



PRISCILA TIBÚRCIO DE CARVALHO

**CONTEXTUALIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO ATRAVÉS DE
OFICINAS PEDAGÓGICAS**

Manaus-AM

2021

CONTEXTUALIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO ATRAVÉS DE OFICINAS PEDAGÓGICAS

PRISCILA TIBÚRCIO DE CARVALHO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Polo 04 IFAM/UFAM no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Dr. Octávio D. Rodriguez Salmon

Manaus - AM

2021

Dedico à minha mãe Ângela Maria Tibúrcio de Carvalho



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 4

Ata da 41ª Defesa de Dissertação

Aos dezessete dia do mês de setembro, do ano de dois mil e vinte e um, às oito e quarenta e cinco horas, por webconferência, ocorreu a Defesa da Dissertação da mestranda Priscila Tibúrcio de Carvalho, intitulada "Contextualização da quantidade de movimento através de oficinas pedagógicas", do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 das Instituições de Ensino Superior Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A Banca Examinadora foi composta pelo Prof. Dr. Octavio Daniel Rodriguez Salmon (UFAM), Prof. Dr. Ijanílio Gabriel de Araújo (UFRR) e Prof. Dr. Igor Tavares Padilha (UFAM). O Professor Doutor Octávio Daniel Rodriguez Salmon, Presidente, deu início aos trabalhos, convidando os membros a comporem a Banca Examinadora. O Presidente fez a leitura dos procedimentos para defesa de dissertação, e convocou a mestranda para fazer a exposição de seu trabalho que, em seguida, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se privativamente e decidiu pela aprovação do trabalho. Ao final, os presentes foram chamados para tomarem conhecimento do resultado da avaliação, o Presidente da banca comunicou à Interessada que feitas às devidas correções na dissertação, conforme sugestão da banca Examinadora, o discente é obrigado a entregar, na secretaria do pólo 4, até sessenta (60) dias após a data da defesa, cinco (5) vias impressas e encadernadas no formato capa dura, e duas vias digitais em formato PDF, em CD, para os trâmites necessários à concessão do diploma, conforme Resolução N9.47 - CONSUP/IFAM de 13 de julho de 2015. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos presentes.

Prof. Dr. Octávio Daniel Rodriguez Salmon
Presidente- UFAM

Prof. Dr. Ijanílio Gabriel de Araújo
Membro Externo - UFRR



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



Igor Tavares Padilha
Igor Tavares Padilha
Membro Interno – UFAM

Biblioteca do IFAM - Campus Manaus Centro

C331c Carvalho, Priscila Tibúrcio de.

Contextualização da quantidade de movimento através de oficinas pedagógicas / Priscila Tibúrcio de Carvalho. – Manaus, 2021. 114p. : il. color.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM; Universidade Federal do Amazonas - UFAM; Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Octávio D. Rodriguez Salmon.

1. Ensino de Física. 2. Oficinas Pedagógicas. 3. Física - Práticas. I. Salmon, Octávio D. Rodriguez. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas IV. Sociedade Brasileira de Física V. Título.

CDD 531

Elaborada por Odimar José Ferreira Porto CRB 11/496

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 Movimento de uma partícula de massa m em duas dimensões. Fonte: Feito pela própria autora	29
Figura 3-2- Duas partículas pontuais de massas m_1 e m_2 sobre uma superfície horizontal. Fonte: Feito pela própria autora	34
Figura 3-3- Duas partículas pontuais de massas m_1 e $m_2=m$ iguais sobre uma superfície horizontal. Fonte: Feito pela própria autora	36
Figura 3-4 Duas partículas pontuais de massas $m_1 < m_2$ e $V_{2i}=0$ sobre uma superfície horizontal. Fonte: Feito pela própria autora	37
Figura 3-5 n_1 bolinhas em fila com a mesma velocidade e a mesma massa m se aproximam com velocidade V_i a uma fila de n bolinhas em repouso ($n > n_1$). Fonte: Feito pela própria autora	38
Figura 3-6- Pêndulo de Newton com 5 partículas. Duas partículas incidentes expulsam duas partículas após a colisão. Fonte: Feito pela própria autora	39
Figura 3-7- Carrinho puxado por um foguete Fonte: Feito pela própria autora	39
Figura 3.8- Colisão Elástica de duas esferas não frontal em um alvo em repouso. Fonte: https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/colisoes/	40
Figura 3.9- (a) Colisão Elástica de duas esferas não frontal em um alvo em repouso. Após a colisão as esferas se movem formando um ângulo reto entre si. (b) Os vetores velocidade formam um triângulo retângulo Fonte: TIPPLER,2008.....	43
Figura 4-1- Esquema da Oficina Pedagógica	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Slide da Aula 1- Noção de Energia Cinética. Fonte: Própria autora.....	48
Quadro 2- Slide da Aula 2- Noção de Quantidade de Movimento. Fonte: Própria autora.	49
Quadro 3- Slide da Aula 3- Noção de Conservação da Quantidade de Movimento. Fonte: Própria autora	50
Quadro 4- Slide da Aula 4 - Noção de Quantidade de Movimento (Experimento Bolinhas de mesma massa e massa diferente). Fonte: Própria autora.	51
Quadro 5- Slide da Aula 5 – Conceito de Colisão, Colisão Elástica e Colisão Inelástica. Fonte: Própria autora.	52
Quadro 6- Slide da Aula 6 – Aplicação do Roteiro de Atividades N°4- Verificar o tipo de Colisão. Fonte: Própria autora.	52
Quadro 7- Slide da Aula 7 – Conceito de Impulso. Fonte: Própria autora.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados obtidos no Pré-teste	55
Tabela 2- Dados obtidos no Pós-Teste	57

LISTA DE SIGLAS

Aprendizagem Significativa - (A.S.)

Atividades Experimentais – (A.E.)

Oficina Pedagógica - (O.P.)

Quantidade de Movimento – (Q.M.)

