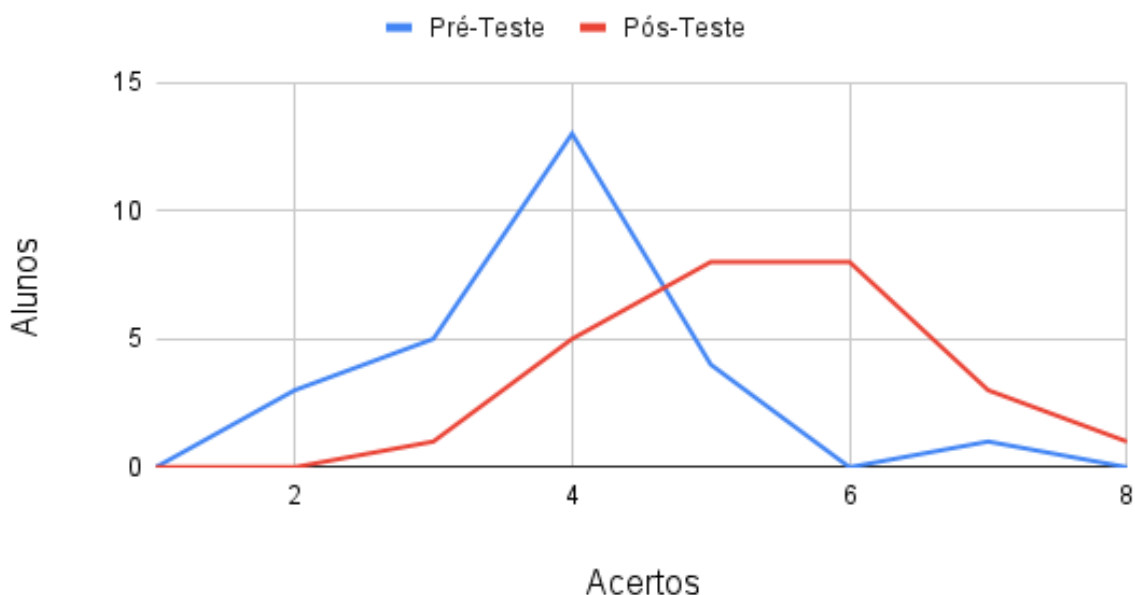
	MODALIDADE	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
1	Ambos	3	4
2	Simulação	4	6
3	Simulação	4	5
4	Simulação	2	5
5	Ambos	3	6
6	Ambos	4	6
7	Simulação	4	5
8	Experimento	4	6
9	Simulação	4	5
10	Simulação	5	6
11	Experimento	4	7
12	Ambos	4	7
13	Experimento	3	6
14	Simulação	2	5
15	Experimento	3	6
16	Ambos	4	4
17	Experimento	4	3
18	Experimento	5	4
19	Simulação	5	4
20	Ambos	4	5
21	Simulação	4	5
22	Ambos	7	8
23	Experimento	4	5

24	Experimento	3	4
25	Ambos	2	6
26	Experimento	5	7

Analisando os resultados, nota-se que houve um aumento de casos com maior número de acertos no pós-teste ao se comparar com o pré-teste. O gráfico abaixo representa a tabela anteriormente apresentada.

Gráfico 1: Comparativo do número de acertos dos alunos no pré-teste e pós-teste - Turma A.

Pré-Teste e Pós-Teste - Turma A



Através do gráfico 1, apresentado acima, percebe-se um deslocamento da linha vermelha para a direita quando se comparada com a azul. Este, é um resultado positivo, pois demonstra que houve um aumento do número de alunos com maior número de acertos. Enquanto que no pré-teste, a maior frequência é observada com quatro acertos, no pós-teste foi verificado uma maior frequência entre cinco e seis acertos.

Percebe-se que no geral, sem distinções de modalidades das práticas usadas em aula, houve um aumento no número de acertos no pós-teste quando se comparado com os resultados obtidos no pré-teste.

