

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Ciências Campus Bauru**



ANA PAULA DO NASCIMENTO

**ENSINO DE FÍSICA COM EXPERIMENTAÇÃO NUMA ABORDAGEM
INVESTIGATIVA**

Bauru
2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Ciências Campus Bauru



ANA PAULA DO NASCIMENTO

**ENSINO DE FÍSICA COM EXPERIMENTAÇÃO NUMA ABORDAGEM
INVESTIGATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência à aprovação no Curso de Licenciatura em Física, na Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, campus de Bauru, para obtenção do título de licenciada em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Lopes Reis.

Bauru
2023

Nascimento, Ana Paula do.
Ensino de Física com experimentação numa abordagem
investigativa / Ana Paula do Nascimento, 2023
50 f. : il.

Orientadora: Márcia Lopes Reis

Monografia (Graduação)—Universidade Estadual Paulista
(Unesp). Faculdade de Ciências, Bauru, 2023

1. Plano de aula. 2. Investigação. 3. Conservação da
quantidade de movimento. I. Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelo dom da vida e saúde, nestes meus cinquenta anos de trajetória pessoal.

Agradecimento especial à minha mãe, ao meu pai e minha irmã por estarem sempre ao meu lado, me incentivando, apoiando e acreditando em mim.

À Escola Estadual Azarias Leite, em nome da Profa. Jaqueline Medeiros, por ter cedido suas aulas para a realização da atividade experimental.

Ao Prof. Dr. José Bras Barreto de Oliveira, por ter me aceitado como aluna voluntária no Projeto Núcleo de Ensino da Faculdade de Ciências, câmpus da UNESP-Bauru, durante o ano de 2022.

À Profa. Dra. Beatriz Saleme Correa Cortela, à Profa. Dra. Sandra Regina Teodoro Gatti, ao Prof. Dr. Roberto Nardi, ao Prof. Dr. Edson Sardella, pelos ensinamentos teóricos e práticos durante o curso de licenciatura em Física.

À minha banca examinadora, Profa. Dra. Merielle Angélica, e Prof. Dr. Jean Valdir Uchôa Teixeira, por terem aceitado participar da minha banca de Trabalho de Conclusão de Curso.

À minha orientadora Profa. Dra. Márcia Lopes Reis, pelas orientações neste Trabalho de Conclusão de Curso, sempre em constante esforço de incentivo nas pesquisas bibliográficas e no trabalho de campo. Com imenso carinho só tenho a agradecer-lá nesta caminhada, pela sua dedicação, seu apoio e conselhos. Muito obrigada!

E a todos os meus colegas de turma pela incansável ajuda durante todo o curso.

“A vida é igual a andar de bicicleta. Para manter o equilíbrio é preciso se manter em movimento.”

(Albert Einstein)

RESUMO

Nos dias atuais, aulas tradicionais onde o professor transmite o conhecimento de maneira expositiva, sem a interação dos alunos, necessitam ser repensadas. São necessárias abordagens mais construtivistas ao planejar uma aula. Desta forma, o professor em sala de aula tem que superar muitos desafios quando se trata de ensinar Física. Deve proporcionar aos alunos mais autonomia para elaborar a construção do seu conhecimento, incentivá-los a expor suas ideias sobre o conteúdo, estabelecer correlações com situações do cotidiano e, o mais preocupante, gerar interesse na turma para aprender. Dentro destas perspectivas, propor um plano de aula expositivo e dialogado com atividade experimental investigativa pode ser uma solução para superar estes desafios. Este plano compreende cinco momentos: inspiração, problematização, reflexão, transpiração e síntese. O objetivo geral deste estudo é identificar os fundamentos de um planejamento de aula com a metodologia expositiva e dialogada incluindo uma atividade experimental investigativa. Estes fundamentos foram identificados dentro da estruturação dos pré-teste e pós-teste. A atividade experimental investigativa aplicada em sala de aula na Escola Estadual Azarias Leite é sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, através da construção artesanal de um Pêndulo de Newton utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois os alunos conseguiram montar artesanalmente o pêndulo de Newton, e as habilidades superadas no sentido de que conseguiram ir além de somente analisar e representar fenômenos que envolvam a quantidade de movimento. Este fato também ficou evidenciado na síntese do Grupo A. Porém uma questão muito importante a ser considerada, e que há muito tempo é debatida entre os pesquisadores, é o que diz respeito à relação teoria e prática.

Palavras-chave: Plano de aula. Investigação. Conservação da quantidade de movimento.

ABSTRACT

Nowadays, traditional classes where the teacher transmits knowledge in an expository way, without the interaction of the students, need to be rethought. More constructivist approaches are needed when planning a lesson. In this way, the teacher in the classroom has to overcome many challenges when it comes to teaching Physics. It should provide students with more autonomy to construct their knowledge, encourage them to expose their ideas about the content, establish correlations with everyday situations and, most worryingly, generate interest in the class to learn. Within these perspectives, proposing an expository and dialogic lesson plan with investigative experimental activity can be a solution to overcome these challenges. This plan comprises five moments: inspiration, problematization, reflection, perspiration and synthesis. The general objective of this study is to identify the fundamentals of a lesson planning with the expository and dialogic methodology including an investigative experimental activity. These fundamentals were identified within the structure of the pre-test and post-test. The investigative experimental activity applied in the classroom at the Azarias Leite State School is about the Principle of Conservation of Momentum of Movement, through the handmade construction of a Newton's Pendulum using low cost and easily accessible materials. The results obtained were satisfactory, as the students were able to assemble Newton's pendulum by hand, and the skills were overcome in the sense that they were able to go beyond just analyzing and representing phenomena involving the amount of movement. This fact was also evidenced in the synthesis of Group A. However, a very important question to be considered, and which has been debated among researchers for a long time, is what concerns the relationship between theory and practice.

Key words: Class plan. Investigation. Conservation of momentum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Montagem da base com palitos de picolé enfileirados.....	21
Figura 2: Medição e corte ao meio do palito de picolé	21
Figura 3: Reforço da base, colando palitos nas laterais.....	21
Figura 4: Colocação na vertical dos palitos em cada canto da base.....	22
Figura 5: Palitos na horizontal para formar o suporte do Pêndulo de Newton	22
Figura 6: Colagem da linha nas bolinhas de gude	23
Figura 7: Posicionamento da linha com a bolinha de gude no suporte	23
Figura 8: Posicionamento das 5 bolinhas de gude no suporte.....	24
Figura 9: Ilustração do Pêndulo de Newton artesanal.....	24
Figura 10: Montagem artesanal da base do experimento	42
Figura 11: Hastes de sustentação do experimento	42
Figura 12: Colagem da bolinha de gude no barbante	43
Figura 13: Posicionamento das bolinhas de gude pelo Grupo A.....	43
Figura 14: Posicionamento das bolinhas de gude pelo Grupo B.....	43
Figura 15: Pêndulo de Newton artesanal construído pelos Grupos A e B.....	44
Figura 16: Pêndulo de Newton artesanal construído pelos Grupos C e D	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: 1ª Situação-problema para o pré-teste e pós-teste	33
Tabela 2: 2ª Situação-problema para o pré-teste e pós-teste	34
Tabela 3: Motivos do movimento das bolinhas para o pré-teste e pós-teste.....	37
Tabela 4: Síntese sobre o experimento Pêndulo de Newton do Grupo A	40
Tabela 5: Síntese sobre o experimento Pêndulo de Newton do Grupo B	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentagem de alunos versus pergunta (nº1 a nº6) para o pré-teste..	36
Gráfico 2: Porcentagem de alunos versus pergunta (nº1 a nº6) para o pós-teste .	36
Gráfico 3 : Relação entre pré-teste e pós-teste para respostas corretas (nº1 a nº6)	37
Gráfico 4: Situações-problema analisadas no pré-teste.....	39
Gráfico 5: Situações-problema analisadas no pós-teste	39
Gráfico 6: Relação entre pré-teste e pós-teste para respostas corretas (nº10 a nº13)	40

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum

Curricular EM – Ensino Médio

CNT – Ciência da Natureza e suas Tecnologias

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. Objetivo geral	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
5. METODOLOGIA	19
5.1. Roteiro experimental.....	20
5.2. Formulário investigativo.....	24
5.3. Plano de aula expositiva e dialogada	26
6. RESULTADOS OBTIDOS	31
7. CONCLUSÕES	45
8. CRONOGRAMA DA PESQUISA.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a maneira tradicional de ensinar, na qual o professor expõe o conteúdo, e emprega a resolução de listas, com memorização de fórmulas para resolver exercícios, não ajuda o aluno no processo de ensino e aprendizagem, pois não gera motivação e, tampouco, desperta o interesse em aprender.

Surge assim a necessidade de uma contextualização do ensino, implicando em explicações de como e por quê acontecem tais fenômenos, e não apenas a memorização de fórmulas que, com o uso de tecnologias, podem ser consultadas na internet simplesmente com uso de celular.

Desta forma, aulas expositivas nas quais o professor repassa o conteúdo para os alunos, e estes, de forma passiva assimilam a matéria, vêm aos poucos sendo substituídas por aulas nas quais possam atuar mais ativamente, sendo protagonistas na construção do seu conhecimento.

O professor, dentro de sala de aula, tem muitos desafios quando se trata de ensinar Física, tais como, proporcionar ao aluno autonomia para elaborar a construção do seu conhecimento, incentivá-lo a expor suas ideias sobre o conteúdo, estabelecer correlações com situações do seu cotidiano e, o mais preocupante, gerar interesse na turma.

Dentro destas perspectivas, aulas expositivas e dialogadas com atividade experimental investigativa apresentam-se como uma solução para superar estes desafios.

A atividade experimental investigativa sugerida neste plano de aula tratará do estudo da conservação da quantidade de movimento. Tema este escolhido pelo fato de que as colisões envolvendo acidentes entre veículos estão presentes no cotidiano dos alunos, sendo importante contexto para o ensino referente ao “[...] objeto de conhecimento Conservação da quantidade de movimento, presente no organizador curricular da área CNT, dentro do componente Física.” (SÃO PAULO, 2020, p. 154).

O tema abordado neste trabalho enquadra-se na Física dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, compreendida por três competências específicas para o Ensino Médio segundo a “Unidade Temática, Matéria e Energia” (SÃO PAULO, 2020, p. 151).

A aprendizagem no componente Física indica a compreensão do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias que apliquem os conhecimentos para investigar e propor ações de intervenção no mundo contemporâneo. O objetivo é aproximar o estudante da investigação científica e tecnológica para o enfrentamento dos desafios cotidianos. (SÃO PAULO, 2020).