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Conceito de Colisão (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	58
Gráfico 2- Conceito de Colisão (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.....	59
Gráfico 3- Situações de Colisões no cotidiano (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	59
Gráfico 4- Situações de Colisões no cotidiano (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	60
Gráfico 5- Conceito de massa (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.....	60
Gráfico 6- Conceito de massa (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	61
Gráfico 7- Conceito de velocidade (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	61
Gráfico 8- Conceito de velocidade (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.....	62
Gráfico 9- Conceito de quantidade de movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora. .	62
Gráfico 10- Conceito de quantidade de movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	63
Gráfico 11- Situação-problema-maior quantidade de movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	64
Gráfico 12- Situação-problema-maior quantidade de movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	64
Gráfico 13- Conceito de Força (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	65
Gráfico 14- Conceito de Força (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.....	66
Gráfico 15- Conceito de Impulso (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	66
Gráfico 16- Conceito de Impulso (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	67
Gráfico 17- Conceito de Conservação (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.....	67
Gráfico 18- Conceito de Conservação (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	68
Gráfico 19- Conceito de Conservação da Quantidade de Movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	69
Gráfico 20- Conceito de Conservação da Quantidade de Movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	69
Gráfico 21- Conceito de Colisão Elástica (Pré-Teste). Fonte: própria autora.....	70
Gráfico 22- Conceito de Colisão Elástica (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	71
Gráfico 23- Conceito de Colisão Inelástica (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	71
Gráfico 24- Conceito de Colisão Inelástica (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	72
Gráfico 25- Equação quantidade de movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	72
Gráfico 26- Equação quantidade de movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	73

Gráfico 27- Situação-problema Pêndulo de Newton (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.	74
Gráfico 28- Situação-problema Pêndulo de Newton (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.	74
Gráfico 29- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°1. Fonte: Própria autora. ..	76
Gráfico 30- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°2. Fonte: Própria autora. ..	78
Gráfico 31- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°3. Fonte: Própria autora. ..	79
Gráfico 32- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°4. Fonte: Própria autora. ..	81
Gráfico 33- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°5. Fonte: Própria autora. ..	82

EPÍGRAFE

**“O conhecimento é significativo por
definição.”**

David P. Ausubel

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir, muita força de vontade e dedicação durante todo o curso do mestrado.

À FAPEAM, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio e a coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Capes (CAPES) por todo o auxílio no mestrado.

Ao professor Dr. Octávio Rodriguez, pela excelente orientação, dedicação, atenção e perseverança, obrigada.

Aos professores do MNPEF polo 04 IFAM/UFAM, pela oportunidade e confiança a mim depositada.

A minha mãe Ângela Carvalho, por sempre me apoiar seguindo o caminho dos estudos, nos momentos de cansaço, pela força, apoio e por vibrar a cada conquista. Ao meu padrasto João Bosco por me ajudar em situações diversas quando necessário.

Ao Jamilton Boaes, por me dar força, compreensão, carinho e amor.

Aos amigos que conquistei durante o tempo de curso Bruno, Estanis, Paulo Roberto, Paulo, Silvia e Tamiles pelas trocas de informações, conhecimentos, risos e companheirismo.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que essa importante etapa da minha vida fosse concluída, com dedicação e muita aprendizagem.

RESUMO

CONTEXTUALIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO ATRAVÉS DE OFICINAS PEDAGÓGICAS

PRISCILA TIBÚRCIO DE CARVALHO

Orientador:

Octávio D. Rodriguez Salmon

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa Nacional de Pós-Graduação de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação foi desenvolvida com o objetivo de contextualizar o tema quantidade de movimento através de oficinas pedagógicas (com o uso de atividades experimentais), elaborando e propondo uma sequência de atividades práticas que possibilite a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem. A estratégia didática utilizada visa a coleta de dados através de questionários, atividades experimentais e a interação dos alunos com o professor que auxilia na construção do conhecimento. As práticas realizadas durante a oficina pedagógica apresentam uma abordagem qualitativa tendo como fundamento a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel que permite observar o modo de pensar dos alunos e uma abordagem quantitativa utilizando dados numéricos confiando em índices objetivos para a formação e construção do conhecimento.

Palavras-chave: Oficinas Pedagógicas, Quantidade de Movimento, Ensino de Física.

Manaus- AM

2021

ABSTRACT

CONTEXTUALIZATION OF THE QUANTITY OF MOVEMENT THROUGH PEDAGOGICAL WORKSHOPS

This dissertation was developed with the objective of contextualizing the theme of movement through pedagogical workshops (using experimental activities), elaborating and proposing a sequence of practical activities that enable the student's active participation in the teaching and learning process. The didactic strategy used aims to collect data through questionnaires, experimental activities and the interaction of students with the teacher who helps in the construction of knowledge. The practices carried out during the pedagogical workshop have a qualitative approach based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning that allows observing the students' way of thinking and a quantitative approach using numerical data, relying on objective indices for the formation and construction of knowledge.

Keywords: Pedagogical Workshops, Amount of Movement, Physics Teaching.

Manaus- AM

2021

Sumário

1. INTRODUÇÃO	18
2. OFICINAS PEDAGÓGICAS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	20
2.1 Oficinas Pedagógicas.....	20
2.2 Teoria de Aprendizagem Significativa	22
3. FUNDAMENTO TEÓRICO DE QUANTIDADE DE MOVIMENTO.....	27
4. JUSTIFICATIVA.....	44
5. QUESTÕES DE PESQUISA E PERCURSO METODOLÓGICO.....	46
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
9. APÊNDICES -Produto Educacional	89
Apêndice A – Pré-Teste e Pós-Teste	89
Apêndice B - Questionário para Avaliação da Proposta	92
Apêndice C – Roteiro de Atividades	94
Apêndice D - Guia dos Experimentos	107

1. INTRODUÇÃO

A condição mais relevante para o professor no processo de ensino aprendizagem é o modo de dinamizar a assimilação dos conteúdos ministrados aos alunos. O professor deve planejar e refletir sobre quais metodologias aplicar na sala de aula, adotando uma estratégia, no sentido de organizar, estudar e propor as melhores ferramentas facilitadoras para que os estudantes se apropriem do conhecimento e assim tenha uma aprendizagem significativa. (ANASTASIOU e ALVES, 2004).

Quaisquer estratégias de ensino utilizadas na forma correta seguida por um objetivo especificada pode ser utilizada em sala de aula, pois as estratégias de ensino agregam valores no processo de ensino e aprendizagem estando ligadas ao objetivo proposto (RODRIGUES 2007), portanto, todas as estratégias de ensino tem a capacidade de dinamizar e facilitar a aprendizagem dos alunos e tornar o conhecimento mais significativo.

