

PLANO INCLINADO COMO FERRAMENTA SIGNIFICATIVA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

THE INCLINED PLANE AS A MEANINGFUL TOOL: AN EXPERIENCE REPORT IN PHYSICS EDUCATION

WANDERLEY MARTINS ^{*1}, RUBENS HENRIQUE MARQUES DE MORAIS  ^{†1,2},
SAMUEL DE OLIVEIRA ^{‡1}

¹Departamento de Ciências e Linguagens, IFMG campus Bambuí.

²Departamento de Ciências Naturais, UFSJ campus Dom Bosco.

Resumo

Vivemos em um país de dimensões continentais, o que influencia diretamente em diversos aspectos sociais, culturais e econômicos. A educação não foge dessa realidade. Incluído nesse panorama multifacetado, o sistema educacional brasileiro enfrenta diversos desafios no que se refere a investimentos nas diversas áreas da cadeia educacional, que compreendem desde a formação de professores até a infraestrutura e manutenção escolar. Nesse aspecto, políticas de gabinete desenvolvidas de forma centralizada e burocrática não parecem ser capazes de abarcar as peculiaridades dos desafios enfrentados todos os dias por professores e estudantes nos mais diversos recantos do país e, portanto, aparentam ser insuficientes para aplacá-los. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é mostrar a ação direta dos agentes que atuam na base desse sistema, os professores, propondo a construção de uma ferramenta de ensino de física potencialmente significativa a partir de teorias de aprendizagem que visam uma interação mais direta do estudante com o objeto de ensino. Pensando nisto, os autores desenvolveram uma sequência didática que visa inserir o estudante em uma postura ativa no processo de ensino-aprendizagem, utilizando o plano inclinado como uma ferramenta experimental que complementa o ensino teórico, proporcionando uma maior interação com os conceitos de mecânica, em alinhamento com abordagens contemporâneas da Aprendizagem Significativa. Os resultados obtidos indicaram uma maior satisfação dos estudantes com essa abordagem, favorecida pelo contato mais direto e menos abstrato com os conceitos de mecânica tratados em sala de aula por meio de experimentação com o plano inclinado.

Palavras-chave: Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Ferramenta de Ensino. Experimentação.

*wandermartin@yahoo.com.br

†rubens.morais@ifmg.edu.br

‡samuel.de.oliveira@ifmg.edu.br

Abstract

We live in a country of continental dimensions, which directly influences various social, cultural and economic aspects. Education does not escape this reality. Included in this multifaceted panorama, the Brazilian educational system faces several challenges with regard to investments in the various areas of the educational chain, which range from teacher training to infrastructure and school maintenance. In this regard, cabinet policies developed in a centralized and bureaucratic manner do not seem to be able to encompass the peculiarities of the challenges faced every day by teachers and students in the most diverse corners of the country and, therefore, appear to be insufficient to appease them. In this context, the objective of this work is to show the direct action of the agents that act at the base of this system, the teachers, proposing the construction of a potentially significant physics teaching tool based on theories that aim at a more direct interaction between the student and the learning object. Thinking about this, the authors developed a didactic sequence that seeks to insert the student into a more active posture in the teaching-learning process, analyzing the potential of this methodology as an alternative form of learning to traditional methods. The results obtained indicated greater student satisfaction with this approach, favored by the more direct and less abstract contact with the concepts of mechanics treated in the classroom through experimentation with the inclined plane.

Keywords: *Physics Teaching. Meaningful Learning. teaching Tool. Experimentation.*

I. INTRODUÇÃO

As discussões a respeito dos problemas do sistema educacional brasileiro e as possíveis abordagens que visam soluções ocorrem nas mais variadas esferas da sociedade, desde conselhos escolares em contato direto com as famílias dos estudantes até os mais altos gabinetes do Ministério da Educação. Esse panorama de discussões fica evidente ao percebermos, como salientam Oliveira e Moraes (2022, p. 132), o grande número de congressos, simpósios e encontros que debatem pesquisas e resultados com o objetivo de contornar esses desafios que professores e estudantes enfrentam diariamente em escolas por todo o país. Além disso, também observamos esse cenário ao analisarmos a pressão que grupos políticos impõem sobre as instituições educacionais para que as mesmas apresentem resultados mais rapidamente, com concepções totalmente centralizadas, burocráticas, muitas vezes controladas por grupos de interesse, sem muita preocupação com a qualidade da evolução educacional, como mostra Ferretti (2018) a respeito da Reforma do Ensino Médio promovida em 2017.

Esse horizonte de análises multifacetadas da qualidade e dos desafios do sistema educacional, assim como as consecutivas tentativas de aplicação de soluções políticas fora de contextos particulares, sejam eles econômicos, sociais e/ou culturais de cada instituição de ensino, instauraram no país uma organização avaliativa reguladora, como descrevem Soares e Sousa (2020), de natureza compensatória, o que é capaz de distorcer dados obtidos com aplicação de testes em larga escala, pois muitas vezes, o que esses dados indicam,

são problemas de uma média, não sendo possível uma análise mais acurada de questões específicas de cada região do país.

Nesse contexto, análises de problemas mais específicos e ações pontuais focadas no presente, que levam em consideração as diversidades do campo no qual se desenvolve a atividade educacional, se apresentam como uma poderosa ferramenta no combate aos desafios do processo de ensino-aprendizagem. Isso ocorre porque a ação dos agentes que estão diretamente envolvidos nas bases do sistema educacional, os professores, é capaz de gerar efeitos mais auspiciosos, já que a identificação e a busca pela resolução dos problemas se dão de maneira direta, uma vez que são eles que estão em contato com os desafios diários, o que de acordo com Santos (2020), contrapõe discursos apressados que visam revoluções sem bases sólidas na educação, como ficou evidente durante a pós-crise da Covid-19. Entretanto, como aponta Oliveira (2020), essas ações, além de pontuais, devem ser pautadas em estratégias bem estudadas, e desenvolvidas considerando-se as diversidades enfrentadas por cada instituição, a qual deve estar sempre aberta à adaptações e superação dos desafios.

Levando em consideração o que já foi dito até aqui a respeito da educação brasileira de forma geral, a partir desse ponto, dar-se-á um foco mais direto à ação de professores diretamente ligados ao ensino de física. Na conjuntura do ensino dessa área das ciências naturais, as críticas ao atual modelo de ensino-aprendizagem não se distanciam do geral. Segundo Piassi, Oliveira e Souza (2019) a abordagem do ensino de Física de forma contextualizada deve estar mais presente no discurso de professores e educadores, o que não significa que isso seja uma prática corrente na escola. Para Moreira (2018), por mais que a pesquisa em física no Brasil seja reconhecida e prestigiada nos diversos círculos de cientistas ao redor do mundo, o ensino dessa ciência, principalmente nos níveis mais básicos da educação, está em crise, com tribulações que vão desde cargas horárias pequenas, inexistência de laboratórios, falta de professores e baixa remuneração, até de um currículo anacrônico que reforça um sistema de ensino totalmente mecânico.