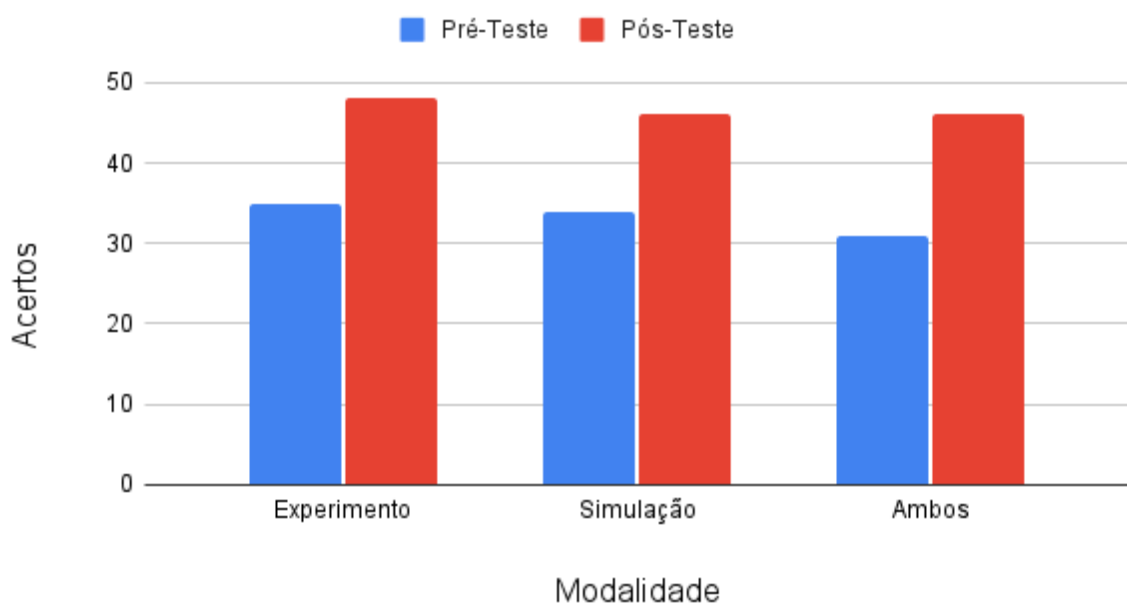
Quando feito uma análise especificando por modalidade usada em aula na turma A, temos os seguintes resultados:

Tabela 3: Resultados por modalidade turma A

MODALIDADE	ACERTOS PRÉ-TESTE	ACERTOS PÓS-TESTE	AUMENTO DOS ACERTOS EM PORCENTAGEM
Experimento	35	48	37,14%
Simulação	34	46	35,29%
Ambos	31	46	48,39%

Gráfico 2: Comparativo do número de acertos dos alunos no pré-teste e pós-teste - Turma A.

Acertos por modalidade- Turma A



Analisando os dados obtidos por modalidade, o aumento do número de acertos na turma A se mostra similar quando comparado o pós-teste com o pré-teste tanto para o uso do experimento quanto para o uso da simulação. Quanto à articulação de ambos, usando em conjunto o experimento e a simulação, percebe-se um resultado um pouco superior, já que houve um ganho maior em porcentagem.