Tratando-se de um tema que impacta a vida em sociedade e a sua preservação, a BNCC cita que tal “[...] estudo tem relevância no contexto atual como habilidade a ser desenvolvida na aprendizagem dos alunos.” (BRASIL, 2018).

Quanto à estrutura curricular, foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), “[...] documento normativo que orienta o ensino da Educação Básica no Brasil, tanto para escolas públicas quanto para escolas particulares.” (BRASIL, 2018).

Na estrutura da BNCC, o ensino abrange o desenvolvimento de competências específicas e habilidades, separadas por área de conhecimento. Cada competência implica um conjunto de habilidades que representam as aprendizagens a serem desenvolvidas pelos alunos. Além disso, propõe dez competências gerais da Educação Básica, sendo a “[...] competência geral 2 relacionada à curiosidade do aluno, utilizando de métodos investigativos, reflexões, análise crítica e imaginação para resolver problemas e criar soluções.” (BRASIL, 2018, p. 9).

Cada habilidade é identificada por um

[...] código alfanumérico cuja composição é a seguinte: etapa Ensino Médio; o par de número 13, indica que as habilidades podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio; Área CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias); competência específica e habilidade.” (BRASIL, 2018).

Desse modo,

A habilidade a ser desenvolvida (EM13CNT101): Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas faz parte da competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. (BRASIL, 2018, p. 554-555).

E este evento deverá estudar o princípio da quantidade de movimento.

2 JUSTIFICATIVA

Aulas de Física baseadas em metodologia de ensino tradicional são as mais difundidas no meio acadêmico há muito tempo. “Contudo estas não desenvolvem uma análise crítica do aluno em relação ao conteúdo estudado, eles simplesmente memorizam e com o passar do tempo acabam esquecendo.” (CARVALHO, 2013).

É importante que os professores repensem a forma de ensinar para que os alunos desenvolvam a curiosidade e o senso crítico. Aulas expositivas e dialogadas, na qual haja uma atividade experimental investigativa, poderão levar o aluno a propor hipóteses, gerar soluções criativas e, com isso, contribuir para a construção do seu conhecimento.

A relevância desta pesquisa é demonstrar que o ensino tradicional de Física pode ser substituído por propostas construtivistas nas quais os alunos participem de forma ativa do processo de ensino e aprendizagem. A proposta deste estudo é o planejamento de aula expositiva e dialogada com atividade experimental investigativa sobre o princípio da quantidade de movimento.

A importância de abordagens construtivistas ao planejar uma aula com parte experimental investigativa é trazer o protagonismo ao aluno, propondo situações-problema em que todos participem, aprendam a pensar e sejam incluídos dinamicamente no desenvolvimento da atividade. (CARVALHO, 2005).

Elas são uma alternativa para tornar as aulas de Física no Ensino Médio mais interessantes e conduzir os alunos à reflexão e propor soluções por eles mesmos, ou seja, participarem ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Identificar os fundamentos de um planejamento de aula com a metodologia expositiva e dialogada incluindo uma atividade experimental investigativa.

3.2 Objetivos Específicos

- Criar roteiro experimental para construção de um pêndulo de Newton de maneira artesanal;
- Construir formulário investigativo para discussão de ideias, incentivando os alunos a refletir sobre as hipóteses propostas pela autora;
- Desenvolver um plano de aula expositiva e dialogada;
- Aplicar atividade experimental utilizando o roteiro e formulário investigativo (pré-teste e pós-teste) numa turma de 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Azarias Leite da disciplina de Itinerário Formativo – Corpo, Saúde e Linguagem da Unidade Curricular – Dinâmica e Equilíbrio.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Outro ponto muito importante a ser refletido, e que deve ser considerado, são os conhecimentos prévios dos alunos, pois com eles os alunos terão como expor suas ideias sobre o tema em estudo e ir lapidando estas ideias iniciais para que se aproximem do conhecimento científico correto.

De acordo com Sasseron (2013), “[...] o conhecimento prévio dos alunos é que irá estabelecer uma boa discussão, pois através da visão deles sobre o problema é que haverá maior participação nas atividades propostas.”

Quanto à infraestrutura das escolas, principalmente as públicas, por vezes não se tem materiais adequados para a experimentação, tampouco laboratório. Mas isso pode ser remediado, de acordo com Moreira (2021, p. 3) “[...] com o uso de laboratórios virtuais, pois os alunos cada vez mais tem acesso a internet.”

Muitos são os desafios enfrentados pelos professores nas salas de aula com os alunos quando se fala em ensinar Física. Como citado por Moreira (2021):

O formalismo matemático nos exercícios é um fator que dificulta a aprendizagem. Ensinar mostrando um contexto que não faz sentido para o aluno este já começa a não gostar de estudar. Despertar interesse em aprender Física é uma condição para uma aprendizagem significativa, e procurar entender os conhecimentos prévios dos alunos, são outros desafios a serem superados.

No ensino por investigação, a situação problematizadora é a questão que induzirá os alunos a responder a partir do levantamento de hipóteses (concepções prévias). O experimento servirá para comprovar ou não estas hipóteses. Portanto, deverá haver uma “[...] articulação entre o experimento e a escrita/fala do aluno para que o conhecimento seja construído.” (ZANON, 2007).

Segundo Mortimer e Scott (2003) citado por Zanon (2007), “[...] existe uma estrutura analítica para analisar as interações e a produção de significados em salas de aula de Ciências: Focos de ensino (intenção do estudo), abordagem (conteúdo do discurso) e ações (como o professor trabalha as intenções e o conteúdo).”

De acordo com Zanon (2007), na prática sempre há um pouco das abordagens comunicativa dialógica e comunicativa de autoridade para favorecer a aprendizagem:

A abordagem comunicativa dialógica, onde o professor dá a vez e a voz ao aluno gerando interanimação de ideias e a comunicativa de autoridade, pois o professor considera aquilo que o aluno sabe, porém não há interanimação de ideias.

Existe uma enorme dificuldade entre os professores do anos iniciais do ensino fundamental para a implementação das atividades experimentais (práticas) com os alunos, como citado por Ramos (2008):

Falta de incentivo dos diretores e coordenadores pedagógicos das escolas, tempo de aulas insuficiente para o desenvolvimento de atividades práticas, falta de materiais para montagem dos experimentos, formação inadequada dos cursos de formação de professores, incentivo das escolas para focar no ensino tradicionalista.

Inclusive,

O mesmo problema foram relatados pelos professores das escolas francesas com relação as dificuldades pedagógicas, de organização educacional, gestão de classe, dificuldades dos professores em aplicar atividades experimentais porque faltavam-lhes uma formação mais adequada. (COQUIDÉ, 2008).

Segundo Munford (2007, p. 99):

Estados Unidos também se preconiza o ensino por investigação nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências, sendo em 2000 elaborado um documento Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um guia para Ensino e Aprendizagem.

Neste guia, os alunos devem:

Engajar-se com perguntas de orientação científica; Dêem prioridade às evidências ao responder questões; Formularem explicações a partir de evidências; Avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico; Comuniquem e justifiquem explicações propostas.

Dessa forma, como citado por Campos (1999):

O trabalho investigativo deve favorecer que todos os alunos expressem suas ideias, respeitando a diversidade de opiniões, sejam cooperativos com o grupo, testem suas hipóteses utilizando os experimentos e promovam a discussão das conclusões de modo que todos construam seu conhecimento.

Há muito tempo vem sendo debatida a questão da diferença entre teoria e prática nos cursos de licenciatura.

Como citado por Cruz (2012, p. 155) de acordo com Saviani (2007):

[...] complexa a relação entre pensar e praticar a educação. A pedagogia desenvolve-se a partir da estreita relação que estabeleceu com a prática educativa, ora sendo assumida como teoria dessa prática, ora sendo identificada como o modo por meio do qual essa prática se estabeleceria.

Para Pacheco (2017) de acordo com Santos (2017, p. 8):

[...] este debate sobre qualificação docente a temática da relação teoria e prática tem ganhado relevância, haja vista o potencial formativo de que este binômio se reveste, bem como pela perspectiva dicotômica com a qual o mesmo historicamente tem sido conduzido em configurações curriculares e práticas de formação.

Ainda, para Pacheco (2017, p. 334), “Existe um entrelaçamento entre teoria e prática, sendo que a sua desvinculação fragiliza o processo de aprendizagem do sujeito”, conforme:

A teoria é a forma como o conhecimento se apresenta articulando-se sistematicamente em graus e especificidades, disposto a explicar ou ilustrar ações práticas; enquanto a prática é a constituição da teoria, formulada em ações concretas, podendo ser modificada e modificar as teorias. Considerando esse contexto, fica evidente que ambas se entrelaçam e que a desvinculação destas fragiliza o processo de aprendizagem do sujeito.

5 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa utilizado neste Trabalho de Conclusão de Curso é a pesquisa qualitativa e quantitativa, pois a finalidade é elaborar um plano de aula utilizando uma atividade experimental investigativa sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento e aplicá-lo numa turma de 2º ano da disciplina de Itinerário Formativo – Corpo, Saúde e Linguagem da Unidade Curricular – Dinâmica e Equilíbrio do Ensino Médio da Escola Estadual Azarias Leite, em Bauru, SP.

A pesquisa é qualitativa no sentido em que os alunos irão descrever o que eles entenderam sobre o tema proposto, através da interpretação dos fenômenos observados. É também quantitativa porque irá mensurar através de números as hipóteses levantadas pela autora.

A metodologia a ser utilizada consta de aula expositiva e dialogada (COIMBRA, 2016) onde o professor irá basicamente dividir a aula em cinco momentos. Estes momentos são: Inspiração, Problematização, Reflexão, Transpiração e Síntese.

Na fase de **INSPIRAÇÃO**, o primeiro momento da aula, o professor irá interagir com os alunos, prepará-los com entusiasmo para assimilar o conhecimento. Para esta inspiração o professor irá despertar a criatividade do aluno através de música, vídeos curtos ou dancinha do Tik Tok, algo que os alunos gostem e tenham interesse.

PROBLEMATIZAÇÃO é o segundo momento em que o professor irá relacionar o conteúdo à realidade através de questões que estimulam o aluno a pensar e a se questionar. Esta é a fase das perguntas feitas pelo professor aos alunos. Aqui o professor irá trazer fatos reais, ou cotidianos, situações concretas ocorridas no dia a dia, exemplificando que utilizando materiais simples pode-se realizar a atividade experimental investigativa.

REFLEXÃO é o terceiro momento da aula, onde os alunos serão incentivados a contar o que sabem sobre o conteúdo a ser estudado, é indiretamente um levantamento de concepções alternativas. Os alunos devem pensar sobre o assunto, e o professor não deverá julgar as considerações, pois na maioria das vezes elas são experiências vividas pelos alunos.

