



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**

AMANDA LIBERAL BEZERRA

**O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE DINÂMICA ENTRE EDUCANDOS DO
ENSINO MÉDIO**

RECIFE

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**

LICENCIATURA EM FÍSICA

AMANDA LIBERAL BEZERRA

**O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE DINÂMICA ENTRE EDUCANDOS DO
ENSINO MÉDIO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Física.

Orientador: Ricardo Ribeiro do Amaral

RECIFE

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Bezerra, Amanda Liberal.

O uso de experimentos no ensino de dinâmica entre educandos do ensino
médio / Amanda Liberal Bezerra. - Recife, 2024.

32 : il., tab.

Orientador(a): Ricardo Ribeiro do Amaral

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Física - Licenciatura,
2024.

Inclui referências, apêndices.

1. experimentação científica. 2. ensino de física. 3. demonstração experimental.
I. Amaral, Ricardo Ribeiro do. (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

AMANDA LIBERAL BEZERRA

O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE DINÂMICA ENTRE EDUCANDOS DO ENSINO MÉDIO

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciada em Física.

Aprovado em: 01/04/2024

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Ricardo Ribeiro do Amaral (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Eduardo Olímpio Ribeiro Dias (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. André Luiz Alves Lima (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

As demonstrações experimentais despontam como ferramenta pedagógica de alto impacto para o aprendizado significativo no ensino de ciências, quando aplicado de forma coerentemente bem planejada. A aprendizagem de física no Brasil tem demonstrado ser um desafio para educadores da área, fato reforçado pelos baixos desempenhos em avaliações internacionais de aprendizagem de ciências. Frente a este cenário, o refinamento de métodos de ensino e a compreensão do impacto que causam no processo de ensino e aprendizagem são necessários e urgentes. O objetivo deste trabalho foi investigar como as demonstrações experimentais acerca das transformações de energia mecânica, utilizadas em conjunto numa única aula, contribuem para o desenvolvimento da aprendizagem significativa e melhoram a interação social e a assimilação dos conceitos de dinâmica. Os resultados indicaram um impacto positivo na evolução da caracterização de conceitos físicos, aumentando o interesse nas atividades propostas e facilitando a compreensão dos conteúdos. Entretanto, destaca-se a importância de um ambiente de aprendizado adequado para maximizar os benefícios dessas práticas educacionais.

Palavras-chave: experimentação científica; ensino de física; demonstração experimental

ABSTRACT

Experimental demonstrations emerge as a highly impactful pedagogical tool for meaningful learning in science education when applied in a consistently well-planned manner. Physics learning in Brazil has proven to be a challenge for educators in the field, a fact reinforced by low performance in international science learning assessments. Faced with this scenario, the refinement of teaching methods and understanding the impact they have on the teaching and learning process are necessary and urgent. The aim of this study was to investigate how experimental demonstrations about the transformations of mechanical energy, used together in a single class, contribute to the development of meaningful learning and improve social interaction and the assimilation of dynamic concepts. The results indicated a positive impact on the evolution of the characterization of physical concepts and on students' motivation, increasing interest in the proposed activities and facilitating understanding of the content. However, it is important to emphasize the importance of an appropriate learning environment to maximize the benefits of these educational practices.

Keywords: Scientific experimentation; physics education; experimental demonstration.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o Brasil demonstra um déficit de aprendizagem nas diversas disciplinas das ciências naturais, em especial nas ciências exatas, também conhecidas como ciências duras. De acordo com dados do Pisa 2022, cerca de 55% dos brasileiros registram baixo desempenho nas disciplinas de ciências, enquanto a média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é de 24% (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2023). Percebe-se uma dificuldade marcante em assimilar conceitos e definições que descrevem os fenômenos naturais e uma dificuldade ainda maior em aplicar estes conceitos a modelos de predição e quantificação através de equações matemáticas (VIDAL et al., 2021; ADMIRAL, 2016).

Dentro do contexto do ensino de Física, os desafios enfrentados no modelo tradicional de sala de aula refletem uma dura realidade: As pessoas temem o contato com a Física, com base em diversos fatores como mitos criados no ensino fundamental sobre a disciplina, ou a uma deficiência em matemática básica, além da falta de noção sobre como a física já faz parte do seu cotidiano (ADMIRAL, 2016; PIETROCOLA, 2002). Em contraste a essa realidade, o ensino de Física pode ser submetido a inestimáveis abordagens, todas favoráveis à associação de significados prévios, afinal, a Física é a ciência que estuda os fenômenos naturais, isto é, tudo o que compõe o universo (RIBEIRO, 2012). Assim, promover um entendimento conceitual significativo não deveria ser uma tarefa árdua no ensino de Física. Dentre todas as áreas, podemos destacar tais dificuldades no ensino da mecânica clássica, alvo deste trabalho, uma vez que diversos fenômenos são facilmente reprodutíveis e visíveis à olho nu, mas na maioria das vezes passam despercebidos pelos estudantes.

Apoiando-se em premissas de diversos teóricos da educação, podemos assumir que os seres humanos criam esquemas mentais de aprendizado, segundo a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget (PIAGET, 1972), alimentados de forma eficiente quando se atribui significado à experiência sensorial (AUSUBEL, 1980) e quando se cria protagonismo e autonomia no processo de aprendizado (FREIRE, 2019). Assim, para um ensino efetivo e consciente das ciências exatas, pode-se inferir que a experimentação desponta como uma ferramenta educacional eficaz em fornecer estímulos valiosos para assimilação e acomodação de novos conhecimentos.

É amplamente aceito que o protagonismo do educando na construção de seu conhecimento é uma abordagem pedagógica mais eficiente do que o aprendizado passivo. Romper com a cultura da opressão e submissão pedagógica para implementação de uma cultura

de autonomia e protagonismo pode ser uma ação desafiadora. Ambientes dinâmicos, que estimulam a participação do educando, associando o ensino de conceitos às práticas pedagógicas fundamentadas em protagonismo e autonomia do educando são formas de promover um aprendizado real (COSTA et al., 2020; MELO et al., 2018; MACIEL-BARBOSA, 2017).

Com base nas premissas apresentadas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aprendizagem de educandos do segundo ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de ensino de Pernambuco, frente a intervenções pedagógicas baseada em atividades práticas com foco no ensino de dinâmica, contando com a participação ativa dos educandos nesse processo, usando o modelo de Oficinas de Dinâmica do Laboratório de Física da Coordenadoria de Ensino de Ciências para o Nordeste da Universidade Federal de Pernambuco (CECINE – UFPE).