Tabela 4: Resultados individuais turma B

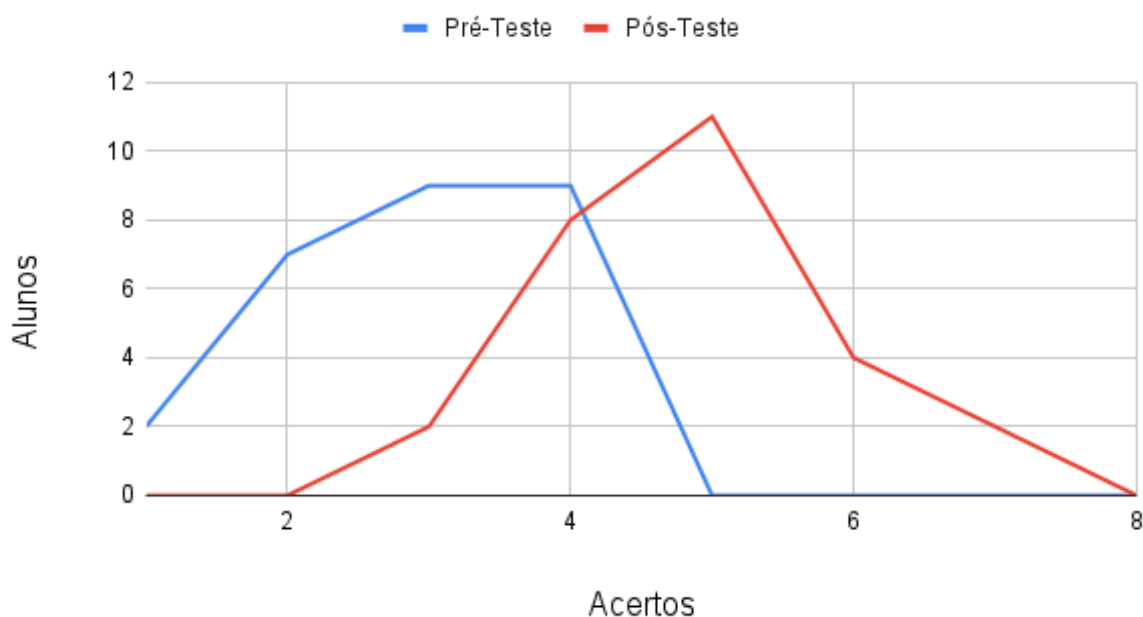
	MODALIDADE	ACERTOS PRÉ-TESTE	ACERTOS PÓS-TESTE
1	Ambos	3	4
2	Experimento	4	6
3	Experimento	3	5
4	Simulação	2	5
5	Experimento	2	5
6	Ambos	4	7
7	Ambos	4	5
8	Simulação	4	6
9	Ambos	2	4
10	Ambos	4	5
11	Experimento	3	5
12	Ambos	2	5
13	Experimento	2	5
14	Simulação	4	6
15	Experimento	3	5
16	Experimento	2	4
17	Ambos	3	7
18	Experimento	3	4
19	Ambos	2	6
20	Simulação	3	5
21	Simulação	1	4
22	Experimento	4	4
23	Simulação	4	4
24	Ambos	3	5
25	Simulação	3	3
26	Simulação	1	4
27	Simulação	4	3

Analisando os resultados, agora da turma B, percebe-se que houve um aumento mais expressivo do que a turma A no número de acertos dos estudantes

quando comparamos o pós-teste com o pré-teste. O gráfico abaixo representa a tabela anteriormente apresentada.

Gráfico 3: Comparativo do número de acertos dos alunos no pré-teste e pós-teste - Turma A.

Acertos Pré-Teste e Pós-Teste - Turma B



Através do gráfico 3, o qual representa os acertos da turma B, percebe-se um deslocamento da linha vermelha para a direita quando se comparada com a azul. Nota-se que é um resultado semelhante ao obtido na turma A, porém, apresentando uma maior diferença entre o pré/pós-teste.