TRANSPIRAÇÃO é a quarta fase da aula, o momento de estudo propriamente dito, onde o professor aplicará o ensino por investigação através da realização de atividade experimental investigativa (montagem e manuseio do Pêndulo de Newton) para explicar o Princípio da Quantidade de Movimento.

O roteiro experimental para a construção de um Pêndulo de Newton de maneira artesanal e o formulário para discussão de ideias sobre seu funcionamento estão nos itens 5.1 e 5.2.

SÍNTESE é o momento final da aula, onde o aluno irá compartilhar o que foi aprendido.

O aluno deverá utilizar os conhecimentos aprendidos durante a atividade experimental para escrever e desenhar sobre o que aprendeu e expor para seus colegas. É importante que o aluno tenha sempre em mente o seguinte questionamento: o que foi mais significativo neste processo?

Utilizaremos a metodologia de ensino por investigação para desenvolvimento da atividade experimental sobre o Pêndulo de Newton que aborda o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

“O ensino por investigação parte da proposição de um problema levantado pelo professor, de forma que os alunos devam levantar hipóteses (ideias) e testá-las, para assim resolver o problema” (CAMPOS; NIGRO, 1999 citado por BASSOLI, 2014).

5.1 Roteiro experimental

Para a montagem do Pêndulo de Newton artesanal pelos alunos, utilizaremos os seguintes materiais:

- 5 bolinhas de gude;
- 14 palitos de picolé;
- barbante;
- Cola quente.

PROCEDIMENTO:

- a) Separem 7 palitos de picolé e coloque-os enfileirados um ao lado do outro.

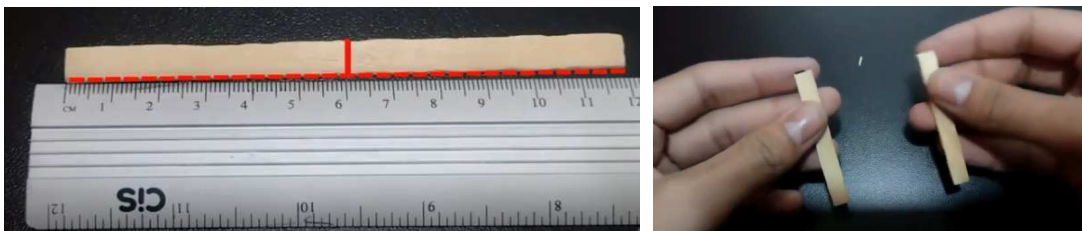
Figura 1 – Montagem da base com palitos de picolé enfileirados.



Fonte: VENTURA (2022).

- b) Meçam um palito de picolé ao meio e corte-o.

Figura 2 – Medição e corte ao meio do palito de picolé.



Fonte: VENTURA (2022).

- c) Com estes 2 pedaços de palitos, cole-os nas laterais dos palitos enfileirados para reforçar a base.

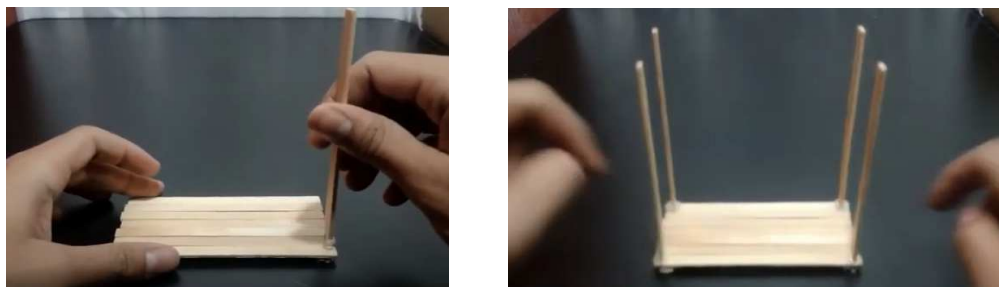
Figura 3 – Reforço da base, colando palitos nas laterais.



Fonte: VENTURA (2022).

d) Colem os palitos na vertical em um dos cantos da base. Caso seja necessário, coloquem um travamento na parte inferior do palito.

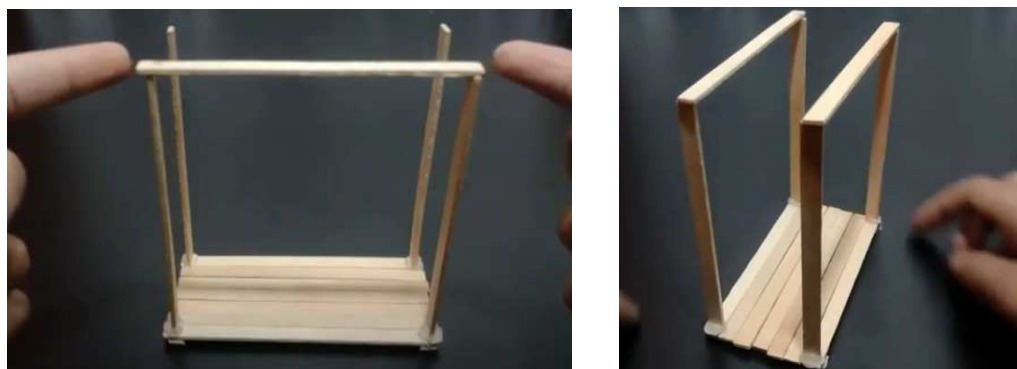
Figura 4 – Colocação na vertical dos palitos em cada canto da base.



Fonte: VENTURA (2022).

e) Colem 2 palitos horizontais na extremidade superior para servir de suporte para o Pêndulo de Newton.

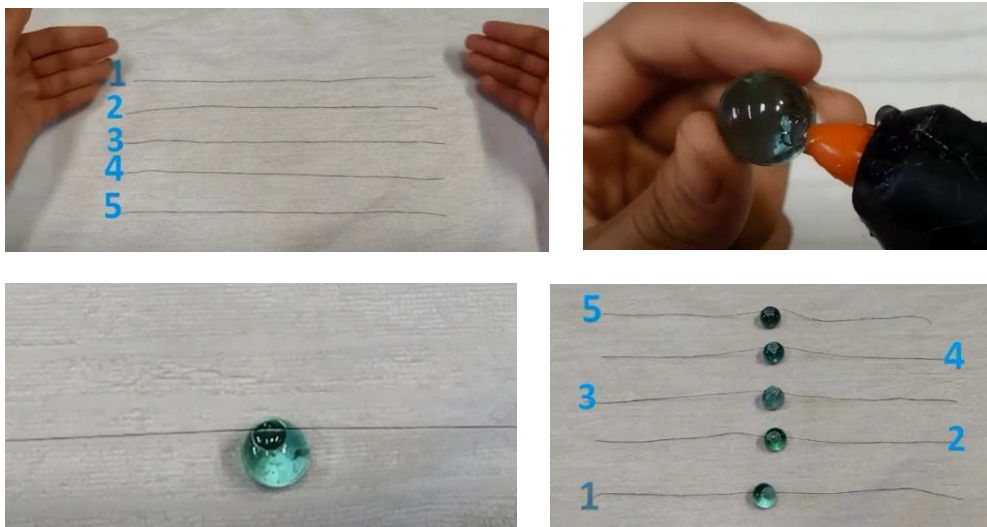
Figura 5 – Palitos na horizontal para formar o suporte do Pêndulo de Newton.



Fonte: VENTURA (2022).

f) Cortem 5 pedaços de linha de 30 cm. Coloquem cola na bolinha de gude e posicionem a linha. Repitam este processo para as 5 bolinhas de gude.

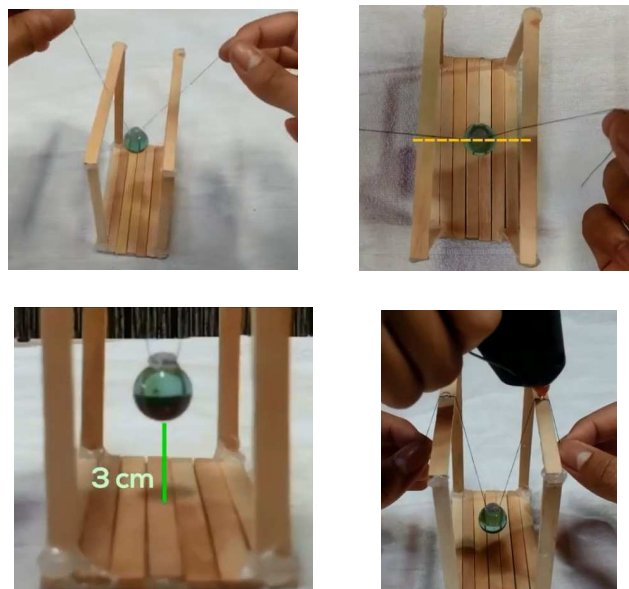
Figura 6 – Colagem da linha nas bolinhas de gude.



Fonte: VENTURA (2022).

g) Posicionem no suporte a linha com a bolinha de gude a uma altura de aproximadamente 3 centímetros da base.

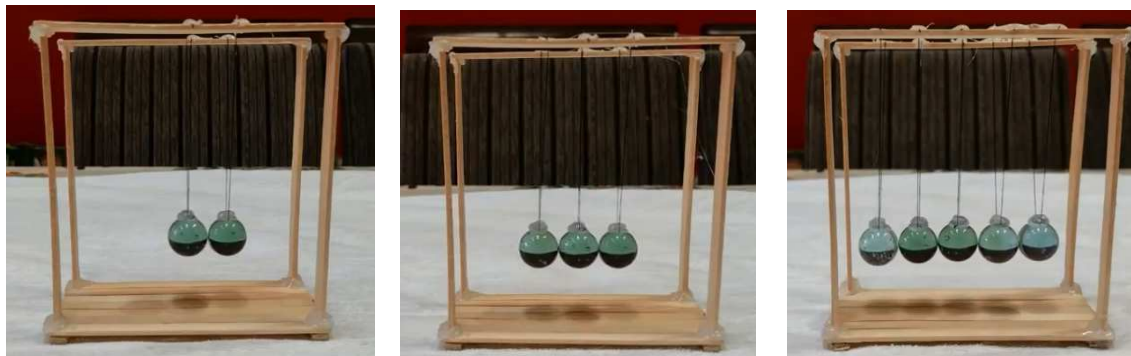
Figura 7 – Posicionamento da linha com a bolinha de gude no suporte.



Fonte: VENTURA (2022).

h) Repitam o procedimento acima para as outras bolinhas

Figura 8 – Posicionamento das 5 bolinhas de gude no suporte.



Fonte: VENTURA (2022).