A estratégia de ensino que será utilizada neste trabalho é a Oficina Pedagógica (O.P.). De acordo com VIERA e VOLQUIND 2002, a oficina é caracterizada como um sistema de ensino-aprendizagem que adquire novas possibilidades quanto à troca de relações, funções, papéis entre educadores e educandos. A O.P. é capaz de dinamizar a aprendizagem dos alunos, pois abre novas possibilidades de articular e integrar saberes. Para o MOITA e ANDRADE 2006, as O.P. são situações de ensino-aprendizagem por sua natureza abertas e dinâmicas essenciais para a escola pública- instituição que acolhe indivíduos populares, cuja cultura é preciso ser valorizada para que seja complementada entre os saberes populares e científicos ensinados na escola.

Nos dias de hoje, a O.P. tem a finalidade de facilitar a ação, participação e atividade do aluno no processo de produção de trocas de informações, fatos sociais e principalmente na construção do conhecimento. A aprendizagem por oficinas é uma metodologia que atribui aos seus participantes, ou seja, ao professor e aos alunos a competência e responsabilidade em propor situações e desenvolver ações para aderir conhecimentos. Além disso, conforme NASCIMENTO *et al*, 2007, alega que as práticas educativas desenvolvidas através de O.P. são formas de projetar a educação na interação do professor e os alunos estabelecendo um ambiente propício a aprendizagem. Este ambiente produz a interação de todos os envolvidos favorecendo o desenvolvimento da autonomia

do aluno e construção do saber por meio de buscas significativas para a compreensão e resolução de uma situação-problema.

O presente trabalho consiste em contextualizar a quantidade de movimento através de oficinas pedagógicas com o uso de atividades experimentais sendo complementados por situações e problematização no cotidiano dos alunos, questionários e roteiros de atividades. A experimentação será desenvolvida por material de baixo custo e fácil aquisição para o ensino de quantidade de movimento no ensino médio contribuindo para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de forma prática e didática.

A relevância deste estudo se dá as atividades experimentais principalmente no ensino médio, pois ainda são muitas vezes realizadas de forma não problematizada. Os alunos não tem a oportunidade de realizar investigações e de argumentar acerca dos conteúdos fenômenos estudados. Por conta disso, os alunos não aprendem significativamente e passam a construir conhecimentos inadequados sobre o estudo envolvido (VIEIRA, 2002). A aprendizagem é significativa para o aluno quando uma nova informação é compreendida através de significados relevantes preexistente no indivíduo como ideias, conceitos já existentes em sua estrutura de conhecimentos.

2. OFICINAS PEDAGÓGICAS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Este capítulo traz uma revisão da literatura para o desenvolvimento da pesquisa. Para a fundamentação apresenta um estudo das oficinas pedagógicas uma estratégia didática construtivista de grande importância como recurso pedagógico, aliada a Teoria de Aprendizagem com uma nova abordagem para o ensino de Física.

2.1 Oficinas Pedagógicas

A palavra oficina vem do latim *officina* que significa no sentido figurado escola conforme FARIA, 1988. Antigamente uma oficina era conhecida como um local de aprendizagem. O termo oficina tem a ideia de espaços coletivos de atividades práticas e produção do conhecimento. Este termo se refere ao conceito de educação permanente e continuada, se expandindo como estratégia pedagógica indispensável ao mundo globalizado e em constante transformação.

De acordo com NACIMENTO et al, 2007

As oficinas são espaços que apresentam novas descobertas e caminhos, que consiste num processo na construção de todos os atores envolvidos, tornando o espaço apropriado para a comunicação, para a contextualização, para o estabelecimento de vínculos, de reflexão, de mudanças, de construção coletiva de um saber (Nascimento *et al*, 2007, p 89).

Segundo CARDOSO, COSTA, et al O.P. pode ser descrita como um espaço de construção coletiva e criativa do conhecimento, de análise crítica da realidade, de trocas de experiências. Além disso, são atividades que apresentam um caráter lúdico e pedagógico, visando desenvolver competências relacionadas aos temas abordados ligados ao processo de ensino-aprendizagem através da experimentação com o objetivo de trabalhar o conhecimento aprofundado sob a orientação de um professor.

Este tipo de estratégia tem uma enorme competência pedagógica para trabalhar determinados conteúdos no ensino de Física se usada com sabedoria, pois proporciona conhecimentos mais completos valorizando a construção do conhecimento na forma participativa e questionadora fornecendo situações do cotidiano do aluno NACIMENTO et al, 2007. Para CANDAU e SACAVINO, 2000, a O.P. é constituída pela produção de

conhecimentos a partir da realidade concreta, para serem transferidas a essa realidade a fim de transformá-la. Ainda mais, é possível fazer descobertas e propor novos caminhos contestando valores contrários aos princípios de cada sujeito. E assim, as mudanças começam a acontecer, pois os alunos estão envolvidos não apenas na aplicação das atividades práticas e sim na construção do conhecimento.

As oficinas pedagógicas proporcionam uma estimulação do saber ao criar e recriar situações, materiais, ferramentas e conhecimentos baseando-se na relação do sujeito com o objeto de estudo em questão. Para ANASTASIOU e ALVES, 2004:

A oficina pedagógica é definida como uma estratégia do fazer pedagógico onde o espaço de construção e reconstrução do conhecimento são as principais ênfases. É lugar de pensar, descobrir, reinventar, criar e recriar, favorecido pela forma horizontal na qual a relação humana se dá. Pode ser aplicados na forma de músicas, textos, observações diretas, vídeos, pesquisas de campo, experiências práticas, enfim vivenciar ideias, sentimentos, experiências, num movimento de reconstrução individual e coletiva (Anastasiou e Alves, 2004, p. 95).

Ainda para CANDAU e ZENAIDE, 2000, a O.P. desenvolve uma experiência de ensino-aprendizagem em que os professores e os alunos constroem juntos o conhecimento para a vivência, a reflexão e a contextualização. E ainda afirmam que para a evolução da oficina em geral, é necessário apresentar os seguintes momentos básicos:

- a) Aproximação da realidade/Sensibilização;
- b) Aprofundamento/Reflexão;
- c) Construção Coletiva;
- d) Conclusão/Compromisso.