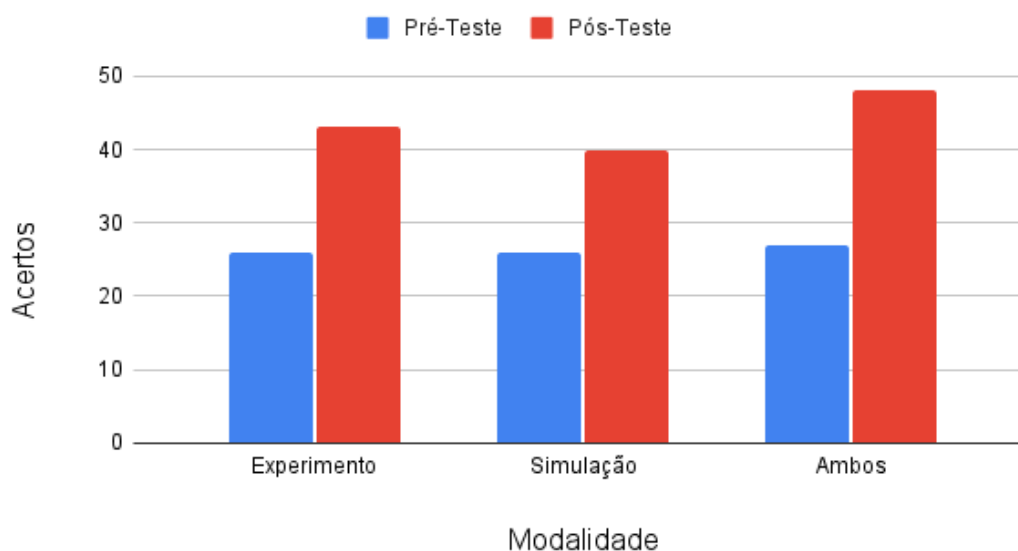
A turma B apresentou uma diferença maior no número de acertos em relação à turma A, que pode ser entendida ao analisar o resultado do pré-teste. Percebe-se que a turma B teve maior dificuldade no pré-teste quando comparado a turma A. Mas, não se pode descartar a possibilidade de realmente ter ocorrido um maior aprendizado por parte da turma B. Isso pode ficar mais evidente na tabela abaixo.

Tabela 4: Resultados por modalidade turma B

MODALIDADE	ACERTOS PRÉ-TESTE	ACERTOS PÓS-TESTE	AUMENTO DOS ACERTOS EM PORCENTAGEM
Experimento	26	43	65,38%
Simulação	26	40	53,85%
Ambos	27	48	77,78%

Gráfico 4: Comparativo do número de acertos dos alunos no pré-teste e pós-teste - Turma A.

Acertos por modalidade - Turma B



Quando analisamos a turma B por modalidade (experimento, simulação ou a articulação de ambos), percebe-se um maior aumento de acertos em porcentagem do que na turma A. Porém como destacado anteriormente, não podemos tornar os resultados do pré-teste irrelevantes, pois as turmas tiveram resultados iniciais divergentes.

O ponto que vale destacar é que, nas duas turmas, a articulação de ambos, experimento e simulação, demonstraram um melhor resultado quando comparado a utilização isolada de cada um. Portanto, há a possibilidade de que o uso de experimentos e simulações sejam interessantes para adotar como uma metodologia a ser usada nas aulas de física no ensino médio.

5.2 Entrevistas - Turma A e Turma B;

Para uma avaliação qualitativa da metodologia do uso articulado de experimento e simulação nas aulas de física no ensino médio foram realizadas entrevistas com os alunos das turmas A e B. Havia duas perguntas gerais a serem respondidas: 1- *Qual sua opinião sobre o uso de experimentos e simulações nas aulas de física?* 2- *Na sua opinião qual foi mais interessante e produtivo, o experimento ou a simulação? Qual sua opinião do uso combinado dos dois nas aulas de física?* Abaixo estará a transcrição de algumas respostas e argumentos apresentados pelos estudantes.