5.2 Formulário investigativo

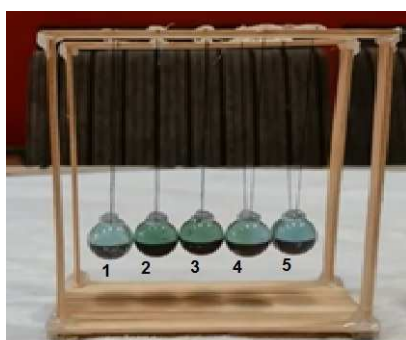
Este formulário será um guia norteador aos alunos para responderem às situações-problema elaboradas pela autora sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento. Deverão analisar, testar as hipóteses propostas e explicar algumas conclusões por eles observadas, manuseando o experimento do Pêndulo de Newton construído artesanalmente. Tal formulário será aplicado na forma de pré-teste e pós-teste.

Questões sobre situações-problema propostas:

- Os corpos com maior quantidade de movimento são mais fáceis ou mais difíceis de serem parados? Qual o motivo disso ocorrer?
- O que é mais difícil de colocar em movimento, um carrinho lotado de compras ou um carrinho vazio? Explique o porquê.

Nas perguntas nº 1 a nº 6, estão descritas as hipóteses elaboradas pela autora.

Figura 9 – Ilustração do Pêndulo de Newton artesanal.



Fonte: VENTURA (2022).

1. Observe a fig. 9 e escreva o que acontece com as outras bolinhas que estão inicialmente paradas quando soltamos de uma determinada altura a bolinha nº 1.

Resposta:

2. Observe a fig. 9 e escreva o que acontece com as outras bolinhas que estão inicialmente paradas quando soltamos de uma determinada altura a bolinha nº 5.

Resposta:

3. Observe a fig. 9 e escreva o que acontece com as outras bolinhas que estão inicialmente paradas quando soltamos de uma determinada altura as bolinhas nº 1 e 2?

Resposta:

4. Observe a fig. 9 e escreva o que acontece com as outras bolinhas que estão inicialmente paradas quando soltamos de uma determinada altura as bolinhas nº 4 e 5?

Resposta:

5. Observe a fig. 9 e escreva o que acontece com as outras bolinhas que estão inicialmente paradas quando soltamos de uma determinada altura as bolinhas nº 1, 2 e 3.

Resposta:

6. Observe a fig. 9 e escreva o que acontece com as outras bolinhas que estão inicialmente paradas quando soltamos de uma determinada altura as bolinhas nº 3, 4 e 5.

Resposta:

7. Com base nas respostas acima, você têm alguma ideia dos motivos das bolinhas se moverem da maneira observada ?

Resposta:

Teste das Hipóteses:

8. Vocês testaram as hipóteses manuseando o experimento construído artesanalmente? () Sim () Não

9. Com base no experimento construído relatem ou desenhem o que vocês concluíram.

Resposta:

Descrevemos a seguir duas situações. Responda com base em seus conhecimentos do cotidiano sobre a quantidade de movimento ou momento linear.

1ª Situação:

10. Em um instante inicial, temos um automóvel de massa m que se move com velocidade de 100 km/h. Num instante seguinte o mesmo automóvel agora se movendo com velocidade de 50 km/h. Pergunta-se: Qual instante exige maior esforço dos freios para parar o automóvel?

Resposta:

2ª Situação:

11. Um caminhão carregado de areia e um automóvel popular estão trafegando na via pública com a mesma velocidade. Qual deles é necessário maior esforço dos freios para parar?

Resposta:

12. Com base na 1ª situação, qual deles apresenta quantidade de movimento mais intensa?

Resposta:

13. Com base na 2ª situação, qual deles apresenta quantidade de movimento mais intensa?

Resposta:

Para refletir:

A quantidade de movimento Q_{vetorial} de um corpo de massa m , que se move à velocidade v_{vetorial} , é uma grandeza vetorial determinada por:

$$Q_{\text{vetorial}} = m \cdot v_{\text{vetorial}}$$

5.3 Plano de Aula Expositiva e Dialogada

Esta é uma proposta de Plano de Ensino que foi aplicada numa turma de 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Azarias Leite, em Bauru, na disciplina de Itinerário Formativo, competência 1, habilidade (EM13CNT101) e objetivo do

conhecimento “Conservação da Quantidade de Movimento”, do organizador curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Carga-Horária: 6 horas-aula (45 minutos cada hora-aula)

1. Conteúdo Programático

- Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

2. Competência e Habilidade

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a habilidade a ser desenvolvida (EM13CNT101):

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas faz parte da competência 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018, p. 554-555)

Neste sentido, deverá estudar o Princípio da Quantidade de Movimento.

Cada habilidade é identificada por um código alfanumérico cuja composição é a seguinte: EM etapa Ensino Médio; o par de número 13, indica que as habilidades podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio; Área CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias); competência específica e habilidade (BRASIL, 2018).

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

Reconhecer o princípio da conservação da quantidade de movimento e suas implicações no cotidiano.

3.2. Objetivos específicos

- Montar um Pêndulo de Newton, de modo artesanal;
- Discutir ideias sobre o funcionamento do Pêndulo de Newton;
- Propor hipóteses ou sugerir algumas ideias sobre a conservação da quantidade de movimento;
- Analisar as hipóteses propostas utilizando o experimento construído.

4. Metodologia

Aula expositiva e dialogada será a metodologia de ensino proposta neste plano de aula, junto com uma atividade experimental baseado no ensino por investigação.

Este tipo de abordagem possibilita ao aluno, de forma ativa, a construção do seu conhecimento, no momento em que estimula o aluno participar propondo ideias e questionando-os sobre as observações.

A metodologia da aula expositiva e dialogada é representada por 5 fases:

- Inspiração, Problematização, Reflexão, Transpiração e Síntese.

1ª Fase – Inspiração

Para iniciar a aula o professor deverá passar um vídeo curto da Ponto Ciência – “Brincando com Pêndulo de Newton” (2011), para interagir com os alunos.

Esta etapa da aula deverá despertar a curiosidade e o interesse inicial do aluno, afim de que todos os alunos se engajem e possam sentir-se entusiasmados para iniciar a aula.

Preparar os alunos para entusiasmar-se pelo conteúdo não é uma tarefa muito fácil, pois para cada aluno existe uma pré-disposição para isto, mas considerando que todos se sintam encantados por vídeos, escolhemos um vídeo curto.

Com isso pretendemos iniciar um diálogo para despertar no aluno o interesse pelo assunto para que ele possa iniciar a construção do seu conhecimento no decorrer das etapas seguintes desta metodologia.

2ª Fase - Problematização

Na estratégia de ensino a sala será dividida em grupos de 4 alunos para que eles possam trocar ideias e debatê-las em grupo, pois muitos alunos sentem-se mais confortáveis quando interagem com seus próprios colegas.

A Problematização será iniciada com levantamento de questões situações-problema pelo professor sobre situações do cotidiano do aluno.

Questões sobre situações-problema propostas:

- Os corpos com maior quantidade de movimento são mais fáceis ou mais difíceis de serem parados? Qual o motivo disso ocorrer?
- O que é mais difícil de colocar em movimento, um carrinho lotado de compras ou um carrinho vazio?

3ª Fase - Reflexão

O professor deverá abordar nesta etapa relações entre o vídeo assistido no início da aula e a problematização das situações-problema para os alunos refletirem sobre o conteúdo da aula.

Os alunos devem pensar sobre o assunto e o professor não deverá julgar as considerações, pois na maioria das vezes elas são experiências vividas pelos alunos (concepções prévias).

Incentivar os alunos a contar o que observaram no vídeo e suas reflexões sobre a problematização, fazendo com que eles possam refletir sobre o movimento de bate e volta das bolinhas e das situações-problema levantadas pelo professor.

4ª Fase - Transpiração

Reunidos em grupo de 4 alunos e com auxílio do roteiro experimental, os alunos irão construir um Pêndulo de Newton de maneira artesanal seguindo passo a passo os procedimentos do roteiro experimental.

Serão utilizados materiais de baixo custo e fácil acesso como linha de costura, palitos de picolé, bolinhas de gude, cola quente, tesoura e régua.

Todas as instruções detalhadas para construção artesanal do Pêndulo de Newton constam no roteiro experimental.

É nesta etapa que os alunos irão, propriamente, iniciar a construção do seu conhecimento, pois irão manipular os objetos para construção do Pêndulo de Newton.

A metodologia utilizada será o ensino por investigação, onde os próprios alunos, baseando-se nas observações do manuseio com o experimento construído, e com investigações através do levantamento de ideias e testes de funcionamento do Pêndulo de Newton, construirão seu conhecimento. Irão utilizar o formulário investigativo para nortear as ideias, que já foram propostas pela autora, em forma de pré-teste e pós-teste.

5ª Fase - Síntese

Esta é a etapa final onde os alunos irão compartilhar o que foi observado de mais interessante. Isto poderá ser feito de maneira escrita ou através de desenho e apresentação de seminário em grupo.

É importante que os alunos tenham sempre em mente o seguinte

questionamento: O que foi mais significativo e interessante neste experimento?

5. Recursos de Ensino

Equipamento de Multimídia; Vídeo;

Internet;

Power Point para apresentação do seminário Roteiro experimental;

Formulário investigativo;

Materiais para construção do experimento (barbante, bolinhas de gude, palitos de picolé, cola quente, tesoura e régua).

6. Critérios de Avaliação da Aprendizagem

Para avaliar os alunos será utilizado o tipo de avaliação formativa, onde os alunos serão avaliados ao longo de todo o processo de ensino e aprendizagem.

O critério de avaliação será a realização de trabalhos em grupos, seminário, e participação individual em todas as etapas do plano de aula expositiva e dialogada.

Na 3ª fase (Reflexão) os alunos devem expor suas reflexões de forma oral e entregar para o professor um mapa conceitual individual. (2 pontos)

A avaliação individual durante todo o processo de ensino e aprendizagem deverá focar na participação do aluno nas discussões, na construção do experimento e interação com os colegas e o professor. (2 pontos)

A avaliação das ideias levantadas e hipóteses testadas se dará através da entrega do formulário investigativo com as respostas dos alunos realizadas em grupo. (3 pontos)

E a 5ª fase (Síntese) será avaliada através de seminários a ser apresentado pelo grupo de alunos relatando os pontos mais interessantes e desafiadores. (3 pontos)

6 RESULTADOS OBTIDOS

A seguir mostraremos os resultados obtidos em sala de aula após a aplicação do plano de aula expositiva e dialogada, com atividade experimental investigativa do Pêndulo de Newton artesanal numa abordagem sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

As atividades experimentais foram realizadas nos dias 09, 16 e 23 de novembro de 2022, cada encontro com aulas duplas, totalizando 6 horas-aula.