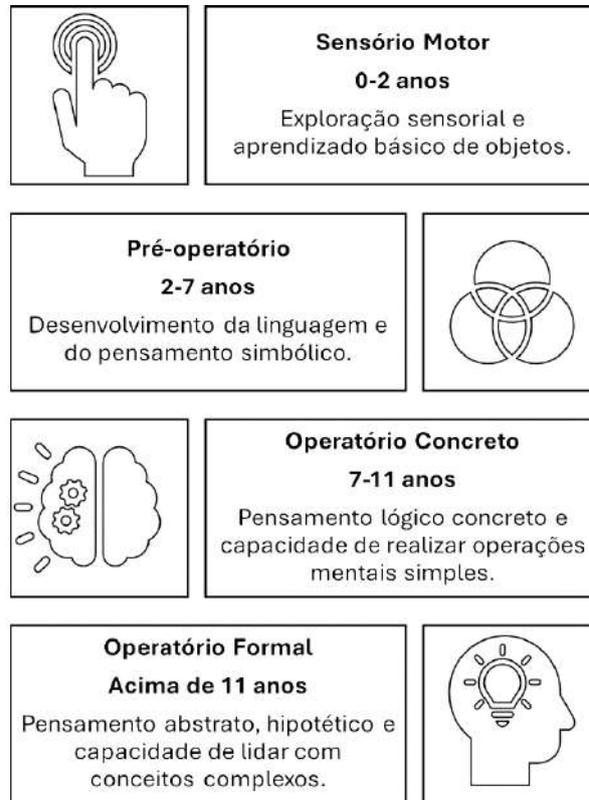
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo

Jean Piaget influenciou as práticas pedagógicas com sua abordagem construtivista acerca da psicologia do desenvolvimento cognitivo (PIAGET, 1976). Segundo essa abordagem, o indivíduo participa ativamente na construção dos seus conhecimentos, na medida em que ocorre a interação com o ambiente físico e social. Para ele, a inteligência possui aspectos que não se limitam a aquisição de informações, mas incluem a totalidade das experiências vividas (PIAGET, 1972).

Ainda segundo Piaget, através da Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo (PDC), o indivíduo humano passa por quatro estágios de desenvolvimento, cada qual constituído de um conjunto de características determinados pela forma de pensar, interpretar e entender o mundo, configurados em esquemas mentais que permitem a consolidação e ampliação do conhecimento. O primeiro estágio, chamado de sensório motor, ocorre dos 0 aos 2 anos, durante o qual a criança explora o mundo por meio dos sentidos e movimentos. O segundo estágio, pré-operacional, ocorre dos 2 aos 7 anos, marcado pelo desenvolvimento da linguagem e pensamento simbólico. O terceiro estágio, Operacional Concreto, ocorre dos 7 aos 11 anos, com a criança adquirindo habilidades de pensamento lógico concreto. Por fim, o estágio Operacional Formal, dos 11 anos em diante, é caracterizado pelo pensamento abstrato e hipotético, permitindo lidar com conceitos complexos (PIAGET, 1976). Os estágios de desenvolvimento cognitivo segundo Piaget estão resumidos da Figura 1.

Figura 1. Estágio de Desenvolvimento Cognitivo, segundo Piaget



Fonte: A autora (2024), adaptado de Piaget, 1976

Wadsworth (1996) explica que os esquemas mentais teorizados por Piaget são estruturas mentais ou cognitivas, pelas quais os indivíduos, através do intelecto, se adaptam e organizam o seu entendimento sobre o meio que os cerca. Assim, fundamentalmente os esquemas são processos que ocorrem como resposta inata do sistema nervoso aos estímulos ambientais.

Ainda segundo a PDC, o processo de construção do intelecto humano acontece através da assimilação e da acomodação da experiência sensorial em esquemas cognitivos (PIAGET, 1972). A assimilação acontece quando o sujeito incorpora novas informações e experiências ao seu conjunto de estruturas mentais (MOREIRA, 1999). Por exemplo, se uma criança tem um esquema cognitivo para “cachorro” e encontra um novo animal, como um cavalo, ela pode assimilar o cavalo ao esquema cognitivo de “cachorro”, pois estes animais apresentam similaridades, por exemplo, ambos são quadrúpedes, possuem focinho e pelos no corpo, de modo que se a criança não possuir um esquema mental que melhor atenda a estas características, ela poderá classificar o cavalo como um tipo de cachorro. Moreira (1999) explica assimilação da seguinte forma:

A assimilação designa o fato de que a iniciativa na interação do sujeito com o objeto é do organismo. O indivíduo constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído e toda abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação. Quando o organismo (a mente) assimila, ele incorpora a realidade a seus esquemas de ação, impondo-se ao meio. (MOREIRA, 1999, p. 100)

Acomodação ocorre quando o sujeito não consegue assimilar uma nova informação ou experiência a seu esquema mental, então ele pode criar um esquema mental para essa situação ou reestruturar o esquema mental já existente (MOREIRA, 1999). Partindo do exemplo anterior, a criança que viu um cavalo pela primeira vez, e tentou associá-lo a um cachorro, dá-se conta que são animais diferentes, e, portanto, não consegue assimilar o cavalo ao esquema criado para o cachorro, então será necessário criar um esquema mental diferente, por acomodação, onde poderá definir o cavalo como um novo animal. Futuramente, ao ver um jumento, será mais provável que ele associe este animal ao esquema mental que criou para acomodar o cavalo, ao invés de assimilar num esquema criado para acomodar um cachorro.

O entendimento sobre como o ser humano capta experiências sensoriais e as transforma em conhecimento fornece subsídios para entendermos como as experiências humanas em relação ao meio influenciam na aprendizagem, e conseqüentemente permite que métodos de ensino mais eficazes possam ser constantemente desenvolvidos (PIAGET, 1976).

2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa

David Ausubel desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que é fundamentada na ideia central de que novos conhecimentos são ancorados a estruturas cognitivas preexistentes (AUSUBEL, 1963). Assim, quando um indivíduo é exposto a uma situação inédita, porém reconhecidamente relevante, em sua visão de mundo, ele é capaz de atribuir significado a esta experiência, e conseqüentemente é capaz de aprender com isso mais efetivamente do que sendo meramente exposto a novas situações que não julgue lhe fazer respeito. Segundo Ausubel, aprender de forma significativa é atribuir significado ao que é aprendido e relacioná-lo com o que já se sabe (AUSUBEL, 1980).

Segundo Moreira (1999), para que a aprendizagem significativa aconteça, além da consonância entre conhecimento prévio e a relevância associativa de uma nova informação, é preciso haver disposição para aprender, pois segundo ele:

(...) independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). (MOREIRA, 1999, p. 156)

Essa disposição é um fator de importância fundamental, pois impacta a percepção do indivíduo sobre o objeto do seu estudo, de forma que a motivação necessária para gerar a disposição adequada ao aprendizado significativo pode ser um desafio frente às adversidades ambientais do estudo, o que inclui não somente o ambiente físico onde há trocas de experiências, mas todo o ambiente social e cultural, além da própria metodologia de ensino (MOREIRA, 1999), a qual tem se conservado no Brasil de forma monótona, pouco interativa, muito abstrativa, focada na transferência de informação ou de conhecimento, sem efetivamente promover ensino, ou seja, sem ter o aprendizado como consequência. A abordagem tradicional de ensino foi criticada por Paulo Freire (1987), que diz:

A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica dos conteúdos narrados. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá “enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão. Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. (FREIRE, 1987, p. 33)

Criar ambientes que permitam a visualização dos conceitos físicos e sobretudo demonstrar como estas experiências têm relação com a realidade de vida dos educandos, é um potencial instrumento para criar a motivação necessária para gerar disposição para aprender.

Naturalmente, muitos conceitos físicos são difíceis de serem transmitidos, pois podem exigir uma desconstrução de esquemas mentais para a acomodação de novos conhecimentos, portanto, o cuidado em atribuir o significado adequado a cada conceito novo apresentado é um trabalho delicado que recai sobre a responsabilidade do educador. Silva (2018) explica que:

(...) o aluno, ao que parece, está sujeito a essas dificuldades, principalmente pelo formalismo matemático presente e a falta de estratégias metodológicas em sala de

aula. Se os educandos não conseguem compreender os conceitos da Física, decidem deixar a matéria em segundo plano... (SILVA, 2018, p. 04)

Portanto, demonstrações práticas dos conceitos físicos, associados a verificações contínuas da aprendizagem, seguidas de orientações técnicas e pedagógicas sobre o objeto do estudo, despontam como abordagens potencialmente efetivas para promover um processo de aprendizagem eficiente.