Dessa maneira, o ensino de física, de forma geral, está sempre se deparando com dificuldades que vão além do caráter social, político, econômico e científico, estando conectado também à forma como os conteúdos são apresentados e exigidos dos estudantes. As críticas a esse modelo mecânico de ensino não se restringem apenas a pesquisadores brasileiros, afinal até mesmo o vencedor do prêmio Nobel Richard Feynman criticou esse aspecto do nosso sistema de ensino. Feynman (2019) salientou o caráter de destaque que a memorização possui em nossa formação, criticando a postura passiva e mecânica dos estudantes, que não são encorajados a desenvolver um caráter investigativo ou crítico dos problemas. Portanto, como sugere Moreira (2018), práticas educacionais que estejam mais focadas no estudante, e em seu desenvolvimento frente a uma postura mais ativa no processo de aprendizagem durante a investigação dos conceitos de física, devem ser encorajadas em detrimento desse modelo mecanizado, criticado por diversos profissionais como Feynman, pois elas vêm aos poucos reduzindo esses problemas.

O enfrentamento desses desafios exige uma releitura dos mecanismos de ensino-aprendizagem e da relação entre docentes e discentes, afinal para desenvolver-se uma metodologia na qual o estudante é encorajado a assumir um papel ativo em sua própria aprendizagem, é importante que o docente tenha uma postura criativa, crítica e, ao mesmo tempo, inovadora,

para que aquilo que ele ensina seja de fato assimilado. Beck e Beladelli (2017) abordam fortes evidências em sala de aula, sendo uma em destaque, a fala de professores alegando que os alunos não aprendem aquilo que é ensinado; e, por outro lado, os alunos relatam que os professores possuem o conhecimento, mas não a didática, que não sabem ensinar, ou, até mesmo, usam uma única metodologia em sala. Portanto, o aspecto da didática se apresenta como uma chave crucial para atingir-se o objetivo de melhorar o ensino, como destaca Piazzzi (2009), é de suma importância para a aprendizagem do estudante que o professor saiba ensinar.

Com a apresentação desse breve levantamento do quadro educacional brasileiro, sendo o escopo voltado ao ensino de física, o objetivo desse trabalho é mostrar a ação direta dos agentes que atuam na base desse sistema, os professores, propondo a construção de uma ferramenta de ensino de física potencialmente significativa a partir de teorias de aprendizagem que visam uma interação mais direta do estudante com o objeto de ensino. Pensando nisto, os autores desenvolveram uma sequência didática que visa inserir o estudante em uma postura ativa no processo de ensino-aprendizagem, utilizando o plano inclinado como uma ferramenta experimental que complementa o ensino teórico, proporcionando uma maior interação com os conceitos de mecânica, em alinhamento com abordagens contemporâneas da Aprendizagem Significativa. Diante do exposto, questiona-se: como seria o desenvolvimento da satisfação dos estudantes durante uma aula prática, utilizando-se o plano inclinado como material potencialmente significativo para o ensino de conceitos de mecânica? Assim, o artigo se propõe a relatar, como um estudo de caso, a experiência da aplicação de dessa sequência didática, cuja metodologia se baseia na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e no uso de uma ferramenta educacional potencialmente significativa na prática da experimentação.

II. APORTE TEÓRICO

O objetivo dessa seção é apresentar o aporte teórico relacionado às práticas de ensino-aprendizagem que fundamentaram o desenvolvimento da sequência didática. Buscamos demonstrar como a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi aplicada de forma prática, especialmente através do uso do plano inclinado como material educacional significativo, possibilitando que os estudantes ancorem novos conceitos em seus subsunçores. Essa abordagem visa reduzir os problemas da aprendizagem mecânica no ensino de física, promovendo uma compreensão mais sólida e interativa dos conceitos. É importante deixar claro a partir desse ponto que, essa seção não busca uma explicação e/ou análise profunda dos conceitos das teorias de ensino citadas anteriormente, mas brevemente resumir as ideias que nortearam o pensamento dos autores no desenvolvimento do trabalho, afinal essa pesquisa está voltada para a aplicação imediata dos conhecimentos, sem a preocupação com o desenvolvimento de novas teorias.

De acordo com Moreira (2011), pode-se dividir os tipos da aprendizagem de um determinado indivíduo em três gêneros fundamentais, sendo deles a aprendizagem cognitiva aquela responsável por guardar de maneira ordenada e com aspectos organizacionais as informações recebidas. Para o autor, é a aprendizagem cognitiva o campo no qual se desenvolve a TAS de David Ausubel, pois é exatamente no recebimento e na retenção organizada

das informações no complexo cognitivo do indivíduo que a teoria se estabelece.

Como explicam Mogetti, Brod e Lopes (2020), a TAS desenvolvida por Ausubel é uma teoria construtivista que se baseia na associação que o estudante faz entre uma nova informação recebida com algum conhecimento previamente estabelecido. Os autores, entretanto, destacam a importância que existe no fato de que essa associação não pode acontecer de forma arbitrária e mecânica, pois é necessário que essa nova informação seja adquirida substantivamente, para que então haja construção de significados no complexo cognitivo. Para Filho e Ferreira (2022), a aprendizagem é de fato significativa quando a nova informação assimilada é diretamente ancorada a um conhecimento prévio relacionado ao tema, o qual é denominado subsunçor. Para os autores, um dos papéis do professor é o de identificar a presença desses subsunçores na estrutura cognitiva do estudante, analisando graus de relevância e significado da informação, para assim iniciar o desenvolvimento do processo de ensino com uma base sólida que possibilite ao estudante o desenvolvimento da aprendizagem a partir desse subsunçor.

Outro aspecto importante para o desenvolvimento da TAS é a presença de materiais potencialmente significativos. De acordo com Silva-Pires et al. (2020), a definição desse material potencialmente significativo se estende entre diversas possibilidades, tais como representações de conteúdo, ideias, modelos mentais ou conceitos. Para os autores, o importante é que ele possua um aspecto significativo para o estudante, estabelecendo uma ligação lógica entre o tema apresentado e o subsunçor previamente esclarecido. Nesse contexto, de acordo com Ferreira et al. (2020), a construção de materiais instrucionais que tenham ligação direta com o conteúdo ministrado podem se apresentar como ferramentas potencialmente significativas, na busca por uma aprendizagem que não seja mecânica.

Tendo estabelecido que o objetivo do professor para com o desenvolvimento do processo de ensino, dentro do escopo da TAS, é o de desenvolver práticas que tornem a aprendizagem dos estudantes de fato significativa, faz-se necessário também compreender como o discente irá se envolver com o processo. Nesse panorama, a criação de materiais instrucionais potencialmente significativos, além de favorecer esse método de aprendizagem, pode se tornar um instrumento poderoso no estímulo motivacional do estudante, pois segundo Silva et al. (2020), a experimentação é capaz de motivar o estudante na aprendizagem dos conteúdos de física, desenvolvendo nele um pensamento crítico através de técnicas e estímulos multissensoriais mediadas pelo docente. Ainda nesse contexto, Oliveira e Moraes (2019) destacam o papel fundamental que atividades experimentais organizadas pelo professor têm no desenvolvimento de uma aprendizagem que seja tanto atrativa quanto significativa para o estudante, sendo capazes de desenvolver habilidades e competências práticas que ampliem seus horizontes a respeito dos conceitos científicos e contextos sociais.