A sala de aula, na qual foi aplicada a atividade é uma turma de 2º ano do Ensino Médio, da Escola Estadual Azarias Leite, na cidade de Bauru/SP, da disciplina de Itinerário Formativo – Corpo, Saúde e Linguagem da Unidade Curricular – Dinâmica e Equilíbrio.

A Escola Estadual Azarias Leite localiza-se à Rua Adante Gigo, nº 580, Jardim Dona Lili, próximo ao Bairro Geisel, possuindo no período da manhã aproximadamente 400 alunos, de Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

A Professora responsável pela turma é a Profa. Jaqueline Medeiros, licenciada em Física pela Faculdade de Ciências e Tecnologia, câmpus da Unesp de Presidente Prudente, formada em 2010.

Iniciamos a atividade perguntando aos alunos se eles já tinham conhecimento do conceito da Conservação da Quantidade de Movimento. Como eram alunos do 2º ano do Itinerário Formativo, muitos relataram já ter visto este assunto.

Iniciamos as atividades em sala de aula, executando a 1ª Fase do Plano de Aula Expositiva e Dialogada – Inspiração. O objetivo é gerar engajamento e motivação nos alunos, através de um vídeo curto sobre o funcionamento de um Pêndulo de Newton.

A turma à qual foi aplicada a atividade tinha 32 alunos matriculados, porém muitos faltaram em pelo menos uma das aulas. Assim foi considerada a média de 17 alunos para a análises dos resultados.

As outras fases (Problematização, Reflexão) do Plano de Aula Expositiva e Dialogada foram verificadas através da aplicação dos testes, ou seja, a problematização foi feita pelo professor de maneira escrita e o levantamentos da hipóteses foram propostas pela autora, devido à disponibilidade de somente 3

encontros para desenvolver o plano e construir o experimento.

Os resultados do pré-teste tiveram como objetivos levantar os conhecimentos prévios dos alunos e testar hipóteses sobre o funcionamento do experimento Pêndulo de Newton, anteriormente à sua construção e manuseio. Estavam matriculados 32 alunos, contudo, para análises dos resultados, foram considerados 17 alunos, número de alunos que participaram dos 3 encontros.

Na aula do dia 9 de novembro de 2022, os alunos responderam ao pré-teste e já iniciaram a construção do Pêndulo de Newton em grupo de 4 alunos.

Na aula do dia 16 de novembro de 2022, deram prosseguimento à construção do Pêndulo de Newton artesanal em laboratório. A interação entre os alunos e entre alunos e professora, de forma geral podemos considerar satisfatória, ressaltando que nos grupos sempre um aluno se destacava.

Já na última aula, no dia 23 de novembro, foi aplicado o pós-teste para avaliar quanto os alunos conseguiram entender sobre o funcionamento do Pêndulo de Newton, os princípios da conservação da quantidade de movimento, e checar algum indício de que, com isso, iniciaram a construção dos seus próprios conhecimentos sobre a quantidade da conservação do movimento.

A seguir apresentaremos os resultados do formulário investigativo aplicado no pré-teste e pós-teste.

Abaixo estão transcritas as respostas das questões sobre situações-problema propostas pela autora. As duas situações-problema propostas foram:

1ª Situação-problema:

- Os corpos com maior quantidade de movimento são mais fáceis ou mais difíceis de serem parados? Qual o motivo disso ocorrer?

2ª Situação-problema:

- O que é mais difícil de colocar em movimento, um carrinho lotado de compras ou um carrinho vazio? Explique o por quê.

Resultados das Análises para a 1ª Situação-problema:

Os corpos com maior quantidade de movimento são mais fáceis ou mais difíceis de serem parados? Qual o motivo disso ocorrer?

Tabela 1 – 1ª Situação-problema para o pré-teste e pós-teste.

Amostra de Alunos	Respostas pré-teste	Respostas pós-teste
1	São mais difíceis, pois quanto maior aumento maior será a força necessária	Pois quanto mais, velocidade mais força
2	São mais difíceis, pois quanto maior o movimento maior será a força necessária	São mais difíceis, pois dependem de maior força aplicada
3	Fáceis, pois a quantidade de conservação de movimento é maior	Mais difíceis, pois a energia conservada também é maior
4	Difíceis. Pelo embalo que o corpo pega, difícil para-lo	Difíceis. Pela quantidade do movimento pode ser difícil o corpo parar do impulso e da velocidade
5	Com maior quantidade de peso mais as bolinhas vão ser mais rápidas	Seria mais difícil, pois nos corpos têm que existir a mesma quantidade de energia para se separar
6	Mais difíceis, por conta da quantidade de energia	Mais difíceis, pois tem uma maior quantidade de energia
7	São mais difíceis por causa do peso	São mais difíceis, pois a força aplicada é maior
8	Mais difícil, porque a força pra parar tem que ser maior ou igual	Mais difíceis, pois precisam de uma força maior ou igual
9	Mais difíceis, pois quanto maior e velocidade maior a sua força, assim mais difícil de ser parado	Difícil
10	Mais difíceis, pois quanto maior a velocidade maior a sua força, e assim mais difícil de ser parado	Difícil, por conta da maior velocidade
11	Mais difíceis, pois quanto maior a velocidade mais força tem, assim mais difícil de ser parado	É difícil, pois quanto mais velocidade mais força para parar
12	Mais difíceis, pois quanto maior velocidade maior a sua força	Não respondeu nada
13	São mais difíceis	É difícil
14	Mais difíceis, pois eles têm uma quantidade de massa maior, se tornando mais pesado	Mais difíceis, eles precisam ir parando com calma
15	Mais difíceis, quanto maior a velocidade, maior força para ser parado	Mais difíceis, isso ocorre por conta da força de atrito
16	Mais difíceis por necessitar de muita força contínua ou massa para parar	Mais difíceis, por terem um peso maior, isso requer uma quantidade de energia para pará-lo
17	São mais difícil por que quanto maior aumento maior sera a força necessária	Não respondeu nada

Fonte: Dados agregados pela autora.

- A análise da amostra observada considerou um total de 17 (dezesete) alunos, porém no pré-teste 16 (dezesesseis) responderam corretamente, e 1 (um) aluno

respondeu incorretamente. Considerando que este é um pré-teste, e que o número de alunos com conhecimentos prévios sobre o Princípio da Quantidade de Movimento foi grande, ou seja, o número de respostas corretas superou as incorretas.

- Os resultados obtidos no pós-teste mostram que 15 (quinze) alunos responderam corretamente, e 2 (dois) alunos deixaram em branco.
- Os resultados desta 1ª situação-problema demonstram que os alunos já tinham bons conhecimentos prévios, pois no pré-teste evidenciaram maior número de respostas corretas.

Resultados das Análises para a 2ª situação-problema:

O que é mais difícil de colocar em movimento, um carrinho lotado de compras ou um carrinho vazio? Explique o por quê.

Tabela 2 – 2ª situação-problema para o pré-teste e pós-teste.

Amostra de alunos	Respostas do pré-teste	Respostas do pós-teste
1	Um carrinho carregado é mais difícil, pois necessita de mais força para fazer a andar	O de compra é mais pesado
2	Um carrinho carregado é mais difícil, pois necessitará de mais força para fazê-lo andar	Um carrinho vazio é mais fácil, pois quanto menor a massa menor será a força aplicada
3	O carrinho vazio, porque exige mais força para colocar em movimento devido ao peso	Um carrinho lotado, pois necessita de mais força aplicada para executar o movimento
4	Carro de compras lotado Pelo atrito causado e a força que terá que usar	Um carrinho com compra. Pois terá que fazer uma força maior para conseguir movê-lo do lugar por ele estar com um peso maior que o seu
5	Carrinho lotado, pois o carrinho vazio é mais fácil e não terá problema de avançar	Carrinho lotado, pois dependendo do atrito do chão e o peso pode dificultar o movimento do carrinho
6	Um carrinho vazio	Um carrinho lotado, pois está mais pesado
7	Um carrinho lotado de compras, por causa do peso é mais complicado	Carrinho vazio, porque quanto mais compra você por no carrinho mais pesado ele fica
8	Um vazio, por ser mais leve	O mais difícil é o cheio
9	Cheio de compras, por conta do peso	Porque o carrinho lotado é mais pesado e assim dificulta de movimentar
10	Cheio de compras, por conta do peso	Porque o carrinho lotado é mais pesado e assim dificulta de movimentar
11	Um carrinho cheio de compras por conta do peso	O de compras, pois é mais pesado
12	Cheio de compras, por conta do peso	Porque o carrinho lotado é mais pesado e assim dificulta movimento
13	Um carrinho lotado	Porque o caminhão lotado e mais pesado

14	Um carrinho lotado, por ser mais pesado	Carrinho lotado de compras porque ele tem uma maior quantidade de massa
15	Lotado de comprar, porque está mais pesado	Carrinho vazio, por conta do peso
16	Um carrinho lotado, já que o peso desvia seu caminho	Um carrinho lotado, porque isso vai requerer mais força para que o carrinho se movimente
17	Um carrinho carregado é mais difícil ou necessário de mais força será necessário para ambos	Não respondeu nada

Fonte: Dados agregados pela autora.

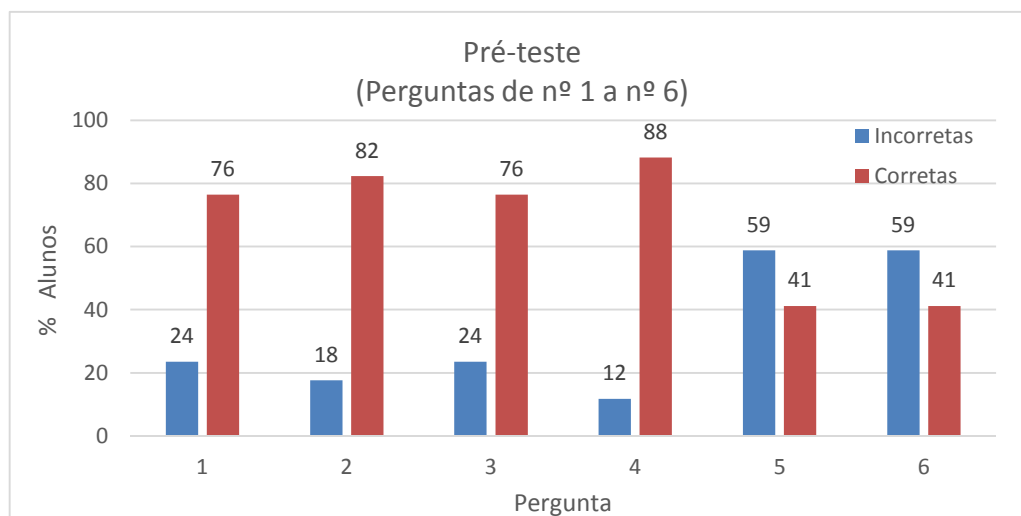
- No pré-teste, 15 (quinze) alunos responderam um carrinho lotado de compras, e 2 (dois) alunos consideraram o carrinho vazio. Associaram a dificuldade do movimento à força e ao peso.