2.3 Atividades Práticas Educacionais e suas Implicações na Aprendizagem de Ciências

2.3.1 Tipos de Atividade Práticas Educacionais

As atividades práticas podem ser executadas em diversos ambientes, envolvendo formas distintas de participação de educador e educando. Visando sistematizar os tipos de atividades práticas de ensino, Campos e Nigro (1999) classificaram essas atividades em 04 (quatro) grupos: Demonstrações Práticas, Experimentos Ilustrativos, Experimentos Descritivos e Experimentos Investigativos. Dentre essas atividades, destacaremos as Demonstrações Práticas, pois foram o modelo de atividades utilizadas neste trabalho.

Demonstrações Práticas são atividades realizadas pelo professor, com pouca ou nenhuma interação física (*Hands on*) entre o educando e o experimento apresentado, com ênfase maior em interatividade emocional (*Hearts on*) (CAMPOS; NIGRO, 1999). As demonstrações práticas são indicadas quando o educador dispõe de um recurso limitado de tempo para a realização da atividade proposta ou não dispõe de material suficiente para todos os educandos da turma, garantindo ainda aos educandos uma visualização simultânea do fenômeno demonstrado gerando, assim, um ponto de partida comum para discussões e/ou para uma aula expositiva (KRASILCHIK, 2008).

2.3.2 Impactos das demonstrações práticas no Ensino de Ciências

É amplamente aceito que as demonstrações práticas no ensino de ciências são importantes ferramentas para o aprendizado de conceitos científicos e metodológicos, contudo, nem sempre esta realidade é reprodutível, uma vez que frequentemente as atividades conduzidas são de concepção pobre, confusa e não produtiva, em ambientes inadequados ou

em alguns casos até mesmo insalubres (BASSOLI, 2014; COQUIDÉ, 2008; HODSON, 1990 apud PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PÉREZ, 2002).

Outra consideração importante sobre o impacto das demonstrações práticas na aprendizagem de disciplinas científicas é que a atividade prática, isoladamente, ou má executada, é insuficiente para promover motivação no educando, e, às vezes, pode até promover uma distração sobre o objetivo de aprendizagem proposto (BASSOLI, 2014; GALIAZZI, GONÇALVES, 2004). De forma que a prática é uma ferramenta para o aprendizado significativo, que na realidade se sustenta de abordagens multivariadas, bem pensadas, testadas, adaptadas ao contexto dos educandos e continuamente aperfeiçoadas para que possam ser eficazes.

Partindo então das premissas de que os experimentos estão cuidadosamente elaborados e conduzidos de forma clara e objetiva quanto à sua aplicação, destacando os conceitos adequados de forma cuidadosamente elaborada e que são parte de um conjunto pedagógico de estratégias para melhorar a aprendizagem dos educandos, entende-se que as atividades práticas de ensino são ferramentas valiosas para a promoção de um aprendizado significativo e efetivo.

Em diversas ocasiões, ficou demonstrado que a realização de atividades práticas é importante para melhorar o aprendizado do ensino de Física, a partir dos estímulos à interação social e a promoção da percepção de conceitos teóricos de forma tangível (GASPAR, 2003; MONTEIRO, 2002; BARREIRO e BAGNATO, 1992). Barreiro e Bagnato (1992), por exemplo, observaram que educandos submetidos a demonstrações experimentais demonstraram melhor engajamento nas aulas, bem como uma melhoria no diálogo entre educando e educador, participando das aulas de maneira mais produtiva.

3. METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado em uma sala de aula de uma escola estadual da rede pública de ensino, localizada no bairro da Iputinga, Recife, Pernambuco, com educandos da segunda série do ensino médio desta mesma escola. A investigação ocorreu no mês de novembro de 2023, e nesta ocasião foi realizada uma intervenção pedagógica expositiva e colaborativa baseada na demonstração prática de conceitos de dinâmica, a partir de experimentos, intervenção doravante denominada oficina de dinâmica. Tais experimentos foram precedidos de um questionário abrangendo os conceitos que seriam abordados na

intervenção. As mesmas questões foram apresentadas ao final da atividade, a fim de avaliar a aprendizagem dos educandos.

Os indivíduos que fizeram parte do estudo de caso foram convidados previamente a participarem das oficinas, com o argumento de que as atividades propostas poderiam gerar benefícios na aprendizagem de Física, além de que teriam uma abordagem pedagógica mais lúdica e participativa, diferente do modelo de ensino passivo ao qual eles estavam habituados. Os educandos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de acordo com o modelo disponível no APÊNDICE A. O TCLE foi assinado também pelos autodeclarados responsáveis legais dos indivíduos que participaram da pesquisa.

O professor de Física desses estudantes acompanhou toda a intervenção pedagógica, auxiliando na organização da turma, no momento da aplicação dos questionários e intervindo nos momentos de distração e agitação dos educandos na participação dos experimentos. A atividade aconteceu no próprio turno dos estudantes, no horário das aulas de Física, utilizando a própria sala de aula da turma.

Como já mencionado anteriormente, as demonstrações experimentais apresentadas foram baseadas nas Oficinas de Dinâmica da CECINE-UFPE.

3.1 Sujeito da pesquisa

Participaram do estudo 10 indivíduos, sendo 4 meninas e 6 meninos, de um total de 40, uma vez que a atividade foi voluntária e apenas 10 educandos entregaram o TCLE devidamente preenchido e assinado. Todos eles eram educandos da segunda série do ensino médio. A faixa etária da turma no período que foi realizada a intervenção era de 16 a 18 anos.

A princípio foram selecionados para compor este estudo educandos da segunda série do ensino médio, pois é previsto que neste estágio de desenvolvimento escolar já tenham tido contato com o conteúdo de dinâmica desde a série anterior, a julgar pelas recomendações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018), que indica sua realização durante o ensino médio, sendo este assunto, normalmente, um dos primeiros a ser abordado, em razão de seu caráter basilar e fundamental. Contudo, durante a atividade, foi observado que os educandos ainda não haviam tido contato prévio com os conteúdos de dinâmica.

3.2 Infraestrutura escolar

A escola em que foi realizado este trabalho possui somente laboratório de informática. As aulas de Física, de acordo com o professor da turma, geralmente não são acompanhadas de atividades experimentais. O local possui biblioteca e suas salas de aula não têm janelas ou ar-condicionado, com circulação de ar quente por meio de ventiladores. Quadro branco em bom estado de conservação, com pilotos disponíveis para os professores. Cadeiras de sala de aula em bom estado. Banheiros disponíveis para educandos e professores. Cantina e cozinha para fornecimento de alimentação aos educandos. Ausência de água filtrada. Salas separadas para professores. Rede wi-fi disponível, mas com sinal fraco em toda a escola. Presença de um retroprojetor, mas ausência de televisão.