Dentro desse quadro de mudança das práticas educacionais de professores, tendo o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa com uso de ferramentas educacionais e experimentação, algo que ficou implícito, e que é importante estabelecer, é a forma como esse processo se dá, ou seja, a forma de organização dessa didática construtivista em detrimento de um processo de aprendizagem mecânico. Uma das ferramentas que se apresentam para esse fim é a construção de uma sequência didática. Donadello e Neto (2022) mostram que sequências didáticas organizadas em torno de teorias de aprendizagem fundamentadas na TAS são estratégias eficientes na busca de melhores resultados no processo

de ensino-aprendizagem, trazendo aspectos positivos para o ensino de forma geral, e principalmente para o ensino de ciências, pois elas abrem um novo leque de possibilidades para que os professores possam organizar e ensinar conceitos científicos de forma mais atrativa e menos abstrata, envolvendo diretamente o estudante no processo de construção do seu conhecimento. Ainda nesse contexto, as conclusões de Bremm e Güllich (2022) convergem com a dos autores supracitados, salientando que quando a sequência didática propõe uma metodologia que encoraja o protagonismo do estudante frente ao processo de aprendizagem e do seu papel social, ela é capaz de melhorar o processo de ensino, pois valoriza a construção de conhecimento, as experiências pessoais e as argumentações do estudante, instigando-o a refletir de maneira crítica as questões e desafios apresentados. Diante disso, Gonçalves e Carvalho (2024) mostraram que ao adotar uma abordagem metodológica centrada na aprendizagem significativa por meio de uma Sequência Didática, foi possível estruturar os processos didáticos de forma sequencial e com objetivos bem definidos.

III. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa traz uma proposta para o ensino de mecânica para estudantes do ensino médio e/ou superior através de um projeto experimental utilizando o plano inclinado como material potencialmente significativo. Baseando-se na ideia de aumentar a motivação e o consequente engajamento do estudante com o objeto de ensino para que seu processo de aprendizagem seja efetivo, desenvolveu-se a sequência didática mostrada nas Tabelas 1, 2 e 4. Para cada aula presente na sequência didática foram utilizados dois horários de cinquenta minutos. Para isso, como elemento motivador, é utilizada a metodologia por projetos com abordagem CTS no desenvolvimento das tarefas, e ainda a abordagem dos três momentos pedagógicos, que de acordo com Bomfim, Costa e Nascimento (2018), foi proposta inicialmente por Delizoicov e Angotti baseada em uma transposição da concepção de ensino de Paulo Freire, no qual temos resumidamente: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Tais metodologias vão ao encontro da aprendizagem significativa de Ausubel, que relata a utilização e elaboração de materiais potencialmente significativos.

Aula 1 Problematização inicial
Objetivos: Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e introduzir o tema através de textos de divulgação científica e/ou vídeos.
Atividade inicial: A aula terá início com a discussão a respeito das aplicações da mecânica em contextos ligados ao estudo de superfícies inclinadas presentes em nosso dia a dia e, posteriormente, será lançado um problema motivador: <i>Até que ponto podemos inclinar uma superfície, para que um objeto colocado nela permaneça em repouso?</i>

Expansão do conteúdo: A base para a apresentação do tema será retirada de textos de divulgação científica e vídeos com contextualizações a respeito da inclinação de superfícies e suas aplicações no mundo real, em termos de máquinas simples, ou seja, instrumentos com aplicação prática na rotina que utilizamos diariamente, sem mesmo perceber as implicações científicas que possibilitam seu funcionamento. A problematização e motivação ocorrerão através da apresentação da presença do plano inclinado em contextos sociais diferentes, tais como a acessibilidade para cadeirantes em locais com a presença de escadas elevadas e desníveis na superfície e rampas que servem como elevadores em embarcações, cuja função é superar desníveis topográficos na navegação.

Avaliação: Ao término da apresentação, os estudantes responderão um questionário com o objetivo de averiguar os conhecimentos prévios sobre o tema.

Questionário 1

1. Das alternativas a seguir, assinale aquela ao qual você já ouviu falar, mesmo que você não tenha definição conceitual precisa.
a) Força de atrito b) Força peso c) Reação normal d) Plano inclinado
2. Das alternativas a seguir, assinale aquela ao qual você tem conhecimento conceitual fundamentado, ou seja, já ouviu falar e sabe dizer bem o que significa.
a) Força de atrito b) Força peso c) Reação normal d) Plano inclinado
3. A seguir, apresentamos algumas unidades de medida. Assinale aquela ao qual já ouviu falar, mesmo que você não tenha definição conceitual de medida.
a) Newton b) Metro quadrado c) Segundo d) Metro
4. Assinale a unidade de medida ao qual você conhece sua correspondência e significado.
a) Newton b) Metro quadrado c) Segundo d) Quilograma
5. Das alternativas a seguir, assinale aquela ao qual você já ouviu falar, mesmo que você não saiba o seu significado preciso.
a) Movimento de queda b) Tangente c) Decomposição de força
6. Das alternativas a seguir, assinale aquela ao qual você tem conhecimento conceitual fundamentado.
a) Movimento de queda b) Tangente c) Decomposição de força
7. Qual será o seu nível superior (faculdade)?
a) Não b) Sim

Tabela 1: Sequência Didática parte I

Aula 2 Organização do conhecimento

Objetivos: Apresentar conceitualmente as variáveis: força peso, reação normal, força de atrito e apresentar o plano inclinado.

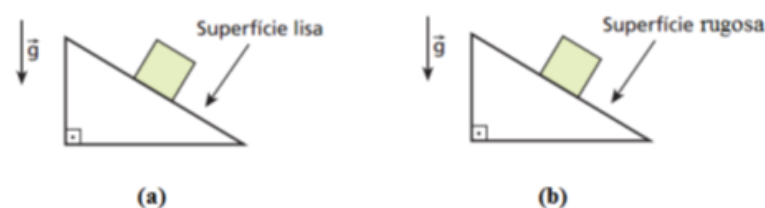
Atividade inicial: A aula iniciará com uma abordagem teórica sobre os conceitos de força, com base nas leis de Newton de maneira expositiva dialogada. Nesta fase da aula, será abordado o segundo momento pedagógico, que trata da organização do conhecimento. Ausubel propõe o uso de organizadores prévios para facilitar a aprendizagem significativa, sendo estes organizadores informações dadas ao estudante antes de iniciar um novo conteúdo e que irá aprender. Após esse momento, o professor mostrará conceitualmente o plano inclinado, bem como sua utilização com atrito e sem atrito.

Expansão do conteúdo: Os alunos serão divididos em grupos, os quais deverão construir diagramas conceituais sobre aquilo que eles conhecem do assunto: força, peso, gravidade, vetor, etc. Eles farão uma pesquisa sobre o tema em um próprio livro didático e, posteriormente, os resultados serão compartilhados com a turma, tendo o professor como agente intermediador dos resultados, classificando e quantificando o resultado dos alunos.

Avaliação: Ao término da aula, os alunos deverão responder a exercícios propostos junto a um questionário exploratório que medirá a avaliação acerca da abordagem realizada na aula.