- Nenhuma diferença apresentada para o pós-teste, o qual 15 (quinze) alunos responderam um carrinho lotado de compras, 1 (um) respondeu carrinho vazio, e 1 (um) não respondeu. A maioria dos alunos associou a dificuldade de colocá-los em movimento ao peso do carrinho. As habilidades propostas (EM13 CNT101) foram atendidas no sentido que conseguiram analisar as situações que envolvem conservação da quantidade de movimento, presentes em situações do cotidiano.

As análises a seguir avaliaram as respostas das perguntas nº 1 a nº 6 do formulário investigativo, referente às hipóteses elaboradas pela autora.

Abaixo, os resultados foram representados em porcentagem de alunos, indicando altos índices de acertos para as perguntas nº 1, nº 2, nº 3 e nº 4, o que era esperado, pois os alunos já tinham adquirido uma habilidade anterior correspondente a esse tema (objeto de conhecimento) e ganharam uma outra quando montaram o Pêndulo de Newton. Ficando claro que houve um aumento de conhecimento acrescido ao já existente.

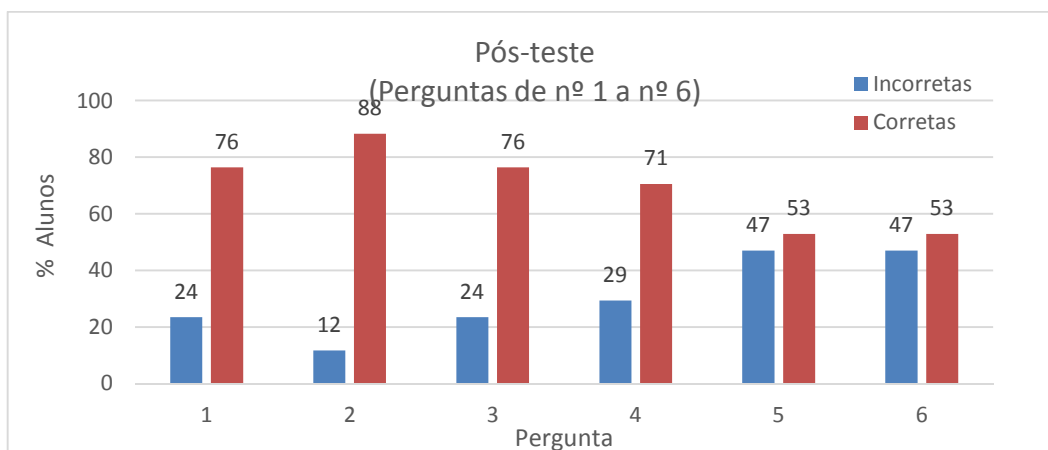
Gráfico 1 – Porcentagem de alunos versus pergunta (nº 1 a nº 6) para pré-teste.



Fonte: Dados agregados pela autora.

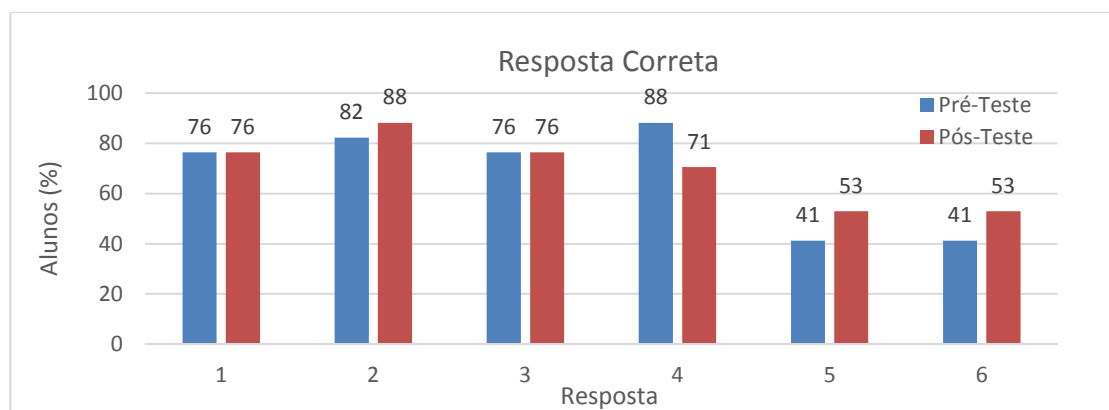
Abaixo ilustramos o gráfico 2 com os resultados do pós-teste, em porcentagens de alunos, indicando praticamente a mesma tendência do pré-teste.

Gráfico 2 – Porcentagem de alunos versus pergunta (nº 1 a nº 6) para pós-teste.



Fonte: Dados agregados pela autora.

No gráfico 3, comparamos somente as respostas corretas entre o pré-teste e pós-teste, observamos que as perguntas nº2, nº5 e nº6 foram as que tiveram os maiores índices de acerto no pós-teste. As perguntas nº1 e nº3, tanto no pré-teste como no pós-teste, tiveram a mesma porcentagem de acerto. Fato que evidencia que, antes mesmo de construírem e manusearem o Pêndulo de Newton, os alunos já tinham conhecimentos prévios sobre o tema.

Gráfico 3 – Relação entre pré-teste e pós-teste para respostas corretas (nº 1 a nº 6).

Fonte: Dados agregados pela autora.

Analisando as respostas da pergunta nº7, na tentativa de verificação da compreensão do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, transcrevemos as respostas dadas pelos alunos.

Pergunta nº7 – Com base nas respostas acima, você tem alguma ideia dos motivos de as bolinhas se moverem da maneira observada?

Resultados das análises do pré-teste e pós-teste referente à pergunta nº7. Abaixo seguem os motivos de as bolinhas se moverem da maneira observada para o pré-teste e pós-teste.

Tabela 3 – Motivos do movimento das bolinhas para o pré-teste e pós-teste.

Amostra de alunos	Respostas dos alunos à pergunta nº7	
	Pré-teste	Pós-teste
1	Devido à conservação da quantidade de movimento	Devido à transformação de energia Cinética
2	Devido à conservação da quantidade de movimento	Devido à conservação e transferência de energia
3	Devido à conservação de energia e o princípio da ação e reação	Por conta da quantidade de energia conservada nelas, reflete nas demais
4	O atrito delas, o vaivém, a força para uma a outra, outras não se movem	Pela concentração de movimento existente
5	Porque existe mais pesos nas bolinas fazendo com que todas se mexem	Quando ela batem, elas emitem uma energia e uma força, fazendo que elas se movimentem causando um impacto e jogando um para outro local

6	Por conta de energia	Por conta da energia colocada nelas e o movimento
7	Por causa do impacto	Acho que é por causa do impacto e da força recebida
8	Porque o movimento continua só que do lado inverso	Elas mantêm o movimento inicial, porém do lado oposto
9	Por causa da velocidade e força	Porque tem uma energia quando entram em contato
10	Por conta da velocidade e força	Pois elas entram em contato umas com as outras e se movem pela Energia
11	Por conta da velocidade e força	Por conta da quantidade de movimento e energia conservados
12	Por conta da velocidade e força	Pois elas entram em contato umas com as outras
13	Não	Porque existe uma conservação de energia e movimento
14	Pela força de movimento	Pela quantidade de massa, força e impacto
15	Por conta da conservação e transferência da energia do movimento	Porque existe a conservação de movimento e energia
16	Por que há uma conservação de energia e movimento	Porque com o pêndulo é gerada uma conservação de energia e movimento
17	Pois ela (,a primeira) adquire energia potencial e quando solta, se choca contra as outras e transfere a energia	Devido à transformação de energia sinética

Fonte: Dados agregados pela autora.

No pré-teste somente 2 (dois) alunos responderam que a causa era devido à conservação da quantidade de movimento.

Já no pós-teste 7 (sete) alunos responderam que a causa era devida a uma conservação de quantidade de movimento associado a uma conservação de energia.

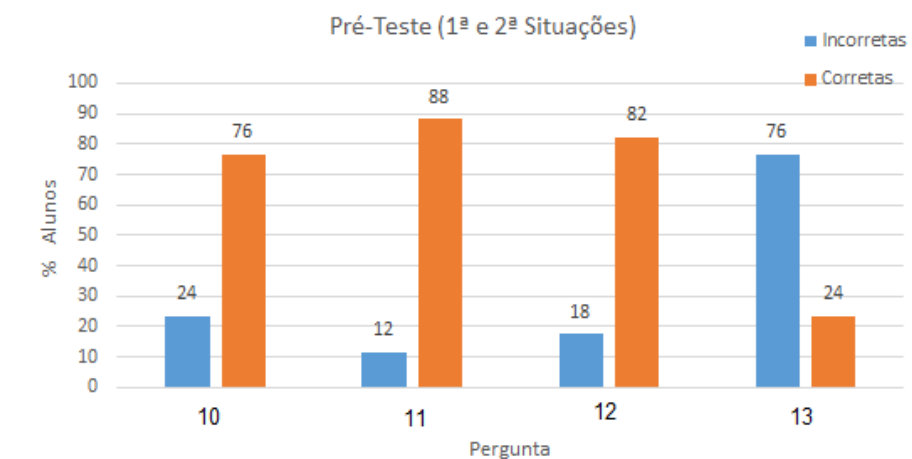
O pós-teste apresentou melhores resultados, demonstrando que os alunos foram além das habilidades propostas, eles adquiriram uma nova habilidade “construção do Pêndulo de Newton”, ou seja, ultrapassaram as habilidades iniciais propostas.

A seguir continuamos as análises para as perguntas de nº 10 a nº 13 do formulário investigativo.

Observando o gráfico 4 do pré-teste para as 1ª e 2ª situações-problema, de modo geral constata-se que já haviam conhecimentos prévios sobre o tema e que isso contribuiu para o desenvolvimento de habilidades complementares. As situações-

problema elaboradas pela autora foram situações do cotidiano dos alunos, e estes interpretaram-nas muito bem.