Para cada momento é importante prever uma dinâmica adequada para cada situação específica, destacando sempre a experiência de vida dos alunos envolvidos no processo educativo. A organização da oficina deve iniciar sempre a partir dos conhecimentos prévios dos alunos e a partir daí construir, desconstruir e reconstruir os saberes seguidos da realidade viabilizando melhores oportunidades para a construção do conhecimento. De

acordo com (VASCONCELOS, 2000, p. 55) a construção do conhecimento não é transferida ou depositada (na concepção tradicional) pelo outro, nem é inventado pelo sujeito (concepção espontânea), mas sim construído pelo sujeito na sua relação com os outros e com o mundo.

O PAVIANI e FONTANA, 2009 afirmam, que para a aplicação da O.P. na escola é necessário planejar a atividade ou tarefa com antecedência ao ser realizada com o objetivo bem definido, embora possua característica mutável. Deve-se evidenciar que este tipo de atividade possui como foco uma ação consciente, sendo que sua principal ferramenta é a atividade prática.

Para CANDAU e ZENAIDE, 2000 a O.P. é favorável tanto para a formação contínua do professor quanto para a construção criativa e coletiva do conhecimento por professores e alunos constituindo-se num processo criativo de apropriação e transformação a realidade. Nesse contexto, as contribuições da oficina pedagógica no processo de ensino-aprendizagem resultam em:

- a) O aluno como aquele que constrói os significados;
- b) O professor como mediador entre o conteúdo e o saber do aluno;
- c) A necessidade de problematizar e contextualizar os conteúdos.

No entanto, a utilização da O.P. pode ser vista como uma nova modalidade de ação e produção que permite a criação real das situações-problemas que envolvem os conteúdos abordados, estimulando o processo de qualificação de ensino, uma vez que possibilita realizar mudanças, adotando metodologias que enfatizam procedimentos experimentais, selecionando e organizando conteúdos de acordo com os critérios de funcionalidade e interesse dos alunos. E nessa atual conjuntura, se torna evidente que os professores têm a necessidade procurar diversas práticas para a ação pedagógica.

2.2 Teoria de Aprendizagem Significativa

A finalidade deste tópico é apresentar um estudo sobre a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, pois trata do conhecimento já existente do aluno e sua relação com o novo conhecimento que está sendo construído. Ausubel foi professor Emérito da Universidade de Columbia em Nova Iorque, foi médico psiquiatra por certo período, mas dedicou sua carreira acadêmica em psicologia educacional. A teoria de

Ausubel tem como foco principal na aprendizagem cognitiva. A aprendizagem cognitiva resulta do armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva, ou seja, ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. A estrutura cognitiva pode ser entendida como conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos ou conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização. Para Ausubel, o que mais influencia na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar e ensinar de acordo) e as novas ideias podem ser aprendidas ou retidas, na medida em que os conceitos relevantes e inclusos estejam claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e que funcionem como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos.

Ausubel afirma que o conhecimento que o aluno possui é conhecido como conhecimento prévio e estes são indispensáveis na radiografia dos alunos e conforme COLL, 2009 os conhecimentos já existentes nos alunos sobre determinado conteúdo que será aprendido, podendo estar relacionados (ou vir a se relacionar) diretamente ou indiretamente com ele. Uma aprendizagem é mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer.

No entanto, há situações de aprendizagem onde o material educativo não é potencialmente significativo, ou seja, o aluno não possui os conhecimentos prévios necessários ou não percebe a relação entre a nova informação e o seu subsunçor. O termo subsunçor se refere ao conhecimento prévio do aluno especificamente relevante para que os materiais de aprendizagem ou os novos conhecimentos adquiridos sejam potencialmente significativos. Neste caso a teoria ausubeliana propõe a utilização de organizadores prévios. Tais organizadores “destinam-se a fazer uma ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo” (MOREIRA, 2008, p. 39).

Os subsunçores são formados no primeiro contato dos alunos com o assunto, através das exposições verbais do professor. O lúdico, ao ser utilizado como ferramenta de ensino, proporciona ao discente um saber não arbitrário e não literal e, por ser prazeroso e significativo. Segundo Moreira (1999),

Para Ausubel, Aprendizagem Significativa (A.S.) é um processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um

aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, este processo envolve a interação da nova formação com uma estrutura de conhecimento específica, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A A.S. ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 1999, p. 62).

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação adquire significados para o aluno através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. Para (AUSUBEL, 1963, p. 58), a A.S. é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

Para COLL, 2009, a aprendizagem de um conteúdo novo é produto de uma atividade mental construtivista que o aluno realiza, construindo e incorporando à sua estrutura cognitiva os significados e representações relativos ao novo conteúdo. Uma atividade mental construtivista não pode ser aplicada partindo do nada, a possibilidade de aprender para ser necessária pela possibilidade de se relacionar, de contatar com o novo conhecimento. Ainda para AUSUBEL o armazenamento de informação no cérebro como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos.

A aprendizagem significativa subordinada é a maneira mais específica de aprender, sendo que o novo conhecimento adquire significado na relação interativa com algum conhecimento prévio, conceitos e proposições potencialmente significativos e estes ficam subordinados sob ideias mais gerais e inclusivas. Se a nova informação apenas corrobora ou deriva de algum conhecimento prévio é conhecida como aprendizagem subordinada derivativa. Quando a nova informação é uma extensão, elaboração ou modificação de conceitos já aprendidos significativamente é conhecida como aprendizagem subordinada

correlativa. Outra forma é a aprendizagem significativa superordenada, na qual um novo conhecimento mais abrangente passa a subordinar os conhecimentos prévios. Ainda tem outra forma de aprendizagem significativa combinatória, nesse tipo de aprendizagem, os conceitos e proposições já estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz não são subordinadas nem superordenadas. (AUSUBEL, 2000, MOREIRA, 2011).