Exercícios propostos

1. Na figura a seguir, estão representados dois planos inclinados. Na figura (a) a superfície é lisa, ou seja, não existe atrito, enquanto que na figura (b) a superfície é rugosa, ou seja, possui atrito. Faça um diagrama de forças em cada uma das situações.



2. Um objeto de massa 5,0 kg, desce num plano inclinado, conforme mostra a figura a seguir. A aceleração da gravidade no local é de 9,8 m/s². Calcule o valor da aceleração com que esse objeto desce pelo plano inclinado, sabendo que não existe atrito entre o objeto e o plano.

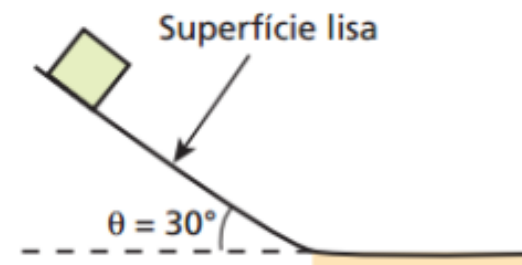


Tabela 2: Sequência Didática parte II

O questionário exploratório entregue aos estudantes com o intuito de medir alguns parâmetros a respeito da avaliação deles com a metodologia utilizada na abordagem do

tema até esse ponto pode ser visto na Tabela 3. Para este questionário será utilizado a escala Likert, a qual consiste de uma série de afirmações a respeito de um determinado objeto. Para cada afirmação há uma escala de cinco pontos, correspondendo nos extremos, em que a nota mínima corresponde discordo totalmente e a nota máxima representa concordo totalmente, como indica a Tabela 3.

Avaliação da metodologia pelos estudantes
1. A discussão em grupo, dos conceitos e do tema estudado, antes da explicação do professor, facilitou a aprendizagem?
2. A sua maior dificuldade para realização da lista de exercícios, foi com respeito ao diagrama de forças?
3. A sua maior dificuldade para realização da lista de exercícios foi com relação às fórmulas apresentadas?
4. O texto abordado inicialmente pelo professor, facilitou a compreensão do que é o plano inclinado?

Tabela 3: Questionário 2

A terceira parte de aplicação da sequência didática refere-se ao momento do uso da ferramenta educacional potencialmente significativa, ou seja, da atividade experimental com o plano inclinado. A sequência é apresentada na Tabela 4 a seguir.

Aula 3 Aplicação do conhecimento
Objetivos: Aplicar os conhecimentos apresentados nas duas primeiras aulas através da exposição do experimento do plano inclinado com base num tutorial.
Atividade inicial: Nesta etapa da aula, será apresentado o plano inclinado. Durante este momento, o professor mostrará os principais componentes do equipamento e dará ênfase nos seguintes aspectos: força normal e força peso no plano. Ele colocará a representação dos vetores no bloco, de forma que os alunos possam visualizar a relação dessas forças no plano inclinado.
Expansão do conteúdo: A exposição dos conceitos através do plano inclinado se dará segundo os passos do roteiro abaixo:
1°. Comprovar que o ângulo do plano inclinado é o mesmo ângulo entre P e F_y . Neste momento, o professor utilizará o plano inclinado para mostrar aos estudantes essa conclusão.

- 2°. Inclinando o plano em 3 posições diferentes, 30°, 45° e 60°, e abandonar o bloco na extremidade superior do plano. Depois de abandonar o bloco (3 vezes), o professor irá fazer os seguintes questionamentos aos estudantes a respeito da atividade experimental:
- a) Com o aumento da inclinação, o que aconteceu com a velocidade do bloco, ao final do plano inclinado? () Aumenta () Diminui () Permanece constante
 - b) Com o aumento da inclinação, o que aconteceu com a força normal? () Aumenta () Diminui () Permanece constante
 - c) Com o aumento da inclinação, o que aconteceu com a força peso do bloco? () Aumenta () Diminui () Permanece constante
- 3°. Inclinando o plano em 3 posições diferentes, 30°, 45° e 60°, e abandonar 2 blocos, um após o outro, de massas diferentes. Após essa atividade, os estudantes serão questionados a respeito do que podem observar, marcando entre as seguintes alternativas:
- a) () O bloco de maior massa tem maior velocidade ao final do plano inclinado;
 - b) () O bloco de menor massa tem maior velocidade ao final do plano inclinado;
 - c) () Independentemente da massa, os blocos chegam ao final do plano inclinado ao mesmo tempo.
- 4°. Após a discussão experimental, colocar um bloco sobre ele. Lentamente, aumentar a inclinação do plano inclinado para marcar em quais inclinações abaixo acontecem os seguintes eventos:
- a) () O bloco começou a querer se inclinar, o bloco estava prestes a se movimentar;
 - b) () O bloco efetivamente entrou em movimento;
 - c) () O bloco aumentou sua velocidade à medida que entrasse em movimento.
- 5°. Para finalizar a atividade, retomar as alternativas acima sobre quais conclusões os estudantes podem tirar sobre a importância da inclinação do plano, não só na Física, mas no cotidiano.

Tabela 4: Sequência Didática Parte III

Ao término da atividade um último questionário de avaliação dos estudantes a respeito do uso do plano inclinado foi entregue para que eles pudessem avaliar a atividade experimental e a metodologia utilizada na aula. Esse questionário pode ser visualizado na Tabela 5. Para as respostas de 2 a 4 mais uma vez foi utilizada a escala Likert.

Avaliação do uso do plano inclinado pelos estudantes
1. Você já havia realizado alguma atividade experimental anteriormente? a) Sim b) Não
2. Qual foi a sua satisfação ao trabalhar com o plano inclinado, na forma de experimento?
3. A utilização do plano inclinado durante a aula, facilitou a compreensão do assunto?
4. Você acredita que a aprendizagem de conceitos relacionados à Física pode ser facilitada com a utilização de experimentos simples, igual ao plano inclinado?

Tabela 5: *Questionário final*

A seção seguinte mostra o relato da aplicação dessa sequência didática baseada na TAS, impulsionada pelo uso de uma ferramenta educacional potencialmente significativa, através da experimentação com o plano inclinado, além de resultados dos questionamentos presentes nas três partes da sequência didática diretamente ligados a abordagem dos três momentos pedagógicos referentes a cada uma.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como ficou explicitado no decorrer das seções anteriores, entender a forma como o estudante constrói sua aprendizagem é vital para o sucesso de métodos de ensino que visam uma aprendizagem de fato significativa. Portanto, nesta seção, apresentaremos os resultados da aplicação da sequência didática mostrada anteriormente, assim como resultados dos questionamentos relacionados a abordagem dos três momentos pedagógicos.

A apresentação desses resultados dar-se-á através de estudo de caso, que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), envolve a pesquisa aplicada na inserção de conhecimentos e solução de problemas. Esse tipo de pesquisa está voltado para a aplicação imediata dos conhecimentos, não se preocupando com o desenvolvimento de novas teorias.

O projeto em questão foi aplicado a estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola pública estadual, localizada na região Centro-Oeste de Minas Gerais. A proposta de trabalhar o conteúdo “plano inclinado” surgiu a partir da experiência de um dos autores durante sua vivência no estágio supervisionado. Diante disso, desenvolvemos uma sequência didática que, além de integrar o uso do plano inclinado como ferramenta experimental, seguiu os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, com o objetivo de oferecer aos estudantes uma experiência mais dinâmica e interativa. A prática experimental foi planejada para assegurar que os novos conhecimentos fossem ancorados nos conceitos prévios, fomentando um aprendizado mais profundo e significativo.