Na primeira questão a resposta foi unanimemente positiva. Todos os 53 alunos de ambas as turmas argumentaram pontos a favor do uso dessas atividades em sala de aula. O aluno Gustavo, número 9 da turma A, argumentou o seguinte: *“Eu acho que o uso de experimentos é bom para facilitar a forma de aprendizado e para ter aulas diversificadas”*. Outro exemplo, o estudante João Vitor, número 11 da turma A: *“Na minha opinião, os experimentos contribuem de forma positiva para a aula, além de ser uma forma diferente e legal de aprendermos os conteúdos, é uma forma de vermos na prática aquilo que aprendemos durante o ano.”* O aluno Ronavy, número 22 da turma A, defendeu a importância de usar esse tipo de metodologia, não só em física mas também em outras disciplinas: *“Não só em física, mas também nas outras matérias acho uma ótima ideia, pois, além de ser uma descontração e uma maneira divertida de aprender, também dá o entendimento ao aluno de que o que ele está aprendendo é útil.”*

Quanto à segunda questão, respondida apenas pelo grupo que usou em conjunto o experimento e a simulação, os resultados também foram unanimemente positivos. Porém com algumas divergências. Ao serem questionados sobre a preferência entre experimento e simulação, mostraram-se divididos. Já sobre a combinação de ambas as modalidades, todos foram a favor. A aluna Ana, número 1 da lista de chamada da turma B, opinou o seguinte: *“O do carrinho foi mais fácil, do celular foi complicado. Achei o experimento físico mais fácil de compreender”*. A aluna Emily, número 9 da turma B, citou: *“A experiência física tem mais vantagem de visualizar como a gravidade realmente funciona fisicamente com objetos, assim como velocidade e aceleração.”* A aluna Maria, número 19 da turma B, afirmou o seguinte: *“O experimento do carrinho no celular, pois é mais prático e mais acessível*

para todos”. A aluna Emily, número 10 da turma B, respondeu: “*Achei mais vantajoso virtualmente, pelo celular é muito mais fácil, hoje em dia é mais prática, é difícil as pessoas não terem um celular, mas pelo outro lado achei muito legal o experimento porque é uma coisa diferente*”. O aluno Eliabe, número 6 da turma A, sobre a combinação de experimento tradicional e simulação, respondeu: “A minha opinião é que foram 2 jeitos diferentes de podermos compreender o conteúdo. Isso pode ajudar aqueles que tiveram dificuldade em um dos dois”. Ainda sobre o uso de ambos, o aluno John, número 12, argumentou: “A combinação dos 2 experimentos, fez a aula ficar diferente e dinâmica”.

Com os relatos fica evidente que, apesar de haver divergências sobre a opinião de qual dos dois é melhor para se usar em aula, há uma unanimidade quando o assunto é o uso articulado de experimento e simulação. Portanto, segundo os relatos dos alunos, ambos se complementam e tornam a aula dinâmica saindo da “mesmisse”. E isso é um fato importante, já que os alunos se sentem mais ativos nesse tipo de metodologia do que em aulas tradicionais. Isso reforça a ideia de que o papel do professor é ser mediador do conhecimento, com o dever de criar ambientes de aprendizagem repletos de atividades diversificadas (NASCIMENTO; FEITOSA, 2020).

A defesa do uso de tecnologias apareceu em alguns momentos. Alguns alunos argumentaram sobre a importância de usar celulares, smartphones e tablets nas aulas para auxiliar a aprendizagem. Como afirma Lobo (2015), a tecnologia é uma auxiliar importante no processo de ensino por conta de que os estudantes de hoje estão constantemente habituados à ela. Portanto, é importante que os docentes familiarizem-se com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICS), pois elas podem facilitar a interação entre professor e aluno, além de auxiliar no aprendizado e diversificar as atividades propostas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica, é evidente que o uso de experimentos e simulações para se ensinar física traz bons resultados. Contudo, nota-se que há uma ausência em trabalhos dedicados a estudar a eficácia de metodologias que usam a articulação de experimentos e simulações para o ensino de física no ensino médio. Essa escassez de pesquisas torna-se ainda maior quando trata-se de um tema específico, como cinemática, por exemplo. Dessa forma, surge-se o questionamento que este trabalho objetivou responder: *“Qual a eficácia de uma metodologia construtivista que articula experimentos tradicionais e simulações para o ensino de Física no momento contemporâneo?”*. Para responder essa pergunta foi traçado objetivos, sendo o principal *“analisar a eficácia de uma metodologia construtivista com o uso articulado de experimentos tradicionais e simulações no ensino de Física.”*