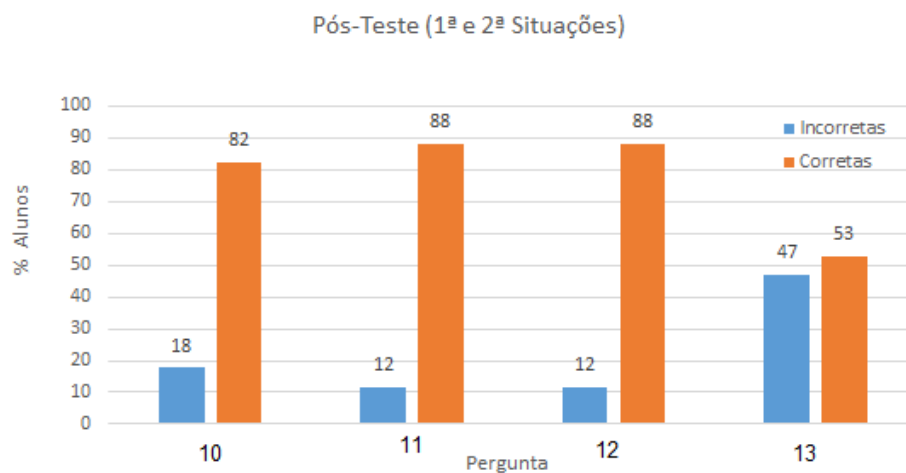
Gráfico 4 – Situações-problema analisadas no pré-teste.



Fonte: Dados agregados pela autora.

A seguir no gráfico 5 estão os resultados do Pós-teste (1ª e 2ª situações-problema). É importante ressaltar que os resultados analisados até agora apontam para um ganho de conhecimento o que fica evidenciado nos gráficos 4 e 5.

Gráfico 5 – Situações-problema analisadas no pós-teste.

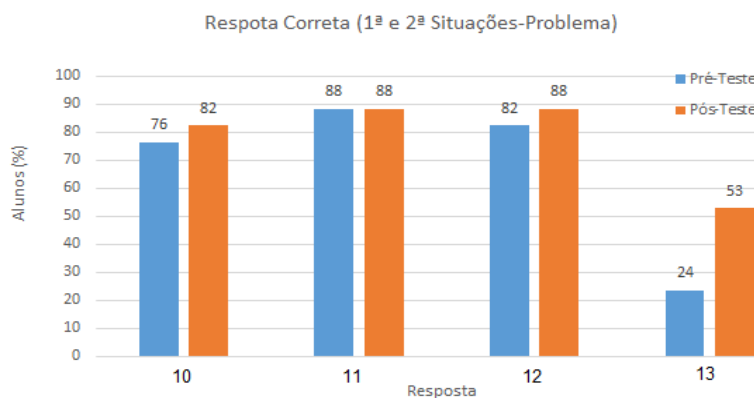


Fonte: Dados agregados pela autora.

Abaixo o gráfico 6 ilustrando a relação entre o pré-teste e pós-teste para as respostas corretas (1ª e 2ª Situações) entre o pré-teste e pós-teste. Observa-se numericamente um aumento de respostas corretas depois da realização da atividade

experimental de construção do Pêndulo de Newton o que nos leva a concluir que uma habilidade adicional foi alcançada.

Gráfico 6 – Relação entre pré-teste e pós-teste para respostas corretas (nº 10 a nº 13).



Fonte: Dados agregados pela autora.

Até aqui foram analisadas as seguintes fases do Plano de Aula Expositiva e Dialogada: Problematização, Reflexão e Transpiração.

A última fase a ser analisada foi a Síntese. Nessa fase os alunos compartilharam o que foi observado de mais interessante durante o experimento. O relato foi realizado em grupo, e entregue no final da aula do dia 23 de novembro em papel. Esta atividade estava planejada para ter sido realizada em forma de apresentação de seminário, mas a Profa. Jaqueline, responsável pela turma, me informou que a turma tinha dificuldades para verbalizar, por timidez e por medo de expor suas ideias.

Nesta fase os alunos foram orientados para descrever o que acharam mais significativo e interessante nesta atividade experimental do Pêndulo de Newton.

Somente 2 grupos entregaram esta atividade, que podem ser visualizadas abaixo, transcritas na tabela 4 e tabela 5.

Tabela 4 – Síntese sobre o experimento Pêndulo de Newton do Grupo A.

Grupo A
<p>A quantidade de bolinhas usadas notamos que se mexermos duas bolinhas da esquerda duas da direita se mexem se mexermos 3, todas se mexem, percebemos o quanto de força precisamos para movimentar todas as bolinhas.</p> <p>O design também ficou muito legal, foi algo novo que foi aprendido.</p> <p>O que acontece com o Pêndulo de Newton?</p> <p>Quando se levanta uma bolinha de sua extremidade ela adquire energia potencial e ao ser soltar, choca-se com as outras e</p>

transfere energia e quantidade de movimento para sistema de forma que a bolinha da extremidade oposta levante-se também.

Fonte: Dados agregados pela autora.

Tabela 5 – Síntese sobre o experimento Pêndulo de Newton do Grupo B.

Grupo B
<p>Quantidade de movimento é uma grandeza física vetorial que é definida pelo produto entre massa, em quilogramas e velocidade em metros por segundo. Trata-se de uma das mais importantes grandezas da dinâmica por relacionar-se com outras grandezas, tais como força, empuxo e energia cinética. A quantidade de movimento que também é conhecida como momento linear, é dimensionalmente igual a grandeza empuxo cuja unidade de medida é kg.m/s ou ainda N.s.</p> <p>Tais grandezas são relacionadas entre si pela 2ª lei de Newton, que estabelece que a força resultante sobre um corpo causa variação na quantidade de movimento durante certo intervalo de tempo. Além disso de acordo com o princípio de conservação da quantidade de movimento, dizemos que, em sistemas que não apresentem quaisquer forças dissipativas, como a força de atrito, a quantidade de movimento total deve ser mantido</p>

Fonte: Dados agregados pela autora.

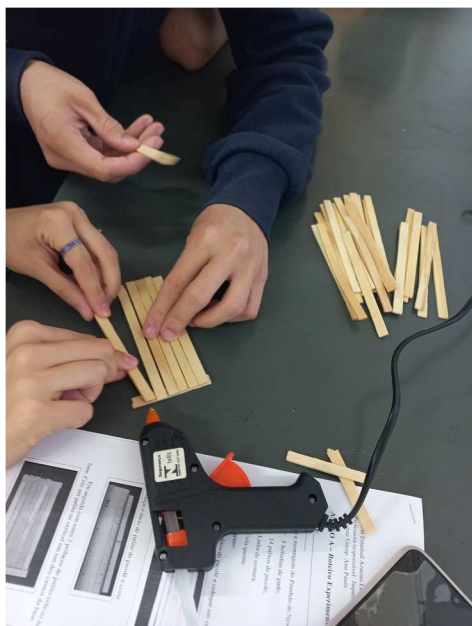
De maneira geral, o que estava previsto teoricamente para ser realizado se concretizou na prática. Somente faço uma ressalva para a interação professor-aluno durante o processo todo. Esperávamos maior interatividade, como proposta teoricamente a aula seria expositiva e dialogada.

De acordo com PACHECO (2017, p. 336), uma das problemáticas que circundam o processo de formação docente é o uso dicotômico da teoria e da prática, pois essa dissociação fragiliza a atuação docente, fragmentando a capacidade de o sujeito agir de forma consciente, separando-o da realidade que irá enfrentar.

E para finalizar as análises dos resultados, apresentamos a seguir as fotos dos principais momentos desta prática experimental destacando o envolvimento dos alunos.

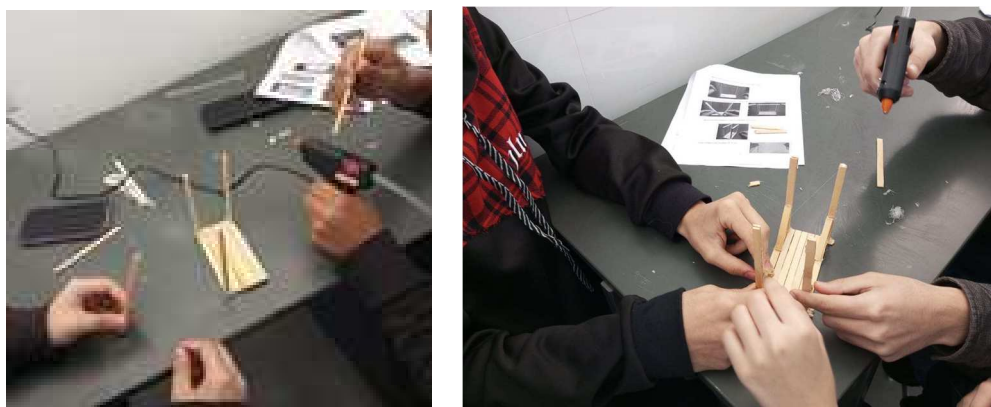
Muitos relataram que gostaram da atividade prática, e pediram para levar para casa o experimento construído por eles.

Figura 10 – Montagem artesanal da base do experimento.



Fonte: Dados agregados pela autora.

Figura 11 – Hastes de sustentação do experimento.



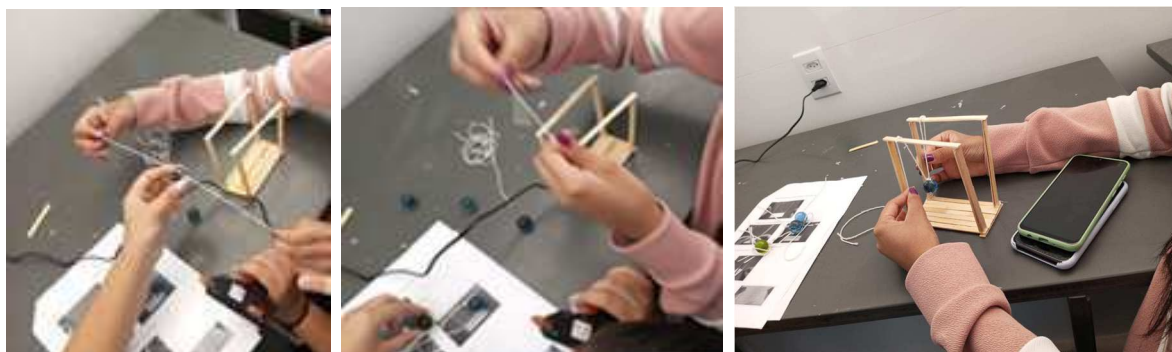
Fonte: Dados agregados pela autora.

Figura 12 – Colagem da bolinha de gude no barbante.