A primeira aula (Tabela 1) teve início com a apresentação do conteúdo através exposições baseadas em textos de divulgação científica, com contextualizações a respeito da inclinação de superfícies e como elas estão presentes em nosso mundo na forma de “máquinas simples”, ou seja, instrumentos com aplicação direta de conceitos de física que utilizamos diariamente sem mesmo perceber as implicações científicas que possibilitam seu funcionamento. Após a leitura, colocou-se em discussão a experiência que cada estudante tinha sobre o assunto. Esse momento é de fundamental importância, pois, de acordo com Viana (2011), o estudante adquire um significado por meio de um processo indutivo de descoberta, mediante múltiplos exemplos particulares e vivenciados. Para isso, um conceito potencialmente significativo seria assimilado sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva,

na forma de um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação. Posteriormente à discussão do texto introdutório, foi levantado o seguinte problema: até que ponto podemos inclinar uma superfície para que um objeto colocado sobre ela permaneça em repouso? A resposta para essa questão-problema seria respondida ao término da aplicação da sequência didática. No fim da primeira aula, foi aplicado um questionário diagnóstico, sem a necessidade de identificação, com o intuito de obter informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto. Para esse questionário, foram abordadas questões objetivas sobre grandezas e unidades de medidas físicas relacionadas ao tema e também sobre o interesse dos estudantes em aprender esse conteúdo.

Os resultados das respostas de 1 a 3 desse questionário diagnóstico (Questionário 1) presentes na Tabela 1 podem ser vistas no gráfico da Figura 1. Como pode ser observado a respeito da questão 1 em azul, 89% dos estudantes apontaram conhecer vagamente a respeito da grandeza força de atrito (a), enquanto 56% apontaram um conhecimento superficial a respeito do plano inclinado (d), mesmo sem saber uma definição conceitual precisa. Isso indica a presença de um conhecimento prévio, mesmo que vago, sobre essa grandeza por um grande percentual dos estudantes. Isso pode ser destacado como um ponto de partida para os estudos a respeito das forças envolvidas no plano inclinado, uma vez que pouco mais da metade dos estudantes disseram também conhecer vagamente sobre esse termo representativo de algumas superfícies. Já 44% dos estudantes disseram saber, sem definição conceitual precisa, a respeito da força peso (b), enquanto apenas 11% já haviam ouvido falar sobre a reação normal (c). Quando questionados sobre um conhecimento mais preciso a respeito desses mesmos termos, na questão 2 em amarelo, 67% dos estudantes indicaram conhecer precisamente sobre o conceito de força de atrito (a), enquanto 56% disseram saber de maneira concreta o que viria a ser o plano inclinado (d). Tais resultados indicam que além da maioria já ter ouvido falar desses termos, uma parcela muito significativa também possui conhecimentos conceituais sólidos sobre os mesmos. Menos da metade disseram ter conhecimentos conceituais bem fundamentados sobre força peso (b), sendo esses 33%, enquanto apenas 11% reconhecem saber de maneira bem fundamentada sobre reação normal (c). Esses resultados podem indicar a necessidade de uma maior atenção na apresentação dessas grandezas presentes no estudo do plano inclinado, uma vez que existe apenas uma pequena minoria que conhece e sabe trabalhar com elas.

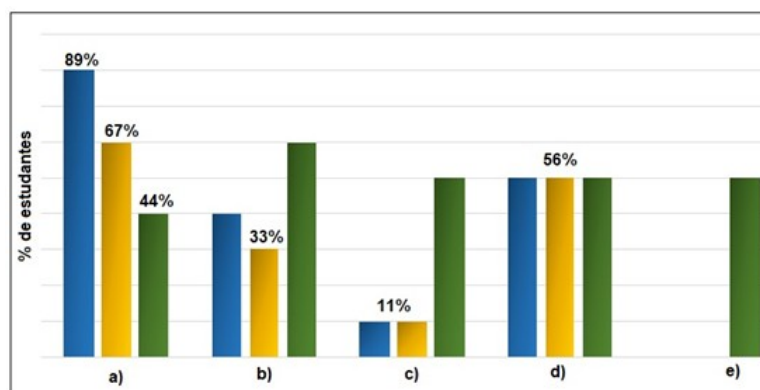


Figura 1: Porcentagem de respostas das questões de 1 a 3 do Questionário 1. As cores azul, amarelo e verde correspondem às questões 1, 2 e 3 respectivamente.

Ainda com o objetivo de descobrir sobre conhecimentos conceituais prévios, nas respostas da questão 3 em verde, observamos que 56% dos estudantes disseram já ter ouvido falar sobre as unidades de medida segundo (c), metro (d) e quilograma (e). Enquanto 67% disseram conhecer, mesmo sem definição conceitual a unidade metros por segundo (b). E por fim, apenas 44% disseram já ter ouvido falar da unidade de medida Newton (a). Isso indica que a maioria dos estudantes já ouviram falar, mesmo sem definições conceituais precisas, sobre as unidades de medida de tempo, comprimento, massa e velocidade, enquanto menos da metade já ouviram falar da unidade de medida de força. Isso, provavelmente, é oriundo do fato do uso cotidiano de conceitos de tempo, comprimento e massa, enquanto força é um conceito tratado de forma banal e difusa fora da área de estudos mais formais.

Já em relação às questões de 4 a 5, podemos analisar o percentual de respostas dos estudantes no gráfico da Figura 2. Sobre a questão 4, em azul, podemos ver que 56% dos estudantes dizem conhecer as grandezas físicas correspondentes às unidades de medida metros por segundo (b) e segundo (c), enquanto 67% alegam conhecer a grandeza associada à unidade metro (d). Podemos especular que tal conhecimento esteja conectado à aulas anteriores do conteúdo de cinemática, nas quais provavelmente foram explicadas as relações entre as grandezas física estudadas no movimento dos corpos e suas respectivas unidades. Menos da metade dos estudantes, mais precisamente 44%, dizem saber de fato a grandeza física correspondente às unidades Newton (a) e quilograma (e). Podemos inferir que essa baixa porcentagem de estudantes que conhecem as grandezas relacionas a essas unidades esteja ligada a uma deficiência dos conhecimentos de dinâmica, nas quais estuda-se a relação entre a massa dos objetos e as forças que atuam sobre ele. Isso nos revelou mais um ponto de atenção para aulas posteriores.