Isso implica nos materiais de aprendizagem como livros, recursos instrucionais, aulas e etc, que tenham significado lógico, precisam se relacionar de maneira não-arbitrária a uma estrutura cognitiva relevante e conhecimentos prévios para fazer essa relação. Outra condição é de que o aluno precisa apresentar uma disposição para aprender significativamente. Essa é um pouco mais difícil de ser satisfeita, pois requer que o aluno queira relacionar os novos conhecimentos de forma não-arbitrária a seus conhecimentos prévios. Não se trata de motivação e de afinidade com a matéria, o aluno deve se predispor a relacionar os conhecimentos dando significados a eles. Independente de quanto a aprendizagem possa ter significado para ele, se ele não tiver disposição para aprender significativamente, o processo de aprendizagem será memorístico resultando em uma aprendizagem mecânica. Da mesma forma, independentemente de quão disposto o aluno estiver para aprender a nova informação e esta por sua vez não for potencialmente significativa, não ocorre uma A.S. (AUSUBEL, 2000 MOREIRA 2011).

A estrutura cognitiva é considerada como uma estrutura de subsunções inter-relacionados e hierarquicamente organizados, ou seja, é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais que ocorrem na A.S., a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é visada como um princípio programático do conteúdo ensinado, no qual as ideias, conceitos e proposições mais gerais do conteúdo devem ser apresentados logo no início do processo e progressivamente diferenciados em sua especificidade e seus detalhes (MOREIRA, 2011). Ausubel propõe a diferenciação progressiva baseada na hipótese de que é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de algo mais geral e inclusivo aprendido previamente do que o contrário, além disso, a organização do conteúdo de um corpo de conhecimento na mente de uma pessoa é uma estrutura hierárquica na qual as ideias gerais estão no topo e progressivamente se diferenciam. E por esta razão é mais comum preparar a apresentação do conteúdo de maneira análoga a essa hierarquização, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Já a reconciliação integradora explora as relações entre os conceitos, percebendo semelhanças e diferenças entre eles. Acontece

quando o estabelecimento das relações entre os conceitos específicos assimilados pelos alunos vai integrando novas informações que permitem a ampliação e evolução desses conceitos em níveis de formulação mais geral (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN,1980). Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas ocorrem com intensidades diferentes.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO DE QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Leis de Newton

De acordo com ALONSO e FINN, 2014, as leis de Newton estabelecem limites para o movimento dos corpos. A fim de poder entender seus enunciados, é necessário entender conceitos fundamentais de cinemática, tais como posição, velocidade e aceleração.

Posição de um corpo pontual

A posição de um corpo pontual é localizada por um vetor cuja origem é a origem de um sistema de coordenadas escolhido como referencial. Em um sistema de coordenadas cartesiano tridimensional o vetor posição pode ser denotado tal como:

$$\vec{r} = (x, y, z) \quad (1)$$

Velocidade de um corpo

A velocidade é a taxa de variação temporal da posição de um corpo. Matematicamente é expressa, tal como:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (2)$$

Aceleração de um corpo

A aceleração é a taxa de variação temporal da velocidade, portanto, ela é a derivada temporal da velocidade:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (3)$$

Primeira Lei de Newton

A quantidade de movimento (Q.M.) é um parâmetro fundamental no estudo da dinâmica dos corpos. Define-se, para uma partícula pontual, como o produto da massa pela velocidade do corpo. Portanto, a Q.M. é um vetor dado por:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (4)$$

A primeira lei de Newton originalmente foi enunciada da seguinte forma:

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele.”

De acordo com ROVELI, 2015, esta lei rebate a ideia aristotélica de que um corpo só pode manter seu movimento enquanto esteja sujeito a uma força. Porém, este enunciado só é válido quando o corpo é analisado em um referencial inercial, o qual define-se como um sistema que está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Isto pode ser comprovado empiricamente. No entanto, o enunciado é incompleto, já que não considera a massa do corpo, a qual pode mudar. Utilizando o conceito de quantidade de movimento podemos completar o enunciado da primeira lei considerando a massa do corpo, assim:

"Em um referencial inercial, o vetor quantidade de movimento de um corpo se mantém constante se a força resultante sobre este é zero".

Portanto, se a força resultante é zero, a derivada temporal do vetor Q.M. tem de ser zero, uma vez que este é constante:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{0} \quad (5)$$

Se a massa é constante, então:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{v} = const \quad (6)$$

Segunda Lei de Newton

Originalmente foi enunciada da seguinte forma:

"A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção de linha reta na qual aquela força é aplicada."

Matematicamente este enunciado pode ser formulado de maneira mais completa utilizando o conceito de quantidade de movimento, tal que:

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (7)$$

Significa que a força resultante sobre um corpo é igual a derivada temporal do vetor quantidade de movimento. Note que a mudança temporal da Q.M. só acontece na direção da força, tal como diz o enunciado original. Se a massa do corpo é constante, temos:

$$\vec{F}_R = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad (8)$$

A força resultante é igual a massa pela aceleração. Podemos ver que se a aceleração é zero, confirma-se a primeira lei, já que a Q.M. será constante, uma vez que isto implica que a força resultante é zero. Cabe salientar que esta lei é válida só em um referencial inercial. Quando o referencial não é inercial a segunda lei pode ser corrigida utilizando o conceito de força fictícia.

Segunda Lei de Newton em um referencial não inercial

Vamos supor, por simplicidade, o movimento de uma partícula de massa m restrito a duas dimensões. A partícula vai ser localizada por dois sistemas de referência, tal como pode ser observado na Figura 2.3.1. O sistema de coordenadas xy é inercial, e vamos chamá-lo sistema S . O sistema $x'y'$, chamado sistema S' , acelera em relação ao sistema S mantendo os eixos paralelos a este. Note que \vec{r} é o vetor posição da partícula relativa ao sistema S , enquanto \vec{r}' é o vetor posição relativo ao sistema S' . A posição relativa entre os sistemas S' e S é dada pelo vetor \vec{R} .