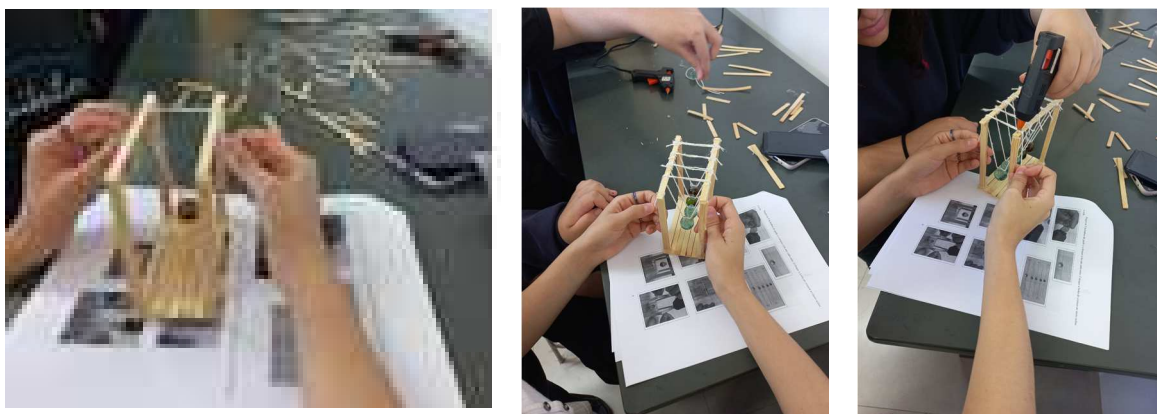
Fonte: Dados agregados pela autora.

Figura 13 – Posicionamento das bolinhas de gude pelo Grupo A.



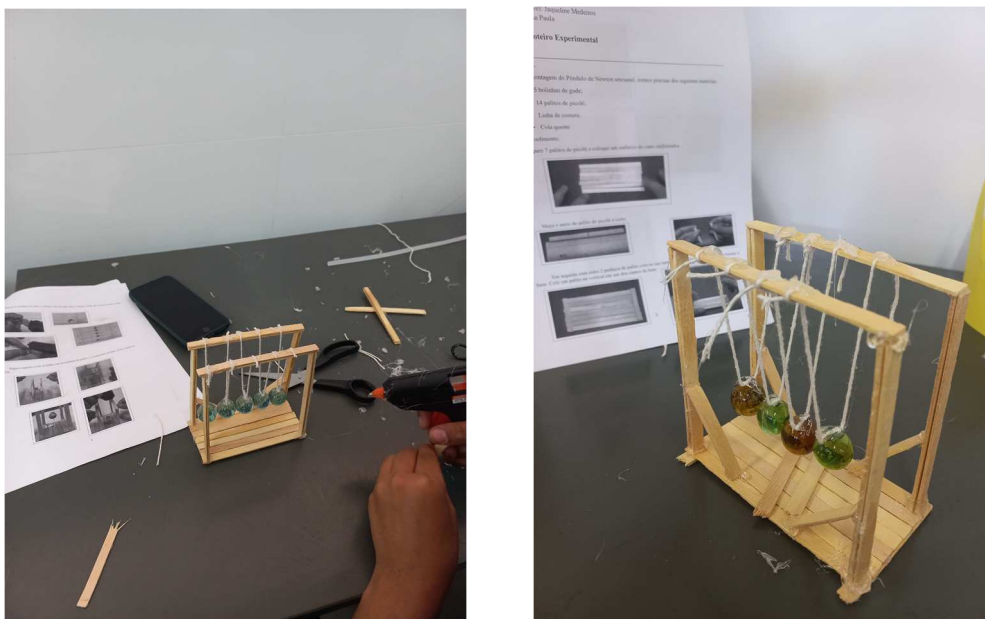
Fonte: Dados agregados pela autora.

Figura 14 – Posicionamento das bolinhas de gude pelo Grupo B.



Fonte: Dados agregados pela autora.

Figura 15 – Pêndulo de Newton artesanal construído pelos Grupos A e B.



Fonte: Dados agregados pela autora.

Figura 16 – Pêndulo de Newton artesanal construído pelos Grupos C e D.



Fonte: Dados agregados pela autora.

Após a construção do Pêndulo de Newton os alunos fizeram testes manuais soltando as bolinhas e puderam testar algumas hipóteses apresentadas. Soltaram uma, duas e três bolinhas, duas de um lado, ou do outro, e discutiram entre eles.

7 CONCLUSÕES

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve o objetivo de identificar os fundamentos de um planejamento de aula utilizando a metodologia expositiva e dialogada citada por COIMBRA (2016) incluindo uma atividade experimental investigativa.

Nesta atividade experimental utilizaremos a metodologia de ensino por investigação (CAMPOS, 1999), para o desenvolvimento prático da construção de um Pêndulo de Newton artesanal, que aborda o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

A duração desta atividade prática em sala de aula constituiu-se de encontros semanais de duas horas-aula, por um período de 3 semanas, realizadas nos dias 9, 16 e 23 de novembro de 2022, na Escola Estadual Azarias Leite, na cidade de Bauru/SP.

O Plano de Aula Expositiva e Dialogada foi aplicado numa turma de 2º ano da disciplina de Itinerário Formativo, pois foi a sala que a Profa. Jaqueline poderia ceder, visto que já havia uma programação pré-estabelecida para o ano letivo.

Este fato colaborou para os bons resultados das análises, pois o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento é conteúdo programático para alunos do 1º ano do Ensino Médio, segundo a BNCC e desta forma já haviam tido um contato com o tema proposto, possuindo assim conhecimentos prévios importantes para o desenvolvimento da atividade experimental.

O Plano de Aula Expositiva e Dialogada aplicado totalizou 6 horas-aula e seus fundamentos foram identificados dentro da estruturação dos testes (pré-teste e pós-teste), pois a autora teve informação que esta turma tinha dificuldade de verbalização, por timidez e medo de expor suas ideias. Referente às observações quanto ao tempo para cumprimento das atividades, numa proposta futura de aplicação em sala de aula, sugerimos que seja realizado em 8 horas-aulas e que possa haver uma certa relação de interdisciplinaridade para ampliação dos horizontes das habilidades.

Na turma haviam 32 alunos matriculados, porém para análises dos resultados consideramos apenas os alunos que participaram de todas as atividades, nos dias 9, 16 e 23 de novembro, o que totalizou uma amostra de 17 alunos.

Na prática houve pouca interação verbal dos alunos, exceto na fase de transpiração, momento em que construíram o experimento Pêndulo de Newton em

laboratório, seguindo um roteiro experimental organizado pela autora. Os 4 grupos atingiram os objetivos pois todos conseguiram construir o Pêndulo de Newton, e muitos pediram para levar para casa o experimento.

Como observado pela professora (autora), existe uma diferença grande entre os conceitos teóricos estudados e a prática docente na sala de aula. A prática em sala de aula confirmou que é necessário ter um certo grau de expertise para adaptar-se as variadas situações difíceis surgidas durante a prática, como exemplo, os alunos querendo se comunicar durante a realização dos testes e a dificuldade em expressar suas ideias.

Na Síntese, última fase do Plano de Aula Expositiva e Dialogada, houve pouca participação dos alunos. Dos 4 grupos, somente 2 grupos entregaram a atividade por escrito, nas quais relataram muito bem o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, demonstrando que as habilidades já existentes foram acrescidas a outras novas habilidades.

Quanto ao critério de avaliação observamos durante os 3 encontros que a experiência em aplicar uma atividade prática foi positiva, pois houve a participação e o envolvimento dos alunos para a construção do Pêndulo de Newton artesanal, indo além das habilidades propostas.

Já em relação a participação dos alunos nas reflexões, o diálogo não aconteceu da maneira esperada, ou seja, com a participação de todos. Nem todos interagiram na dinâmica de dialogar, apenas alguns. Portanto o Plano de Aula Expositiva e Dialogada atendeu parcialmente à finalidade expositiva e dialogada. Tal ocorrência é frequentemente relatada em artigos científicos que mostram que em ensino de Ciências a teoria e a prática não caminham juntas.

Contudo a experiência desta prática foi considerada positiva e servirá para apoiar aulas dos futuros professores, visto que muitos alunos durante a realização da construção do Pêndulo de Newton, relataram que gostam de atividades experimentais em laboratório e adquiriram uma nova habilidade, conseguiram construir o Pêndulo de Newton.

Assim, o fato de já terem alguns conhecimentos prévios sobre o tema (objeto do conhecimento) somente reforça os resultados obtidos, que conhecimentos adicionais foram adquiridos aos já existentes, e que uma habilidade que não estava descrita foi atingida, construir o Pêndulo de Newton artesanalmente.

REFERÊNCIAS

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de Ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, nº 3, p.579-593, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. 600 p.

CAMPOS, M. C. C., NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. In: _____. As investigações na sala de aula. São Paulo: Ed. FTD, 1999, p. 139-157.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico**. In: _____. O professor no ensino de Ciências como investigação. São Paulo: Ed. Scipione, 1 ed., 2005, p. 24-35.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. In: _____. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. São Paulo: Ed. Cengage Learning, 1 ed., 2013, p. 1-20.

COIMBRA, C. L. III Congresso Nacional de Formação de Professores (CNFP) e XIII Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores (CEPFE), A aula expositiva dialogada em uma perspectiva freireana, Águas de Lindóia, SP, 2016. Disponível em: http://200.145.6.217/proceedings_arquivos/ArtigosCongressoEducadores/6495.pdf. Acesso em: 06 ago 2021.

COQUIDÉ, M. Um olhar sobre a experimentação na escola primária francesa. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. v.10, nº 1, p.155-172, jan-jun, Belo Horizonte, 2008.

CRUZ, G. B. Teoria e prática no curso de pedagogia. **Revista Educação e Pesquisa**. v.38, nº 1, pp.149-164, São Paulo, 2012.

MOREIRA, M. A. , Desafios no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.43, p.1-8, Porto Alegre, RS, 2021.- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar Ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. v.9, n.1, p.89-111, jan-jun, Belo Horizonte, 2007.

PACHECO, W. R. S., BARBOSA, J. P. S., FERNANDES, D. G., **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**. v. Suplementar, nº 2, p. 332-340, set, Cajazeiras, Paraíba, 2017.

PONTO CIÊNCIA. **Brincando com Pêndulo de Newton**. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU>. Acesso em: 8 jul 2021.

RAMOS, L. B. C., ROSA, P. R. S. O ensino de Ciências: Fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos

anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.13(3), p. 299-331, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo**. São Paulo: SEE, 2020.

SASSERON, L. H. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. In: ____. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. São Paulo: Ed. Cengage Learning, 1ª ed. 2013, p. 41-61.

SEDANO, L., CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Oportunidades de Interação Social e sua Importância para a Construção da Autonomia Moral. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.10, nº 1, p.199- 220, Florianópolis, maio, 2017.

VENTURA, W. Canal Em Mente. **Como fazer um Pêndulo de Newton (caseiro) muito fácil**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cM5SR0xhkGs&t=2s>. Acesso em: 23 out. 2022.

ZANON, D. A. V., FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciência & Cognição**, v.10, p. 93-103, 2007.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: Aspectoshistóricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. v.13, n.03, p. 67-80, set-dez, Belo Horizonte, 2011.