3.3 Descrição dos experimentos

Este trabalho contou com a demonstração de três experimentos de dinâmica. Tais experimentos são comumente utilizados em oficinas científicas oferecidas para estudantes da rede pública de ensino. A pesquisadora deste trabalho também desenvolve monitoria no laboratório de física da CECINE, motivo pelo qual foram selecionados dentre diversas possibilidades, os experimentos:

- Pêndulo Simples Rudimentar (PSR): Aparato constituído por uma esfera de isopor preenchida internamente por um material não identificado com massa suficiente para garantir que a esfera oscile como um pêndulo sem interferência significativa da resistência do ar. A esfera está presa a uma haste de madeira por fios de nylon que possuem, aproximadamente, o mesmo comprimento. Como pode ser visualizado no Figura 2.

Figura 2. Pêndulo Simples Rudimentar



Fonte: A autora (2024)

- Protótipo de Montanha Russa (PMR): Aparato feito de madeira e ferro, que possui 07 (sete) curvaturas com diferentes alturas, por onde uma esfera é solta nas extremidades da “montanha russa”. A esfera escolhida para este experimento é feita de borracha e possui um diâmetro menor que a largura da pista por onde passa. Como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3. Protótipo de Montanha Russa



Fonte: A autora (2024)

- Mola de Ferro (MF): O aparato possui as extremidades livres, permitindo compressão e esticamento do material, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4. Mola de Ferro



Fonte: A autora (2024)

3.4 Objetivo dos Experimentos

O objetivo do experimento foi explorar os conceitos sobre energia mecânica e sua conservação. Nos experimentos do PSR e PMR, buscou-se demonstrar a relação entre a energia potencial gravitacional com a mudança da altura do objeto em relação a outro objeto que está no referencial da Terra; também foi possível evidenciar as relações existentes entre energia cinética e a velocidade do objeto com respeito ao mesmo referencial e demonstrar a

transformação existente entre essas energias. No experimento da MF, foi explorado o conceito de energia potencial elástica e como ela está associada à deformação da mola, bem como foi demonstrada a transformação existente entre energia potencial elástica e energia cinética.

3.5 Participação dos Educandos nas Atividades Práticas

As 03 (três) atividades propostas foram realizadas em uma carga-horária total de 2h com a participação ativa dos educandos e da pesquisadora, da seguinte forma:

3.5.1 Pêndulo Simples

Os educandos foram convidados a se manterem próximos ao experimento durante toda a sua execução. Um voluntário foi selecionado para interagir diretamente com o experimento. Assim, a esfera do pêndulo foi colocada próxima ao seu rosto e em seguida largada, oscilando, retornando a um ponto próximo e de amplitude menor que o ponto de partida da esfera.

Finalizando-se o experimento, os educandos foram indagados a responder o porquê de a esfera não ter atingido o rosto do colega. Depois que os educandos levantaram suas hipóteses acerca do fenômeno, foi discutido, juntamente com eles, sobre o que é a energia mecânica e sobre o Princípio da Conservação da Energia Mecânica. Em seguida, foram conduzidos a fazerem relações desses fenômenos com situações do cotidiano.

Foi pedido para que prestassem atenção ao fato de a esfera perder altitude com o passar do tempo, bem como foram indagados sobre isso. Após o levantamento de hipóteses, foi explicado as causas desse fenômeno. Também foi realizado o comparativo com outros exemplos corriqueiros que não obedecem a esse Princípio.

3.5.2 Protótipo de Montanha Russa:

Os educandos foram convidados a se manterem próximos ao experimento durante toda a sua execução. Dois voluntários foram selecionados para interagirem diretamente com o experimento. Os voluntários foram orientados a soltar a esfera de borracha de extremidades opostas da Montanha Russa, um de cada vez, enquanto todos observaram a trajetória da esfera.

Os educandos foram induzidos a fazerem observações sobre a trajetória da esfera em ambas as situações, de modo que pudessem enfatizar as diferenças percebidas e gerar

hipóteses sobre as razões para os comportamentos distintos. Após ao levantamento de hipóteses, foram conduzidos a relacionarem o experimento com o do Pêndulo Simples, com o objetivo de que pudessem compreender melhor o impacto da variável altura sobre a conservação da energia potencial gravitacional e a sua transformação em energia cinética. Em seguida, foi realizada a explicação do fenômeno, e realizados comparativos com situações do cotidiano.

3.5.3 Mola de Ferro

Os educandos foram convidados a se manterem próximos ao experimento durante toda a sua execução. Um voluntário foi selecionado para interagir diretamente com o experimento. O voluntário selecionado comprimiu e esticou a mola que estava posicionada horizontalmente no chão, e depois soltou uma de suas extremidades em direção a outra extremidade fixa. Após os educandos observarem essas três situações, foram conduzidos a relacionar essas situações com os experimentos anteriores. Em seguida, foi feita uma explicação acerca dos conceitos sobre energia elástica e sua conservação, e também sobre o porquê da mola perder energia numa situação não conservativa.

3.5 Coleta e tratamento dos dados

Os dados referentes à avaliação da aprendizagem foram coletados através de um questionário individual (APÊNDICE B), sem acesso a material de consulta e aplicado *in loco* imediatamente antes da oficina de dinâmica e imediatamente após a demonstração, com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos educandos e verificar se houve progresso imediato no entendimento dos experimentos.

A intervenção se desdobrou em três momentos distintos. Inicialmente, os educandos receberam uma explicação detalhada sobre as diretrizes para responder a um questionário (pré-teste), que foi aplicado imediatamente antes da realização da oficina, com uma duração de 30 minutos, na sala de aula. Durante esse período, foi enfatizado aos educandos que não deveriam consultar nenhum material relacionado aos temas abordados

No segundo momento, os educandos foram instruídos a mover suas mesas e cadeiras para permitir a realização dos experimentos, favorecendo assim uma interação mais próxima e livre com o conteúdo. Esta fase experimental teve uma duração de 1 hora, após a qual os educandos retornaram às suas posições originais.

No terceiro momento, os educandos foram convidados a responder ao questionário 2 (pós-teste), sem alterar as respostas do questionário 1. A duração da aplicação do questionário foi de 30 minutos.

A avaliação da aprendizagem foi realizada de maneira qualitativa, de forma que não foram atribuídas pontuações às respostas ou feito juízo de certo e errado para caracterizar as respostas, ao invés disso, foi avaliado se após as intervenções houve ou não uma evolução no entendimento do conteúdo apresentado.

Além disso, foi realizada uma entrevista virtual assíncrona com o professor de física da turma que acompanhou o estudo, com a finalidade de coletar dados sobre a infraestrutura da escola e sobre a percepção na mudança de comportamento ou na motivação dos educandos em sala de aula após a realização das oficinas de dinâmica, como descrito no APÊNDICE C.

Em relação ao questionário dos estudantes, apresentamos a seguir os principais pontos levantados nesta análise e que possuem a ligação direta com o tema da oficina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Experiência dos Educandos durante as Demonstrações Práticas

Na atividade experimental sobre o PCEM, a experiência sensorial dos educandos foi relevante para entender os conceitos estudados. O experimento do pêndulo simples foi o que chamou mais a atenção, especialmente quando viram a esfera completar um ciclo sem atingir o rosto de um colega. Isso despertou curiosidade e levou alguns educandos a repetirem o experimento.

Ao explicar o fenômeno, foi feita uma analogia com um balanço de parque, o que permitiu aos educandos estabelecerem uma associação com um esquema mental já existente, facilitando a compreensão sob a luz da PDC de Piaget. Como não estavam familiarizados com esses conteúdos, essa novidade tornou a experiência mais atrativa, permitindo que os educandos vivenciassem um momento de assimilação ao ajustar seus esquemas mentais de balanço ao movimento oscilatório do pêndulo.