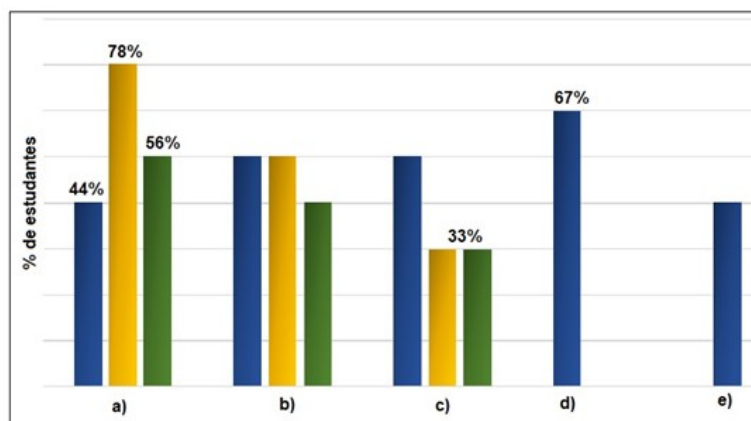


Figura 2: Porcentagem de respostas das questões de 4 a 6 do Questionário 1. As cores azul, amarelo e verde correspondem às questões 4, 5 e 6 respectivamente.

Para a apresentação do plano inclinado, viu-se a necessidade de estudarmos também alguns conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos mecanismos matemáticos necessários para esse fim. Portanto, a questão 5, em amarelo, nos mostra que 78% e 56% dos estudantes já tinham ouvido falar sobre as funções trigonométricas seno (a) e cosseno (b) respectivamente, enquanto apenas 33% já tinha ouvido sobre a tangente (c) de um ângulo, mesmo sem saber como utilizá-las na prática. Pela questão 6, em verde, observamos que 56% dos estudantes dizem ter um conhecimento conceitual fundamentado sobre a função

trigonométrica seno (a), enquanto 44% dizem o mesmo sobre o cosseno (b) e 33% sobre a tangente. Esses resultados chamaram nossa atenção para a necessidade de reintroduzir esses conceitos de funções trigonométricas de um ângulo aos estudantes durante as aulas, uma vez que para o prosseguimento da análise da dinâmica do plano inclinado um bom entendimento delas faz-se necessário. Por fim, 0% dos estudantes disseram já terem ouvido falar ou possuir conhecimento conceitualmente fundamentado sobre o termo decomposição de forças. Esse plano de fundo reforçou a necessidade do uso do material educacional como ponto de partida para a apresentação dessa atividade, uma vez que ele é capaz de simular essa decomposição de forças de maneira concreta, superando o ensino puramente por princípios abstratos.

Em relação a questão 7, 78% dos estudantes disseram possuir um nível de interesse médio sobre essa área de estudo da física, enquanto 23% disseram possuir um interesse mínimo. Esse quadro nos revela a necessidade de trabalhar o interesse por parte dos estudantes sobre o assunto através da motivação, uma vez que, como foi dito na seção do aporte teórico do trabalho, essa é uma questão que pode influenciar em vários aspectos da aprendizagem. Sobre a questão 8, 89% dos estudantes mostraram interesse em cursar o ensino superior, indicando um forte desejo dos mesmos em progredir nos estudos para atingirem bons resultados nos vestibulares à sua frente, o que também pode ser utilizado pelos professores como mais um agente motivador.

Na segunda aula da sequência didática (Tabela 2), com a análise dos resultados do questionário diagnóstico, iniciou-se o conteúdo referente às Leis de Newton e plano inclinado. Começou-se a aula com o texto “Subidas, descidas & areia”, extraído do documento Leituras de Física, organizado e disponibilizado pelo Grupo de Reelaboração de Ensino de Física (GREF) da USP. O texto serviu para contextualizar as grandezas físicas relacionadas ao tema, que, ao mesmo tempo, iam sendo mostradas no quadro. A importância da utilização do quadro juntamente com a análise do texto é enfatizada por Silva e Schirlo (2014), que explicam que a estrutura cognitiva se torna efetiva a partir de estratégias de ensino, do emprego de sequências na apresentação dos conteúdos e também da realização de feedback dos conteúdos. No entanto, se com todos esses elementos o conteúdo a ser aprendido não conseguir ancorar-se em um conhecimento já internalizado, provavelmente ocorrerá uma aprendizagem dita mecânica. O texto em questão mostra-se como um suporte na comunicação do conteúdo selecionado, pois ele trata de situações que possivelmente todos os alunos vivenciam, como no trecho: “se você observar a tabela ao lado, percebe que, na subida, um carro acelera menos, enquanto, na descida, acelera mais do que na pista horizontal. Isso porque, nestes casos, parte do peso do carro atua no sentido de ajudar ou atrapalhar o movimento”.

Após a explicação dos conteúdos e da discussão do texto, foi levada aos estudantes uma tarefa com o intuito de verificar o entendimento acerca das discussões e análises do texto. Solicitou-se a eles que construíssem um diagrama de forças para dois objetos - um deixado sobre um plano inclinado, sem atrito, e outro sobre um plano inclinado com atrito, como pode ser observado como exercício proposto na Tabela 2. O resultado dessa tarefa foi satisfatório, visto que a maioria dos estudantes analisou corretamente as forças que atuavam nos objetos. Entretanto, alguns erros típicos surgiram nas respostas, tal como o caso de um estudante que desenhou a força peso do bloco paralelamente à força de reação normal

da superfície. Essa força peso representada pelo estudante, na verdade, trata-se de uma componente dela. Esse tipo de erro é frequente, visto que, no plano horizontal, os alunos memorizam que a força de reação normal é sempre contrária à força peso. Após a análise dos resultados, os mesmos foram entregues aos estudantes, com o intuito de mostrar-lhes os acertos e os equívocos na construção do diagrama de forças.

O parecer dos estudantes em relação a abordagem metodológica adotada nas duas primeiras aulas (Tabelas 1 e 2), foi dado pela reposta do questionário exploratório presente na Tabela 3. Esses resultados podem ser vistos no gráfico da Figura 3. Como podemos ver a respeito da afirmação 1, em azul, 89% dos estudantes concordam totalmente que a discussão em grupo, dos conceitos e do tema estudado, antes da explicação do professor, facilitou a aprendizagem, ao passo que 11% concordam parcialmente. Outro ponto em destaque é em relação a afirmação 2, em amarelo, que nos mostra que 67% concordaram totalmente que a construção do diagrama de forças representou a maior dificuldade para realização da lista de exercícios, enquanto 22% concordaram parcialmente e 11% se posicionaram como indiferentes a esse respeito. Essa constatação parece estar relacionada com o fato de que 0% dos estudantes disseram já terem ouvido falar ou possuir conhecimento conceitualmente fundamentado sobre o termo decomposição de forças como visto anteriormente e, portanto, essa é uma tarefa que exigiu o uso de informações recém assimiladas, estabelecendo um maior desafio para os estudantes.

A respeito da afirmação 3, em verde, mais da metade dos estudantes, precisamente 56%, não concordaram que as fórmulas matemáticas apresentadas foram responsáveis pela maior dificuldade para o exercício proposto na aula 2 (Tabela 2), enquanto 33% disseram ser indiferentes e 11% concordaram com a afirmação. Esse resultado vai de encontro com aquele da afirmação anterior, pois como salientado antes, a maior dificuldade dos estudantes ficou a cabo da construção do diagrama de forças no plano inclinado. Por fim, 78% concordaram totalmente e 22% parcialmente que o texto abordado inicialmente pelo professor, facilitou a compreensão do que é o plano inclinado. Esses dados indicam que a abordagem metodológica surtiu efeitos positivos para a motivação dos estudantes e a consequente aprendizagem dos mesmos.