Dessa forma, este trabalho analisou a eficácia de uma metodologia de abordagem construtivista que articula-se experimento tradicional e simulação em duas turmas do ensino médio. O resultado foi que tanto a adoção do experimento tradicional, quanto da simulação foram promissores assim como os resultados dos trabalhos que compuseram a revisão bibliográfica desta pesquisa. Quanto ao uso articulado de experimento e simulação, mostrou-se resultados mais expressivos que o uso isolado de cada um. Portanto, há a possibilidade de que a metodologia, utilizando ambos os tipos de práticas no ensino de física, possa ser produtiva quando se comparada à utilização de uma única modalidade.

Não só na avaliação quantitativa, mas também na qualitativa, feita através de entrevistas, percebe-se que a ideia de articular experimentos e simulações pode ser uma metodologia promissora. Os alunos avaliados defenderam o uso de ambos, argumentando que um completa o outro. Os estudantes contemporâneos estão constantemente conectados e as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs), tornando-as muito interessantes para diversificar e complementar as práticas experimentais.

Em contrapartida, apesar dos resultados terem se mostrado promissores, devemos nos atentar de que este trabalho abrange uma pequena região de um grande território. É sabido que o país, Brasil, tem uma grande complexidade, com diferentes culturas e realidades. Como afirma Martos (2004), para Vygotsky o

aprendizado pela ideia de reconstrução, por parte do indivíduo, é a internalização dos significados que lhe são transmitidos pelo seu grupo cultural. Portanto, não deve-se considerar que os resultados, necessariamente, serão idênticos ao utilizar a metodologia deste trabalho. Como há diferentes realidades, o aprendizado se dará de diferentes formas para cada indivíduo, já que suas experiências vivenciadas não serão compatíveis com a dos demais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. **A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1-4, 2005.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176-194, 2003.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARROS, Tiago R.; DIAS, Wandearley S. Práticas experimentais de Física a distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.

BORGES, Cristiene Chaves; DICKMAN, Adriana Gomes; VERTCHENKO, Lev. Uma aula sobre conversão de energia utilizando bicicleta, motor, alternador e lâmpada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, 2017.

BORGES, Karen Selbach; DA CRUZ FAGUNDES, Léa. A teoria de Jean Piaget como princípio para o desenvolvimento das inovações. **Educação**, v. 39, n. 2, p. 242-248, 2016.

DIAS, Nildo Loiola; CASTRO, Giselle dos Santos; COELHO, Afrânio de Araújo. Simulação interativa do interferômetro de Michelson usando o GeoGebra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. São Paulo: Bookman Editora Ltda, 2015.

LOBO, Alex Sander Miranda; MAIA, Luiz Cláudio Gomes. O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 44, p. 16-26, 2015.

LOURENÇO, Abílio Afonso; DE PAIVA, Maria Olímpia Almeida. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & cognição**, v. 15, n. 2, 2010.

MARTOS, Zionice Garbelini. **Contribuições da Teoria Sociocultural para o ensino de Geometria no Ensino Fundamental**. Bolema, São Paulo, Ano, v. 17, p. 61, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista brasileira de ensino de física**. São Paulo. Vol. 22, n. 1 (mar. 2000), p. 94-99, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. Pesquisa básica em educação em ciências: uma visão pessoal. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 3, n. 1, p. 10-17, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha. Subsídios Epistemológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. **Epistemologias do Século XX**, 2016.

MORO, Fernanda Teresa. NEIDE, Italo Gabriel. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 987-1008, 2016.