No experimento do PMR, quando os voluntários soltaram a bola de borracha nas extremidades do material pedagógico perceberam que ela percorria distâncias variadas. Alguns educandos ficaram curiosos e levantaram hipóteses sobre as causas dessa disparidade. Foi sugerido que a bola não possuía uma força suficiente para atingir uma altura maior do que aquela de onde foi lançada. Por outro lado, também foi sugerido que a bola perdeu velocidade

durante o experimento, mas não conseguiram formular hipóteses que relacionassem a velocidade da bola com a energia cinética, e a transformação desta em energia potencial gravitacional.

Após explicar que a altura atingida pela bola não podia ser maior do que a altura de onde foi lançada, e lembrá-los dos conceitos envolvidos no fenômeno de oscilação vistos no experimento do pêndulo simples, alguns educandos demonstraram, verbalmente, entender que a altura estava relacionada diretamente à energia potencial gravitacional e, portanto, não poderia ultrapassar alturas superiores à altura de lançamento.

Também foi explicado que a bola não alcançou o final da pista devido à dissipação de energia ao longo do percurso, causada por forças externas. Para facilitar o entendimento sobre a dissipação de energia, foi feita uma analogia, solicitando que cada indivíduo presente friccionasse as mãos para se aquecerem, gerando parte da dissipação da energia mecânica em energia térmica. Em seguida, foi explicado que um fenômeno semelhante ocorre em menor escala quando a bola de borracha entra em contato com a pista de madeira, tendo parte da sua energia mecânica dissipada nas colisões da bola com as paredes de ferro e devido ao seu contato com o ar.

No experimento da MF, alguns educandos demonstraram interesse em manipular o objeto, por isso, foi pedido que um colega segurasse uma extremidade da mola esticada, enquanto a outra permanecia fixa, depois o educando soltou a extremidade. Quando a mola retornou, uma parte dela foi comprimida. Alguns educandos ficaram curiosos com o ocorrido, e pediram para manipulá-la também.

Após a interação dos educandos com a MF, foi realizada uma explicação sobre o fenômeno, fazendo um comparativo com os experimentos anteriores e uma analogia com as molas existentes em pula-pulas. Foi explicado que a mola também conserva energia mecânica, e o fato de observarem o seu movimento quando era deformada estava diretamente relacionado as transformações de energia potencial elástica em energia cinética.

Essas demonstrações práticas permitem a verificação direta do PCEM e demonstra como a experiência sensorial dos educandos pode proporcionar uma evolução no entendimento conceitual dos fenômenos físicos em estudo. As demonstrações experimentais permitiram que esses estudantes socializassem mais entre eles, o que ajudou a manter o ambiente mais propício para uma aprendizagem significativa, apesar de que na análise dos resultados dos questionários, somente alguns educandos conseguiram demonstrar evolução no entendimento conceitual desses assuntos.

4.2 Evolução Cognitiva sobre os Conceitos de Dinâmica apresentados na Demonstrações Experimentais.

Entre as 20 avaliações analisadas (10 pré-teste e 10 pós-teste), observou-se que apenas 44% das questões foram respondidas no pré-teste, os demais 56% foram deixadas em branco ou os educandos alegaram, por escrito, não saberem responder. Em contraste, o pós-teste teve 72% de questões respondidas de acordo com a Tabela 1, indicando que as demonstrações experimentais estimularam um sentimento de confiança para que os educandos expusessem suas impressões sobre o conteúdo arguido.

Tabela 1. Percentual de questões respondidas no pré-teste e no pós-teste.

Questão	Percentual de questões respondidas no Pré-Teste	Percentual de questões respondidas no Pós-Teste
1	60%	90%
2	30%	60%
3	70%	70%
4	20%	60%
5	40%	80%
Total de Questões	Percentual do total de questões respondidas no Pré-Teste	Percentual do total de questões respondidas no Pós-Teste
5	44%	72%

Fonte: A autora (2024)

Foi observada uma dificuldade por parte dos educandos em compreender a razão de responder o mesmo questionário após as demonstrações experimentais, pois a impressão geral da turma era de que modificar suas respostas do primeiro questionário deveria ser suficiente para avaliação do seu aprendizado. Em decorrência dessa situação, foi realizada uma breve explicação sobre o método de investigação científica, para que ficasse clara a importância de responderem novamente ao questionário, sem descartar as respostas do questionário anterior.

A avaliação qualitativa da aprendizagem baseada na comparação entre o pré-teste e o pós-teste demonstrou haver uma evolução no entendimento dos conceitos apresentados durante as demonstrações experimentais, sem, contudo, quantificar ou fazer rigoroso juízo de conformidade conceitual, não atribuindo, então, conceitos de certo e errado para avaliar a evolução da aprendizagem, atendo-se este trabalho a avaliar se os conceitos abordados estavam mais bem fundamentados após a intervenção ou não. Exemplos das melhorias observadas durante a intervenção pedagógica podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1: Evolução da percepção dos conteúdos de dinâmica antes e depois das demonstrações práticas em amostragem de educandos participantes da intervenção pedagógica.

Educando	Questão	Pré-teste	Pós-teste
A	1 - Como você definiria energia mecânica? Como ela está associada a energia cinética e energia potencial?	“Não sei, não lembro”.	“Pode ser definida como a energia do corpo ela está associada por conta da velocidade que damos ao corpo. Por exemplo quando estamos correndo”.
B	2 - A energia mecânica de um sistema se conserva. Como você explica essa conservação? Dê exemplos do dia a dia em que ocorra a conservação da energia mecânica.	S.R.	“Se não for por fatores externos, a energia mecânica se mantém. É lei. Exemplo: se eu lanço um objeto pendurado por corda no ar, ele não voltará com mais força, pois sua energia mecânica se conserva”.
C	3 - Como a energia cinética de um objeto está associada a mudanças de velocidade?	“Quando leio energia cinética lembro de rodas d’águas ou corrente de bicicleta rodando”	“Quando solto numa rampa tamanho 90 não ultrapassa a próxima rampa de tamanho 100, pois é maior que a 90.”
D	4 - Explique a diferença entre energia potencial gravitacional e energia potencial elástica. Cite exemplos do dia a dia em que podemos observar cada uma dessas energias.	“Um elástico”	“Energia potencial gravitacional: e a gravidade da terra puxando todas as matérias existentes na terra. Potencial elástica: e um material elástico que se estica até o seu limite, querendo voltar ao seu estado normal”.
E	5 - A altura de um objeto afeta sua energia potencial gravitacional. Explique brevemente como isso ocorre.	“Quanto mais alto um objeto é, mais bem espalhado é sua energia por sua extremidade”	“A energia potencial gravitacional é uma energia que está em tudo, e depende da altura em que o objeto é posto. Ex: eu tenho o chão como base e a outra eu decido pendurar em algo. A pedra pendurada tem uma energia potencial diferente da que está no chão”.

Pré-Teste = Avaliação de conhecimentos prévios às demonstrações experimentais. Pós-teste = Avaliação de conhecimentos posteriores às demonstrações experimentais. S.R. = Sem Resposta. Fonte: A autora (2024).