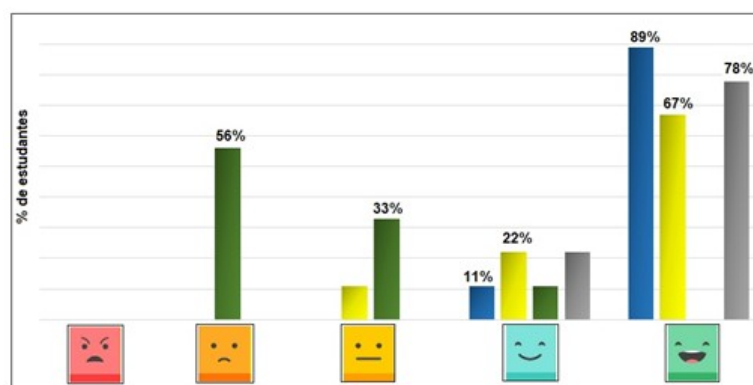


Figura 3: Porcentagem de respostas do Questionário 2 presente na Tabela 3. As cores azul, amarelo, verde e cinza correspondem às questões de 1 a 4 respectivamente.

Na terceira aula e última etapa da sequência didática, efetuou-se a utilização do plano inclinado. Para sua aplicação, foi elaborado um roteiro para obter respostas por meio da

manipulação do experimento, e, assim, mostrar aos estudantes a fase de diferenciação progressiva. Esse roteiro pode ser visto na Tabela 4. Essa fase da teoria de Ausubel surge quando o subsunçor se modifica a partir da introdução de uma nova informação, que também se alterou e recebeu novo significado. A apresentação do material educacional potencialmente significativo e do seu funcionamento pode ser visto na Figura 4.

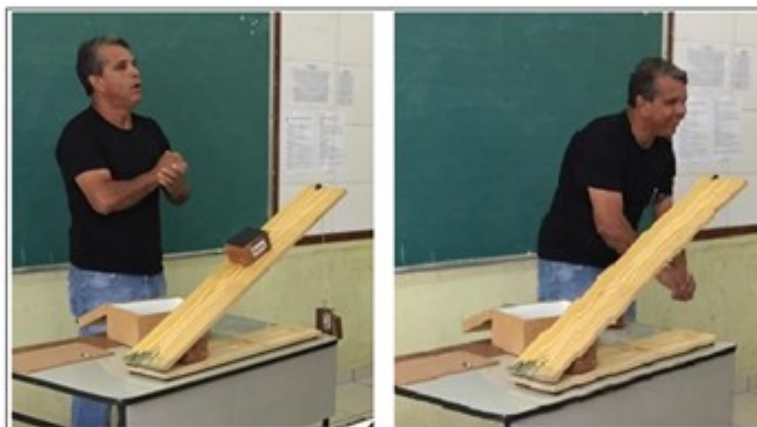


Figura 4: Apresentação do plano inclinado e explicação do seu funcionamento.

Na Figura 5, podemos ver a apresentação da decomposição de forças no quadro, assim como as grandezas físicas relacionadas ao plano inclinado. Também podemos ver o momento em que os estudantes eram instigados a analisar sobre a força peso e a força normal, enquanto, sobre o plano inclinado, eram produzidas inclinações diferentes, iniciando com 0° (zero grau) e indo até 60° (sessenta graus) - parte integrante do roteiro elaborado, presente na Tabela 4.

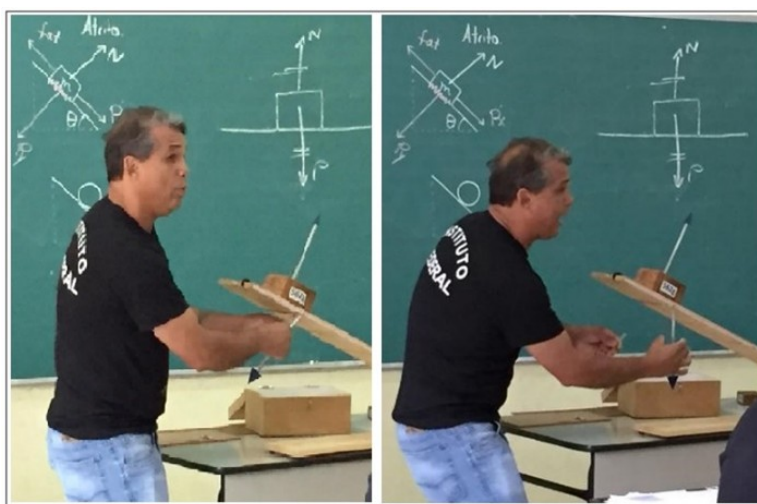


Figura 5: Uso do material educacional na representação da decomposição de forças e das grandezas físicas relacionadas ao plano inclinado.

Como já dito na metodologia, ao término da atividade um último questionário de avaliação dos estudantes a respeito do uso do plano inclinado foi entregue para que eles

pudessem avaliar a atividade experimental e a metodologia no processo de aplicação da sequência didática. Esse questionário final pode ser visto na Tabela 5. O parecer dos estudantes se encontra explicitado no gráfico da Figura 6. Em relação a questão 1, maior parte dos estudantes, 67%, disseram nunca ter realizado uma atividade experimental anteriormente. Esse fato indica mais uma evidência do caráter tradicional que o ensino de física apresenta nas escolas, muitas vezes apenas ligado a aulas estritamente expositivas no quadro.

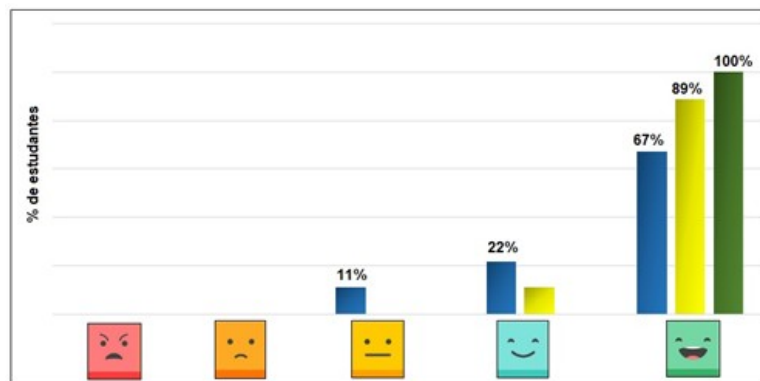


Figura 6: Porcentagem de respostas do Questionário Final presente na Tabela 5. As cores azul, amarelo e verde correspondem às questões de 2 a 4 respectivamente.

Em relação a pergunta 2, em azul, 67% dos estudantes mostraram um alto grau de satisfação ao trabalhar com o plano inclinado na forma de atividade experimental, enquanto 22% se mostraram parcialmente satisfeitos e 11% indiferentes. Esses dados indicam que maior parte dos estudantes ficou motivada com essa metodologia. A respeito da pergunta 3, em amarelo, 89% responderam que utilização do plano inclinado durante aula, facilitou muito a compreensão do assunto, ao passo que 11% responderam que ajudou parcialmente. Isso evidencia o caráter motivador da atividade experimental com material potencialmente significativo. Por fim, sobre a questão 4, 100% dos estudantes concordaram que a aprendizagem de conceitos relacionados a Física, pode ser facilitada com a utilização de experimentos simples, igual ao plano inclinado, o que indica a vontade dos estudantes em trabalhar seus conhecimentos através de metodologias menos tradicionais, com atenção ao objeto de estudo e com a aula voltada para sua própria ação frente aos problemas propostos.