MORAES, José Uibson Pereira; SILVA JÚNIOR, Romualdo Santos. **Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa**. 2014.

NASCIMENTO, Juliano Lemos do; FEITOSA, Raphael Alves. Metodologias ativas, com foco nos processos de ensino e aprendizagem. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e622997551-e622997551, 2020.

NETO, Cipolla; BARRETO, Luis Silveira Menna; AFECHE, Solange Castro. A formação social da mente Vygotski, LS 153.65-V631 Psicologia e Pedagogia **O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Psicologia, v. 153, p. V631, 1998.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. **Vygotsky e as teorias da aprendizagem**. 2006

NUNES, Fabiana Araújo. Indisciplina e Dispersão na Sala de Aula: Um desafio ao Educador Contemporâneo. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 11, n. 34, p. 77-85, 2017.

OLIVEIRA, Jonas de Paula; GOBARA, Shirley Takeco; CARVALHO, Fernando Pereira Teixeira de. Aula Experimental de Física: um foco na aprendizagem de competências e habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, p. 109-132, 2022.

PINHO ALVES FILHO, José de et al. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000.

PINHO ALVES FILHO, José de. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, p. 44-58, 2004.

SANTOS, José Carlos dos; DICKMAN, Adriana Gomes. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2018.

SANTOS, Maria Aparecida da Conceição dos et al. Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica®: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, 2016.

VILELA, Douglas Carlos et al. Estudo comparativo de um experimento de eletrodinâmica: Laboratório Tradicional x Laboratório Remoto. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4,

APÊNDICE I

Nome: _____.

Turma: _____.

PRÉ-TESTE

MOVIMENTO UNIFORME E MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

1 - Uma pessoa está caminhando em uma pista de atletismo em movimento uniforme. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) A pessoa está acelerando constantemente, aumentando sua velocidade a cada passo.
- b) A pessoa mantém uma velocidade constante ao longo da pista.
- c) A pessoa desacelera constantemente, diminuindo sua velocidade gradualmente.
- d) A pessoa caminha em zigue-zague, variando sua velocidade e direção.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

2 - Quais são as características do movimento uniformemente variado?

- a) Velocidade constante e aceleração variável.
- b) Velocidade variável e aceleração constante.
- c) Velocidade e aceleração constantes.
- d) Velocidade e aceleração variáveis.
- e) Aceleração aumentada ao longo do tempo.

3 - Um carro está em movimento uniformemente variado em uma estrada reta sem restrições de trânsito. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O carro está freando suavemente para parar em um semáforo.
- b) O carro está acelerando constantemente para alcançar uma velocidade maior.
- c) O carro está mantendo uma velocidade constante ao longo da estrada.
- d) O carro está realizando manobras bruscas em alta velocidade.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

4 - Um elevador parte do repouso em um prédio. Durante o movimento ascendente, qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O elevador acelera constantemente até atingir sua velocidade máxima.
- b) O elevador desacelera constantemente até parar no próximo andar.
- c) O elevador mantém uma velocidade constante durante todo o trajeto.
- d) O elevador move-se para baixo em vez de subir.
- e) O elevador mantém uma frenagem.

5 - Uma bola é lançada verticalmente para cima e retorna ao solo. Como seria o gráfico da velocidade em função do tempo para esse movimento?

- a) Uma curva em forma de "U" invertido.
- b) Uma linha reta inclinada para cima.
- c) Uma linha reta inclinada para baixo.
- d) Uma linha horizontal.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

6 - Um avião está decolando em uma pista de pouso. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O avião mantém uma velocidade constante ao longo da decolagem.
- b) O avião acelera constantemente até atingir a velocidade de decolagem.
- c) O avião desacelera constantemente após atingir a velocidade de decolagem.
- d) O avião sobe e desce rapidamente durante a decolagem.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