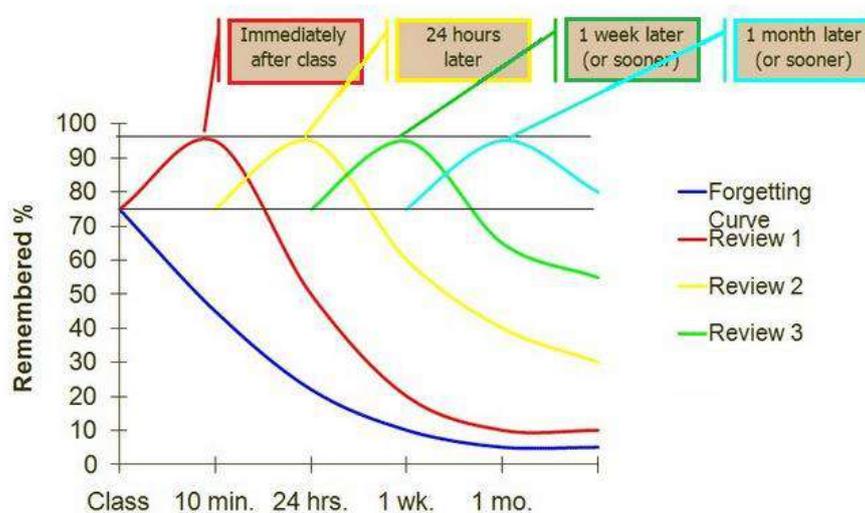
Com base no Quadro 1, observa-se uma evolução qualitativa na compreensão dos conceitos de dinâmica abordados através das demonstrações experimentais, contudo, os educandos ainda demonstram limitações na capacidade de expressar formalmente os

conhecimentos que desenvolveram. Isto é esperado, em parte, pois além de serem expostos formalmente ao conteúdo de dinâmica pela primeira vez, é necessário tempo de estudo para fixação do conhecimento e organização de ideias que permitam discorrer com mais fluidez sobre o conteúdo, de acordo com o modelo de Curva de Esquecimento proposta por Hermann Ebbinghaus em 1880, demonstrada na Figura 2, e que se demonstra reproduzível ainda na contemporaneidade (MURRE e DROS, 2015).

De acordo com a premissa da Curva de Esquecimento de Ebbinghaus, os estudantes estão expostos aos efeitos do declínio na retenção de informações, em razão do tempo decorrido entre o início da aplicação das demonstrações práticas e o final destas, se considerarmos a curva em azul da figura 2.

Tendo em vista essa limitação no processo de aprendizagem, é necessário que haja repetições periódicas, para que os conteúdos abordados sejam solidificados a longo prazo, e, conseqüentemente se tornem um aprendizado significativo, de acordo com a TAS de Ausubel.

Figura 2. Modelo de Curva de Esquecimento de Ebbinghaus



Fonte: Resche, 2015.

Além das considerações pertinentes à Curva de Esquecimento de Ebbinghaus, a dificuldade de manifestar-se por escrito, tanto através da linguagem vernacular quanto através das normas cultas da língua portuguesa, desponta como uma variável com alto potencial de impacto na comunicação eficiente do conhecimento. Desta forma, é preciso considerar que a metodologia de avaliação da aprendizagem adotada neste trabalho está exposta às limitações referentes as capacidades diversas de expressão do conhecimento, podendo a metodologia aqui utilizada subestimar o aprendizado real do educando.

No que diz respeito à evolução da compreensão dos conceitos de dinâmica apresentados na demonstração prática, foram analisadas as repostas de todos os educandos. Neste trabalho daremos ênfase aos exemplos contidos no Quadro 1, sem, contudo, deixar de mencionar o desenvolvimento dos demais educandos sujeitos desta pesquisa.

Frente às demonstrações experimentais realizadas, observou-se que o Educando A conseguiu associar o conceito de energia cinética à mudança de velocidade, sem especificar o tipo de energia mencionada. À luz da PDC e da TAS (PIAGET, 1996; AUSUBEL, 1980), podemos inferir que há uma assimilação de conhecimentos, através de aprendizado significativo, uma vez que o educando é capaz de associar energia cinética à ação de corrida e ao conceito empírico de velocidade. Fica clara uma evolução da construção do conhecimento uma vez que, antes da demonstração, o educando declarou não saber do que se tratava a energia mecânica, energia cinética ou energia potencial.

O Educando B demonstrou uma evolução importante quanto à capacidade de formular uma resposta que atendesse a contento à segunda questão, baseando a sua resposta no experimento do pêndulo simples, ao mencionar “um objeto pendurado por uma corda no ar”. Partindo de um pré-teste em que a questão foi deixada em branco, o educando conseguiu, no pós-teste, demonstrar entendimento sobre a definição do Princípio da Conservação da Energia Mecânica (PCEM), explicando que essa energia se conserva, desde que não ocorra a atuação de forças externas. Embora não tenha especificado como as forças externas dissipariam a energia, ele associou o experimento ao conteúdo abordado para desenvolver sua resposta.

Na terceira questão do pré-teste, o Educando C, associou o conceito de energia cinética com exemplos visuais, mencionando “rodas d’água e corrente de bicicleta rodando”, demonstrando, à luz da PDC e da TAS (PIAGET, 1996; AUSUBEL, 1980), o uso de esquemas mentais para assimilação de conhecimentos e atribuindo significado à aprendizagem ao mencionar exemplos que de alguma forma lhe fazem sentido associativo.

Após as demonstrações práticas, ele respondeu à mesma pergunta, com um raciocínio mais estruturado. Além disso, demonstrou seu entendimento ao perceber que a energia cinética de um corpo está diretamente relacionada às mudanças de velocidade. Entretanto, ao mencionar a altura da rampa para explicar por que o objeto não atravessaria uma altura de 100 unidades de comprimento ao ser solto de uma altura de 90 unidades de comprimento, ele confundiu os conceitos associados à transformação entre energia cinética e energia potencial gravitacional.

O Educando D respondeu a quarta questão do pré-teste com a frase “Um Elástico” para se referir a energia potencial elástica, indicando um conhecimento superficial sobre esse conteúdo e dificuldade de manifestar uma resposta coerente e lógica à pergunta. No pós-teste, elaborou sua resposta sobre energia potencial gravitacional como sendo a resultante da gravidade da terra e a energia potencial elástica como sendo a energia que está armazenada em um material elástico que estica até o seu limite e depois volta a seu estado normal. Isso aponta uma evolução no entendimento sobre essas energias, sem, contudo, ilustrar cada tipo de energia potencial, dificultando aferir se o seu progresso se deu à luz da TAS. Sua resposta necessita de uma descrição mais precisa da influência da altura do objeto na energia potencial gravitacional e uma explicação mais clara sobre como a deformação de um material elástico está relacionada à energia potencial elástica.

Na quinta questão, o Educando E respondeu ao pré-teste associando a altura de um objeto à sua energia potencial gravitacional, mencionando que quanto mais alto o objeto, mais espalhada é sua energia pela sua extremidade. No pós-teste, percebe-se que o aluno estruturou melhor sua resposta, ao explicar que a energia potencial gravitacional varia com a altura em que o objeto é posicionado, exemplificando que existe diferença entre a energia de um objeto pendurado e outro que está posicionado no chão. No entanto, existem lacunas conceituais na explicação do aluno no pós-teste, pois quando o educando menciona que essa “energia está em tudo”, ele não definiu o que é a energia potencial gravitacional.