Após a aplicação da sequência didática e a análise dos resultados, pôde-se concluir que a interação experimental durante a aula, conduzida numa perspectiva de um material potencialmente significativo, envolvendo o estudante a partir da sua própria experiência, faz com que este possa desenvolver uma aprendizagem com significado. Torna-se claro também que, para o fazer aprender, é necessário repensar a maneira como estão sendo ministradas as aulas, particularmente na perspectiva em que estão sendo lecionadas através de metodologias tradicionais, pois, a partir disso, a aprendizagem e o interesse por parte do estudante são minados e sua aprendizagem muitas vezes se torna mecânica.

Esta prática metodológica pressuposta na teoria da Aprendizagem Significativa indica um forte caráter de relevância em sua aplicação, visto que os estudantes trazem conhecimentos prévios para primeiro interpretar e compreender o fenômeno em estudo e, posteriormente, buscar o seu entendimento juntamente com o papel dos professores como mediadores do

conhecimento, e não como seus detentores. Confirmado por Bernardino e Santos, essa metodologia aumenta a motivação e o interesse pelo estudo, proporcionando um ambiente mais dinâmico e interativo, no qual os alunos podem aplicar conceitos teóricos em situações do mundo real. No entanto, é importante reconhecer que a implementação desse tipo de abordagem requer planejamento e recursos apropriados

Assim, buscou-se, com este trabalho, mostrar as potencialidades do uso experimental de conteúdos trabalhados em Física, através de um material educacional que permite aos estudantes um contato mais direto e menos abstrato com o objeto de ensino e com os assuntos abordados em sala de aula.

V. CONCLUSÃO

Após a aplicação da sequência didática e a análise dos resultados, pôde-se concluir que a interação experimental durante a aula, conduzida numa perspectiva de um material potencialmente significativo, envolvendo o estudante a partir da sua própria experiência, faz com que este possa desenvolver uma aprendizagem com significado. Torna-se claro também que, para o “fazer aprender”, é necessário repensar a maneira como estão sendo ministradas as aulas, particularmente na perspectiva em que estão sendo lecionadas através de metodologias tradicionais, pois, a partir disso, a aprendizagem e o interesse por parte do estudante são minados e sua aprendizagem muitas vezes se torna mecânica.

Esta prática metodológica pressuposta na teoria da Aprendizagem Significativa indica mostrou-se relevante em sua aplicação, visto que os estudantes trazem conhecimentos prévios para primeiro interpretar e compreender o fenômeno em estudo e, posteriormente, buscar o seu entendimento juntamente com o papel dos professores como mediadores do conhecimento, e não como seus detentores.

Assim, buscou-se, com este trabalho, mostrar as potencialidades do uso experimental de conteúdos trabalhados em Física, através de um material educacional que permite aos estudantes um contato mais direto e menos abstrato com o objeto de ensino e com os assuntos abordados em sala de aula.

Editora Responsável: Maria de Fátima da Silva Verdeaux

REFERÊNCIAS

BECK, E. M. C.; BELADELLI, E. M. N. O trabalho docente como processo constante de aprendizagens. *Instrumento Revista de Estudo e Pesquisa em Educação*, v. 19, n. 1, p. 35-43, 2017.

BERNARDINO, C. N.; SANTOS, A. M. Uma proposta de estudo comparativo entre aulas expositivas e abordagens investigativas no ensino de física. *Revista do Professor de Física*, v. 7, n. 2, p. 62-77, 2023.

BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13,

n. 1, p. 187-197, 2018.

BREMM, D.; GÜLLICH, R. I. C. Sequência didática sobre clonagem e fermentação: uma proposta de investigação-formação-ação no ensino de ciências. *REPPE Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, v. 6, n. 2, p. 43-60, 2022.

DONADELLO, S. A. F.; NETO, A. S. A. Sequência didática sob a perspectiva da TCM baseada em UEPS: uma estratégia didática para o ensino do modelo do átomo de Bohr no ensino fundamental. *REPPE Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, v. 6, n. 2, p. 4-27, 2022.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, KHALIL, O.; NOGUEIRA, D. X. P. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, P. e20200057, 2020.

FERRETTI, C. J. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. *Estudos Avançados*, v. 32, p. 25-42, 2018.

FEYNMAN, R. P. *Só pode ser brincadeira, Sr. Feynman!*. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2019.

FILHO, O. L. S.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunções no âmbito da Aprendizagem Significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 44, e20210339, 2022.

GONÇALVES, J. S.; CARVALHO, E. F. V. Investigação da aprendizagem significativa utilizando a modelagem computacional do movimento harmônico simples com o software Modellus. *Revista do Professor de Física*, v. 8, n. 2, p. 1-20, 2024.

MOGETTI, R. S.; BROD, F. A. T.; LOPES, J. L. B. Videoaula interativa como material potencialmente significativo na educação a distância. *RENTE*, v. 18, n. 1, 2020.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, v. 32, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, I. C. Feynman e suas conferências sobre o ensino de física no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 4, p. e4203, 2018.

OLIVEIRA, S.; MORAIS, R. H. M. Development of didactic experiment to assist learning in Physics: a study of deformable flat structures. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 13, n. 4, p. 2, 2019.

OLIVEIRA, S.; MORAIS, R. H. M. Impacto de metodologias ativas na aprendizagem e compreensão da mecânica em corpos deformáveis. In: FILHO, D. P. M. et al. (Orgs.). *Física: intervenções pedagógicas, tecnologias e metodologias emergentes à efetividade do ensino-aprendizagem*. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022. p. 132-150.

PIASSI, A. R.; OLIVEIRA, S.; SOUZA, D. A. Análise da abordagem matemática do tema queda dos corpos nos principais livros de física elementar utilizados nas licenciaturas em física no Brasil. *Revista do Professor de Física*, v. 3, n. 3, p. 105-118, 2019.

PIAZZI, P. *Ensinando inteligência*. São Paulo: Aleph, 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, C. S. Educação escolar no contexto de pandemia. *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 1, n. 30, p. 44-47, 2020.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SILVA, J. N. A. NETO, J. A. V.; XIMENES, C. A. P. MORAIS, A. C. S. A experimentação como ferramenta motivacional no ensino de física. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 102473-102485, 2020.

SILVA-PIRES, F. E. S.; TRAJANO, V. S.; ARAUJO-JORGE, T. C. A Teoria da Aprendizagem Significativa e o jogo. *Revista Educação em Questão*, v. 58, n. 57, 2020.

SOARES, L. V.; SOUSA, M. L. I. Avaliação educacional ou política de resultados? *Educação e Formação*, v. 5, n. 3, p. e2951-e2951, 2020.

VIANA, O. A. Conhecimentos prévios e organização de material potencialmente significativo para a aprendizagem da geometria espacial. *Ciências e Cognição*, v. 16, n. 3, p. 15-36, 2011.