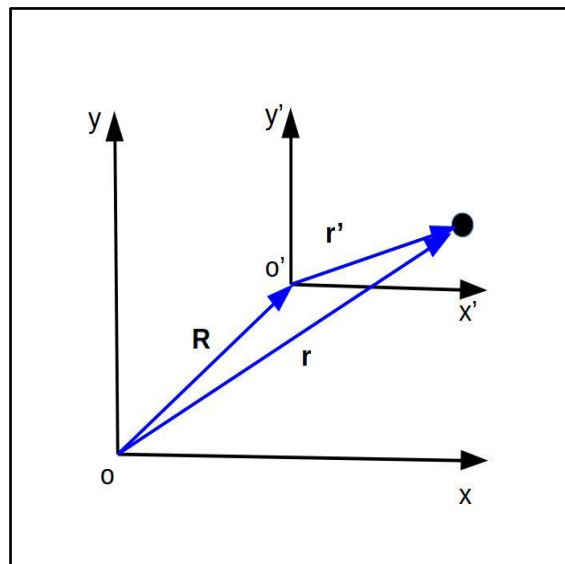


Figura 3-1 Movimento de uma partícula de massa m em duas dimensões. Fonte: Feito pela própria autora

A partir da Figura 3.1 é possível deduzir a seguinte relação vetorial:

$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{R} \quad (9)$$

Derivando duas vezes em relação ao tempo ambos os lados da equação (9), temos a seguinte relação entre as acelerações relativas ao sistema S' e S:

$$\vec{a}' = \vec{a} - \vec{A} \quad (10)$$

Note que \vec{A} é a aceleração do sistema S' relativa ao sistema inercial S. Vamos multiplicar ambos os lados da equação pela massa da partícula:

$$m\vec{a}' = m\vec{a} - m\vec{A} \quad (11)$$

Devido a que o sistema S é inercial, podemos substituir (devido a segunda lei de Newton) ma pela força resultante sobre a partícula. Então:

$$m\vec{a}' = \vec{F}_R - m\vec{A} \quad (12)$$

Desta maneira temos corrigido a Segunda Lei de Newton quando a partícula analisada em um sistema não inercial. Por tanto, nesse caso, a massa pela aceleração do sistema é igual a força resultante mais uma força fictícia que é igual menos a massa pela aceleração do sistema não inercial relativa ao sistema inercial.

Terceira Lei de Newton

A terceira lei diz o seguinte:

"A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos"

Isto significa que se um corpo 1 aplica uma força \vec{F}_{12} sobre um corpo 2, o corpo 2 reage aplicando uma força \vec{F}_{21} , tal que $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$.

Energia Cinética

O conceito de energia cinética é derivado a partir de obtenção do trabalho da força resultante \vec{F}_R sobre um corpo. Vamos calcular o trabalho de \vec{F}_R ao longo de uma trajetória entre dois pontos na posição A e B, utilizando a segunda lei de Newton:

$$W_{A \rightarrow B}^{F_R} = \int_A^B \vec{F}_R \cdot d\vec{r} = m \int_A^B \left(\frac{d\vec{v}}{dt}\right) \cdot d\vec{r} = m \int_A^B d\vec{v} \cdot \left(\frac{d\vec{r}}{dt}\right) = m \int_A^B d\vec{v} \cdot \vec{v}, \quad (13)$$

logo temos que:

$$W_{A-B}^{F_R} = m \int_A^B d\vec{v} \cdot \vec{v} = m \int_A^B \frac{1}{2} dv^2 = \frac{1}{2} mv_B^2 - \frac{1}{2} mv_A^2. \quad (14)$$

Podemos ver que o trabalho da força resultante entre dois pontos A e B, só depende de uma quantidade que é função da velocidade em A e B. Essa quantidade é definida como energia cinética. Matematicamente, a energia cinética é dada então por:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 \quad (15)$$

Em consequência:

$$W_{A-B}^{F_R} = E_{c,B} - E_{c,A}, \quad (16)$$

que é chamado de teorema trabalho-energia.

Energia Potencial

O conceito de energia potencial deriva-se do trabalho de uma força conservativa. Uma força conservativa é aquela que pode ser expressa como menos o gradiente de uma função escalar $U(r)$, da seguinte forma:

$$\vec{F}_c = -\nabla U(\vec{r}). \quad (17)$$

A função escalar U é exclusivamente função da posição e é denominada energia potencial associada à força conservativa F_c . Por conseguinte, o trabalho de uma força conservativa não depende da trajetória, mas dos pontos extremos desta curva:

$$W_{A-B}^{F_c} = - \int_A^B (\nabla U) \cdot d\vec{r} = -(U(\vec{r}_B) - U(\vec{r}_A)) \quad (18)$$

Então, o trabalho de uma força conservativa é igual a menos a variação da sua energia potencial. A força peso é um exemplo de força conservativa, a qual pode ser obtida aplicando o gradiente da energia potencial gravitacional:

$$\vec{F}_{peso} = m\vec{g} = -mg\hat{y} = -\frac{d}{dy}(mgy)\hat{y}. \quad (19)$$

Portanto, a energia potencial gravitacional é dada por:

$$U_{pg} = mgy, \quad (20)$$

onde y é a altura do corpo relativa a um nível de referência.

Se um corpo é submetido a uma força conservativa e a uma não conservativa, a força resultante é:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_c + \vec{F}_{nc}. \quad (21)$$

Ao aplicar uma integral de trajetória a ambos os lados da equação acima, temos que o trabalho da força resultante pode então ser expressa pela soma dos trabalhos de \vec{F}_c e \vec{F}_{nc} :

$$W_{A-B}^{F_R} = W_{A-B}^{F_c} + W_{A-B}^{F_{nc}} \quad (22)$$

Aplicando o conceito de energia potencial e o teorema trabalho-energia temos:

$$E_{c,B} - E_{c,A} = -(U_B - U_A) + W_{A-B}^{F_{nc}} \quad (23)$$

Se os pontos A e B estão à mesma altura, a variação da energia potencial é zero. Além disso, se a força não conservativa é zero, ou não realiza trabalho, podemos considerar que a energia cinética se conserva:

$$E_{c,B} = E_{c,A} \quad (24)$$

Sistema de Partículas

Visando aplicar a segunda lei de Newton para mais de uma partícula, vamos definir a posição do centro de massa \vec{R}_{cm} de um sistema de N partículas pontuais:

$$\vec{R}_{cm} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i, \quad (25)$$

Sendo M a massa total do sistema. Derivando a equação (25) em relação ao tempo, obtemos a velocidade do centro de massa:

$$\frac{d\vec{R}_{cm}}{dt} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N m_i \frac{d\vec{r}_i}{dt} \Rightarrow \vec{V}_{cm} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i \quad (26)$$