No que diz respeito ao aproveitamento da turma, não foi possível constatar uma evolução da aprendizagem por meio dos questionários propostos, pois para cada questão submetida aos educandos, apenas 02, 03 ou 04 de 10 conseguiram formular respostas coerentes e lógicas em relação à arguição. Ainda assim, não podemos ser categóricos em afirmar que não houve aprendizagem, pois precisamos considerar a Curva de Esquecimento de Ebbinghaus que demonstra que o conteúdo absorvido decai com o tempo, e precisamos considerar também as dificuldades básicas de manifestação escrita dos educandos sujeitos deste estudo.

Ainda em relação às poucas respostas coerentes no pós-teste, precisamos considerar que os referidos educandos estão inseridos em um ambiente físico de educação formal com uma infraestrutura precária, sem sistema de arrefecimento e circulação de ar adequados, sem equipamentos didáticos e pedagógicos de boa qualidade, estando também a maioria deles em visível situação de vulnerabilidade social, inseridos em um ambiente de marginalidade descrito por funcionários da escola em conversas informais.

A autonomia do educando é um aspecto importante para que ele desenvolva o seu intelecto e seja capaz de interpretar situações cotidianas e fazer juízo quanto aos limites e potenciais de aprendizado, frente principalmente ao fato de serem indivíduos inacabados, capazes de aprender, desaprender e reaprender, tendo também a consciência de que o processo de ensino e aprendizagem não está pautado simplesmente na transferência de conhecimento, mas na criação de possibilidades para a sua construção (FREIRE, 2019). Neste contexto, os sujeitos desta pesquisa demonstraram que a sua autonomia pedagógica ainda é incipiente, razão pela qual necessitam de estímulos de protagonismo na construção de seus conhecimentos, além de que, é claro, necessitam de ações e políticas públicas que garantam um ambiente físico e social favorável ao bem-estar psicológico e fisiológico necessário para desenvolverem conhecimentos formais básicos.

4.3 Percepção docente acerca da intervenção realizada

Acerca das percepções do professor de física da escola nos meses posteriores à atividade, não foi identificada mudança na motivação e no comportamento dos educandos em sala de aula. Ele enfatiza que entre as turmas do ensino médio daquela escola, essa era a mais apática. O professor também relata ter um relacionamento respeitoso com a turma, entretanto pouco comunicativo, em razão do desinteresse nos conteúdos de física ministrados por ele, que por sua vez foi atribuído pelo próprio como reflexo de um déficit de aprendizado em matemática básica e habilidades de interpretação de texto. Todo este contexto precisa ser mais bem avaliado em novas pesquisas para que um quadro mais amplo seja montado, a fim de identificar formas de tornar a motivação dos educandos consistente em função do tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, com base nos conceitos da Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo e da Teoria da Aprendizagem Significativa, a partir do exposto neste trabalho, é possível inferir que as demonstrações experimentais baseadas na Oficina de Dinâmica do Laboratório de Física da CECINE-UFPE são ferramentas pedagógicas com potencial de uso para o desenvolvimento de aprendizagem significativa, promovendo melhorias na interação social e assimilação parcial ou integral de conceitos de dinâmica através do aumento da motivação do educando durante as demonstrações práticas e das correlações entre a observação fenomenológica e a sua respectiva teoria.

Tendo em vista que os estudantes participantes deste trabalho nunca haviam estudado os conceitos aplicados, embora fossem conteúdos da série anterior, podemos considerar que o trabalho de intervenção, embora tenha apresentado resultados significativos, ao menos a curto prazo, não foi o suficiente para auxiliar grande parte desses estudantes na construção dos conceitos trabalhados.

É possível que o fato de tratar de tantos conceitos novos de forma abreviada e apenas fazendo uso das demonstrações práticas seja mais um elemento a contribuir com esses resultados. Fossem esses experimentos trabalhados ao longo de várias aulas, cada um deles em sintonia com uma abordagem metodológica teórica e prática em conjunto com a resolução de exercícios, provavelmente teríamos um aprendizado mais concreto em relação aos conceitos apresentados.

Por outro lado, pode-se observar que o simples fato de se apresentar demonstrações práticas para os estudantes em questão num curto espaço de aula, mesmo destituídas essas demonstrações de um tratamento teórico abrangente, foram suficientes para fomentar, mesmo que de modo superficial, nesses educandos, teorias e definições mais coerentes acerca dos conteúdos que foram tratados na intervenção.

Nesse sentido, sustenta-se a importância de um ambiente com suporte físico e psicológico que atenda a contento as necessidades humanas básicas para o desenvolvimento cognitivo dos educandos, para que dessa forma sejam capazes de construir bases sólidas de conhecimentos que as permitam criar possibilidades para a construção de novos conhecimentos.

6 REFERÊNCIAS

ADIMIRAL, T. D. Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por educandos de física dos períodos finais. *Produtos e Materiais Didáticos - Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 2, Jun 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173822122>.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Nova York: Grune & Stratton, 1963.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 20, n. 3, p. 563-576, jul./set. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BARREIRO, E.; BAGNATO. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis*, v. 9, n. 3, p. 238-244, 1992.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.

COQUIDÉ, M. Um olhar sobre a experimentação na escola primária francesa. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 1-18, 2008. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1295/129516851010.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2012.

COSTA, Joabio Alekson Cortez; OLIVEIRA, Júlia Diniz de; DANTAS, Denis Rodrigues. Metodologias Ativas e suas Contribuições no Processo de Ensino-Aprendizagem. In: Série Educar, volume 40, 2020. Capítulo 1. Editora Poisson.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. Química Nova, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19283.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2023.

GASPAR, A. Experiências de ciências para o Ensino Fundamental. São Paulo: Editora Ática, 2003.

MONTEIRO, Isabel C. de Castro. As atividades experimentais de demonstração em sala de aula – Uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. Bauru, 2002. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. Ciência & Educação, Bauru, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132002000200009>. Acesso em: 16 fev. 2024.

MACIEL-BARBOSA, T. A. Protagonismo do aluno e uso de metodologias ativas em prol da aprendizagem significativa e da educação humanista. Revista Educação, Brasília, v. 40, n. 154, p. 32-56, 2017.

MELO, E.; MEDEIROS, N. A. A.; ARAÚJO, N. R. R. F.; NÓBREGA, E. C.; ARANHA, E.; LUCENA, M. Protagonismo Estudantil no Processo de Aprendizagem com Tecnologia: Uma Revisão Sistemática de Literatura. In: Anais do Workshop de Informática na Escola, 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Divulgados resultados do Brasil no Pisa 2022. Brasília, 05 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. Teoria da aprendizagem. São Paulo: E.D.U, 1999.

MURRE, J. M. J.; DROS, J. Replication and analysis of Ebbinghaus' forgetting curve. PLOS ONE, v. 10, n. 7, e0120644, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120644>. Acesso em: 18 mar. 2024

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa*. 58. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 17. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

PIAGET, Jean. *Psicologia da Inteligência*. São Paulo: Forense Universitária, 1972.

PIAGET, Jean. *A Epistemologia Genética*. 11. Ed. Petrópolis: Vozes, 1976.

PIETROCOLA, M. A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 89-109, ago. 2002.

RESCHE, Janelle. Part I – A case study in post-secondary mathematics: the importance of mental health awareness. ERIC – Education Resources Information Center, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283436534_Part_I_-_A_case_study_in_post-secondary_mathematics_the_importance_of_mental_health_awareness. Acesso em: 28/04/2024.