7 - Um carro está se aproximando de um semáforo vermelho e precisa parar. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O carro mantém uma velocidade constante ao se aproximar do semáforo.
- b) O carro acelera constantemente na tentativa de ultrapassar o sinal vermelho.
- c) O carro desacelera constantemente até parar no semáforo.
- d) O carro faz curvas rápidas antes de parar no semáforo.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

8 - Um jogador de futebol chuta a bola em direção ao gol. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) A bola mantém uma velocidade constante após o chute.
- b) A bola acelera constantemente durante o percurso em direção ao gol.
- c) A bola desacelera constantemente até parar antes de chegar ao gol.
- d) A bola muda de direção bruscamente após o chute.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

APÊNDICE II

Nome: _____.

Turma: _____.

PÓS-TESTE

MOVIMENTO UNIFORME E MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

1 - Uma pessoa está caminhando em uma pista de atletismo em movimento uniforme. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) A pessoa está acelerando constantemente, aumentando sua velocidade a cada passo.
- b) A pessoa mantém uma velocidade constante ao longo da pista.
- c) A pessoa desacelera constantemente, diminuindo sua velocidade gradualmente.
- d) A pessoa caminha em zigue-zague, variando sua velocidade e direção.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

2 - Quais são as características do movimento uniformemente variado?

- a) Velocidade constante e aceleração variável.
- b) Velocidade variável e aceleração constante.
- c) Velocidade e aceleração constantes.
- d) Velocidade e aceleração variáveis.
- e) Aceleração aumentada ao longo do tempo.

3 - Um carro está em movimento uniformemente variado em uma estrada reta sem restrições de trânsito. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O carro está freando suavemente para parar em um semáforo.
- b) O carro está acelerando constantemente para alcançar uma velocidade maior.
- c) O carro está mantendo uma velocidade constante ao longo da estrada.
- d) O carro está realizando manobras bruscas em alta velocidade.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

4 - Um elevador parte do repouso em um prédio. Durante o movimento ascendente, qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O elevador acelera constantemente até atingir sua velocidade máxima.
- b) O elevador desacelera constantemente até parar no próximo andar.
- c) O elevador mantém uma velocidade constante durante todo o trajeto.
- d) O elevador move-se para baixo em vez de subir.

e) O elevador mantém uma frenagem.

5 - Uma bola é lançada verticalmente para cima e retorna ao solo. Como seria o gráfico da velocidade em função do tempo para esse movimento?

- a) Uma curva em forma de "U" invertido.
- b) Uma linha reta inclinada para cima.
- c) Uma linha reta inclinada para baixo.
- d) Uma linha horizontal.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

6 - Um avião está decolando em uma pista de pouso. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O avião mantém uma velocidade constante ao longo da decolagem.
- b) O avião acelera constantemente até atingir a velocidade de decolagem.
- c) O avião desacelera constantemente após atingir a velocidade de decolagem.
- d) O avião sobe e desce rapidamente durante a decolagem.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

7 - Um carro está se aproximando de um semáforo vermelho e precisa parar. Qual das seguintes situações é a mais provável?

- a) O carro mantém uma velocidade constante ao se aproximar do semáforo.
- b) O carro acelera constantemente na tentativa de ultrapassar o sinal vermelho.
- c) O carro desacelera constantemente até parar no semáforo.
- d) O carro faz curvas rápidas antes de parar no semáforo.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

8 - Um jogador de futebol chuta a bola em direção ao gol. Qual das seguintes situações é a mais provável? Desconsidere as resistências ao movimento.

- a) A bola mantém uma velocidade constante após o chute.
- b) A bola acelera constantemente durante o percurso em direção ao gol.
- c) A bola desacelera constantemente até parar antes de chegar ao gol.
- d) A bola muda de direção bruscamente após o chute.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

APÊNDICE III

GABARITO PRÉ/PÓS-TESTE

1 - B

2 - B

3 - B

4 - A

5 - E

6 - B

7 - C

8 - A