Desta maneira mostramos que a Q.M. do centro de massa é igual a Q.M. total do sistema:

$$\vec{P}_{cm} = M\vec{V}_{cm} = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i = \sum_i \vec{p}_i = \vec{P}_{total} \quad (27)$$

O centro de massa atua como uma quase partícula de massa M , que substitui ao sistema. Portanto, podemos obter a segunda lei de Newton do sistema ao aplicar a derivada temporal da Q.M. do centro de massa, e ao aplicar a segunda lei de Newton para cada partícula individual:

$$\frac{d\vec{P}_{cm}}{dt} = M \frac{d\vec{V}_{cm}}{dt} = \sum_{i=1}^N \frac{d\vec{p}_i}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_{i,R} \quad (28)$$

Podemos ver que a derivada da Q.M. do centro de massa é igual a soma das forças resultantes sobre cada partícula do sistema. Porém, a força resultante sobre cada partícula i , é igual a força de interação com cada uma das outras $N - 1$ partículas, mais uma força externa aplicada a partícula i :

$$\vec{F}_{i,R} = \sum_{j \neq i} \vec{F}_{ji} + \vec{F}_i^{ext} \quad (29)$$

Portanto, ao aplicar a soma sobre todas as partículas, e considerando a terceira lei de Newton, a qual zera a soma de cada par \vec{F}_{ij} e \vec{F}_{ji} , temos que:

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_{i,R} = \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i} \vec{F}_{ji} + \sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{ext} = 0 + \sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{ext} = \vec{F}_R^{ext}. \quad (30)$$

Assim, a soma das forças resultantes sobre cada partícula é igual a força total externa sobre o sistema. Em consequência, a segunda lei de Newton para um sistema é dada pela seguinte expressão:

$$\frac{d\vec{P}_{cm}}{dt} = M\vec{a}_{cm} = \vec{F}_R^{ext} \quad (31)$$

Isto significa que só a resultante das forças externas ao sistema pode acelerar o centro de massa, ou mudar a Q.M. total. Se a força resultante externa ao sistema é zero, a Q.M. total (ou a do centro de massa) permanece constante, uma vez que sua derivada temporal é zero. Ao permanecer constante a Q.M. total, a velocidade do centro de massa

também. Neste caso, se inicialmente o sistema está em repouso, a velocidade do centro de massa será zero ao longo do tempo e a posição do centro de massa será fixa, já que:

$$\text{se } \frac{d\vec{V}_{cm}}{dt} = \vec{0}, \Rightarrow \frac{d\vec{R}_{cm}}{dt} = \vec{V}_{cm} = \overline{\text{constante}}, \quad (32)$$

então, se $\vec{V}_{cm} = \vec{0}$, temos que \vec{R}_{cm} é constante.

Teorema Trabalho-Energia para um sistema de partículas

No caso de um sistema de partículas, pode ser mostrado que:

$$\Delta E_{c,total} = W^{ext} + W^{inter}, \quad (33)$$

a variação da energia cinética total é igual ao trabalho das forças externas, mais o trabalho das forças internas. Se as forças externas não realizam trabalho, a variação da energia cinética total é igual ao trabalho das forças interiores ao sistema:

$$\Delta E_{c,total} = W^{inter}. \quad (34)$$

Colisão de duas partículas isoladas

Se duas partículas são isoladas, ou a força resultante externa é zero, a Q.M. total é constante, tal como já foi mostrado. No caso em que exista interação entre elas, a força total de interação é zero pela terceira lei de Newton, no qual não afeta a Q.M. total. Vamos ver o exemplo de duas partículas pontuais de massas m_1 e m_2 que estão sobre uma superfície horizontal sem atrito (ver Figura 2.3.2).

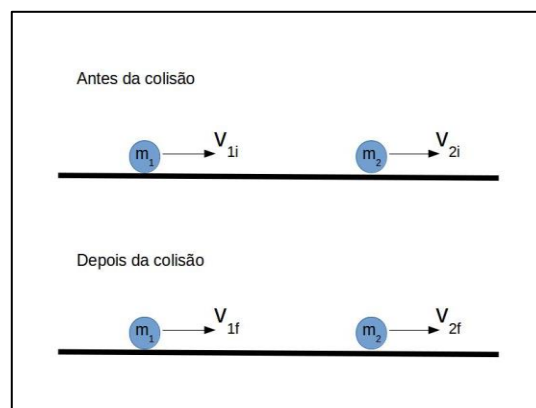


Figura 3-2- Duas partículas pontuais de massas m_1 e m_2 sobre uma superfície horizontal.
Fonte: Feito pela própria autora

No início estão afastadas, mas, devido a velocidade inicial V_{1i} da primeira ser maior, as partículas vão sofrer uma colisão. Esta colisão é uma interação que geralmente tem uma duração curta no tempo. Depois da colisão as velocidades finais podem ser obtidas considerando que a quantidade de movimento total é constante. Devido a superfície ser horizontal, a energia potencial gravitacional não muda ao longo do percurso das partículas, e tal como vimos anteriormente, não tendo forças não conservativas realizando trabalho, a energia cinética total é dada por:

$$E_{c,f}^{total} - E_{c,i}^{total} = W^{inter} \quad (35)$$

O trabalho das forças internas só pode acontecer durante a colisão. Se força de interação durante a colisão é do tipo elástico o trabalho interno é zero. Por exemplo, seja $F = -kx_{12}$, a força elástica entre as duas partículas, onde k é a constante elástica e x_{12} a distância relativa entre a partícula 1 e 2. Se esta força for diferente de zero para uma distância curta $x_{12} \text{ máx}$, entre as partículas, o trabalho interno é zero, já que:

$$W^{inter} = \int_{x_{12,max}}^0 -kx_{12}dx_{12} + \int_0^{x_{12,max}} -kx_{12}dx_{12} = 0, \quad (36)$$

sendo que a primeira integral é o trabalho realizado quando as partículas são aproximadas, e a segunda integral é o trabalho de afastamento. Ao ser opostas, as integrais somam zero, portanto, o trabalho interno é zero depois da colisão. Por conseguinte, a energia cinética total se conserva quando a colisão é devido a uma força elástica. Se o trabalho interno é diferente de zero, não haverá conservação da energia cinética total e a colisão será inelástica.