RIBEIRO, Rafael. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em Física: o formato curta de animação. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 167-183, dez. 2012.

SILVA, P. A. Dificuldades de aprendizagem no ensino de física: uma revisão de literatura. *Anais VII Encontro Nacional de Licenciaturas e do III Encontro de Licenciaturas em Ciências Exatas*, Fortaleza, 07/12/2018. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/52053>. Acesso em: 18 mar. 2024.

VIDAL, L. A.; CUNHA, C. R.; BUENO, C. N. Dificuldades no Aprendizado de Física do Ensino Médio em função da Deficiência na Matemática do Nível Fundamental. *Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 22, n. 5-esp, p. 681-685, 2021.

WADSWORTH, Barry. *Inteligência e afetividade da criança*. 4 ed. São Paulo: Enio Matheus Guazzelli, 1996.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, na pesquisa “Impacto das Oficinas de Física da CECINE-UFPE no ensino de Dinâmica entre estudantes do ensino médio: Um estudo de caso”. Meu nome é Amanda Liberal Bezerra, sou concluinte do curso de licenciatura em física da Universidade Federal de Pernambuco e pesquisadora responsável, orientada pelo professor Dr. Ricardo Ribeiro do Amaral, professor do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco, e minha área de atuação é ensino de física.

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido (a) em todas as suas dúvidas sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine em todas as páginas e ao final deste documento, que está em duas vias e será assinado por mim, pesquisadora, em todas as páginas. Uma via deste documento é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Além disso, o registro deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) estará disponível a você sempre que solicitado.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável, inclusive por ligação a cobrar, para Amanda Liberal Bezerra, no telefone (81) 98664-5577 e/ou no endereço de e-mail [REDACTED].

INFORMAÇÕES IMPORTANTES QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE A PESQUISA:

Título: Impacto das Oficinas de Física da CECINE-UFPE no ensino de Dinâmica entre estudantes do ensino médio: Um estudo de caso.

Objetivo da pesquisa: Investigar e avaliar o impacto das Oficinas de Física da CECINE no ensino de Física para estudantes do ensino médio.

Justificativa: Esta pesquisa pretende descobrir como as oficinas de Física da CECINE ajudam os estudantes das escolas públicas a aprenderem sobre Dinâmica (parte da física que estuda as forças e os movimentos dos objetos). Queremos coletar informações para melhorar o ensino de Física e criar maneiras mais eficientes de ensinar que se adaptem aos alunos. Além disso, queremos tornar o aprendizado sobre dinâmica mais prático, dando mais sentido às aulas e ajudando os alunos a pensarem por conta própria de maneira crítica e reflexiva.

Detalhamento dos procedimentos: Será realizada uma intervenção pedagógica de caráter prático, baseada nas atividades laboratoriais realizadas nas oficinas de física da Coordenadoria de Ensino de Ciências do Nordeste da UFPE (CECINE-UFPE).

Benefícios da pesquisa: promover o possível avanço na compreensão da dinâmica em contextos práticos, melhorar o desempenho nas avaliações, melhorar o interesse pelos estudos em física e ajudar a desenvolver autonomia de pensamento.

Período de participação na pesquisa e término de sua participação: esta pesquisa acontecerá no período de três meses, a contar da assinatura deste TCLE.

Toda pesquisa realizada entre pessoas está sujeita a riscos naturais da interação humana, como a exposição a situações que causem constrangimento, ou desconfortos em geral, impactando em eventos psicológicos e/ou somáticos adversos. Estamos comprometidos a realizar as atividades de pesquisa de forma a preservar a integridade física e psicológica de cada participante, respeitando o sigilo de informações e incentivando a interação respeitosa entre os participantes.

Não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação neste estudo.

Está garantida a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa, bem como dos dados coletados e o acesso aos resultados da pesquisa pelos seus participantes. Os dados coletados serão utilizados apenas para esta pesquisa e não serão armazenados para estudos futuros.

O participante da pesquisa tem garantia de plena liberdade para decidir sobre sua participação, podendo retirar seu consentimento (e sair da pesquisa), em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo algum.

Participante:

Declaro que concordo em participar da pesquisa "Impacto das Oficinas de Física da CECINE-UFPE no ensino de Dinâmica entre estudantes do ensino médio: Um estudo de caso."

Data: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

Responsável Legal:

Declaro que concordo em participar da pesquisa "Impacto das Oficinas de Física da CECINE-UFPE no ensino de Dinâmica entre estudantes do ensino médio: Um estudo de caso."

Data: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

Pesquisador:

Particpei do processo de obtenção do termo de consentimento livre e esclarecido

Nome: Amanda Liberal Bezerra

Assinatura: _____

Testemunha:

Presenciei a solicitação de consentimento, esclarecimento sobre a pesquisa e aceite em participar.

Nome: _____

Assinatura: _____

APÊNDICE BEscola: _____
_____Aluno: _____

Série: _____

Data: ___/___/_____

Por favor, leia os enunciados abaixo com atenção e responda às questões de acordo com os seus conhecimentos prévios. Não se preocupe se não tiver certeza sobre a sua resposta, pois esse questionário é para fins somente de pesquisa e **NÃO ACARRETERÁ** prejuízo nas suas notas escolares. Seus dados pessoais não serão divulgados em nenhum momento.

Questionário de Física-Dinâmica:

- 1) Como você definiria energia mecânica? Como ela está associada a energia cinética e energia potencial?

- 2) A energia mecânica de um sistema se conserva. Como você explica essa conservação? Dê exemplos do dia a dia em que ocorra a conservação da energia mecânica.

- 3) Como a energia cinética de um objeto está associada a mudanças de velocidade?

- 4) Explique a diferença entre energia potencial gravitacional e energia potencial elástica. Cite exemplos do dia a dia em que podemos observar cada uma dessas energias.

- 5) A altura de um objeto afeta sua energia potencial gravitacional. Explique brevemente como isso ocorre.

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO PROFESSOR:

1. A escola possui laboratórios? Se sim, quais?
2. Possui biblioteca?
3. A escola possui quadra poliesportiva? Se sim, é utilizada pelos educandos?
4. Existe sala para os professores, sala para a gestão e sala para a diretoria?
5. Existem banheiros separados para educandos e professores?
6. A escola dispõe de água filtrada para educandos e professores?
7. A escola possui cozinha/ cantina?
8. A escola fornece bons livros didáticos? Se sim, quais?
9. Todas as salas possuem boa ventilação?
10. As salas possuem quadro branco em bom estado de conservação?
11. Os professores recebem os pilotos da escola?
12. As cadeiras e mesas dos educandos e professores estão em bom estado de conservação?
13. A escola tem retroprojeter? Se, sim, possui quantos? É utilizado nas aulas de física?
14. A escola dispõe de televisores para uso em sala de aula?
15. Tem rede *wi-fi* disponível para os educandos e os professores? Se sim, o sinal tem qualidade?
16. Sabe informar a faixa etária dos educandos?
17. Percebeu alguma mudança na motivação dos educandos depois da intervenção pedagógica?
18. Houve alguma mudança no comportamento dos educandos em sala de aula?
19. Os educandos se relacionavam bem em sala de aula?
20. Os educandos tinham uma boa relação aluno-professor?
21. Os educandos participavam ativamente das aulas de física?
22. Eles apresentavam dificuldade em acompanhar os assuntos de física?