Colisão elástica

Se a colisão for elástica, temos o seguinte sistema de equações, cujas variáveis são as velocidades finais, sendo as velocidades iniciais e as massas os dados do problema:

$$m_1v_{1f} + m_2v_{2f} = m_1v_{1i} + m_2v_{2i}, \quad (37)$$

$$\frac{1}{2}m_1v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2f}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2i}^2, \quad (38)$$

o qual conduz a seguinte solução:

$$v_{1f} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{1i} + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{2i} \quad (39)$$

$$v_{2f} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)v_{1i} - \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{2i} \quad (40)$$

Vamos analisar casos particulares importantes. Por exemplo, se as massas são iguais ($m_1 = m_2 = m$), temos que:

$$v_{1f} = v_{2i} \quad (41)$$

e

$$v_{2f} = v_{1i}, \quad (42)$$

o que significa que as velocidades são intercadas. Neste caso, se inicialmente a partícula 2 está em repouso $V_{2i} = 0$, partícula 1 perde a velocidade $V_{1f} = 0$ e a partícula 2 assume a velocidade inicial da partícula 1 (ver na Figura 2.3.3).

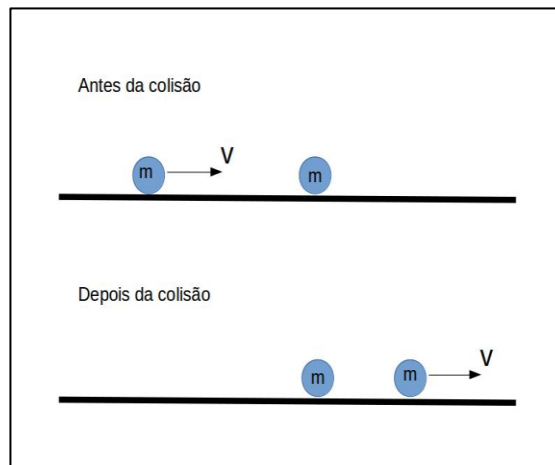


Figura 3-3- Duas partículas pontuais de massas m_1 e $m_2=m$ iguais sobre uma superfície horizontal. Fonte: Feito pela própria autora

Outro caso importante é quanto a massa da partícula incidente 1 tem massa menor que a partícula alvo que está inicialmente em repouso. Ou seja, se $m_1 < m_2$, e $V_{2i} = 0$, vemos que:

(43)

$$v_{1f} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{1i} < 0,$$

o que significa que a partícula incidente recua, já que sua velocidade final é negativa, enquanto que a velocidade final da partícula 2 é:

(44)

$$v_{2f} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)v_{1i} > 0.$$

Note que se a massa da partícula alvo é muito grande $m_2 \gg m_1$, a velocidade final da partícula alvo é zero e a velocidade final da partícula incidente fica:

$$v_{1f} = -v_{1i} < 0. \quad (45)$$

Portanto, a partícula alvo é como se fosse uma parede. Isto pode ser observado na Figura 2.3.4.

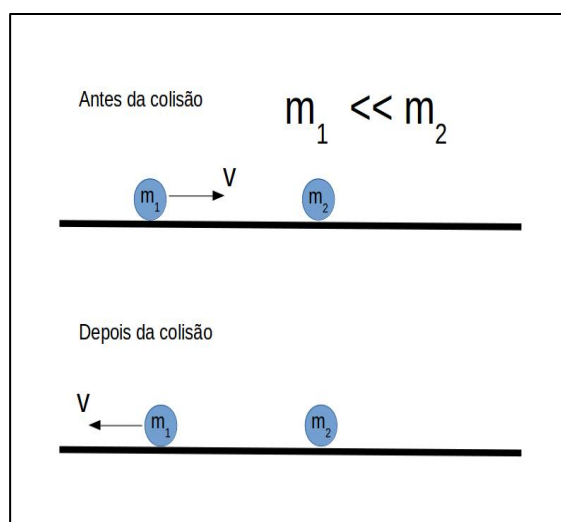


Figura 3-4 Duas partículas pontuais de massas $m_1 < m_2$ e $V_{2i} = 0$ sobre uma superfície horizontal.
Fonte: Feito pela própria autora

Visando progredir em este tipo de situações, vamos considerar o caso em que n_i bolinhas em fila com a mesma velocidade e a mesma massa m se aproximam com velocidade V_i a uma fila de n bolinhas em repouso ($n > n_i$). Estamos interessados em conhecer quantas bolinhas vão sair da fila depois de colisão, e qual será sua velocidade (ver Figura 2.3.5).

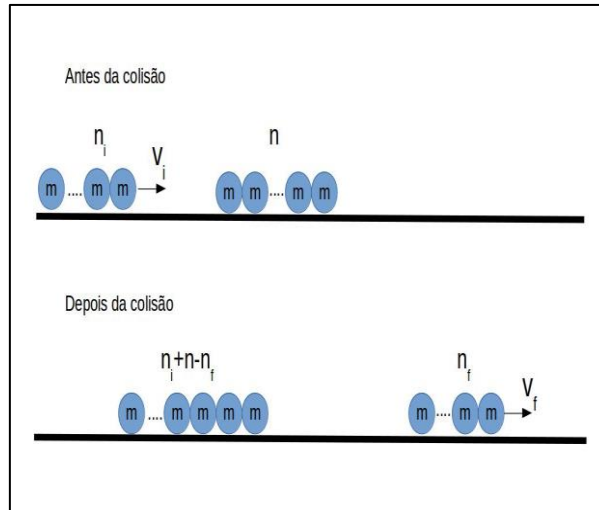


Figura 3-5 n_i bolinhas em fila com a mesma velocidade e a mesma massa m se aproximam com velocidade V_i a uma fila de n bolinhas em repouso ($n > n_i$). Fonte: Feito pela própria autora

Pela conservação da quantidade de movimento temos a seguinte relação:

$$n_i m v_i = n_f m v_f, \quad (47)$$

então:

$$\frac{v_f}{v_i} = \frac{n_i}{n_f}. \quad (48)$$

Pela conservação da energia cinética total, tem-se:

$$n_i \frac{1}{2} m v_i^2 = n_f \frac{1}{2} m v_f^2. \quad (49)$$

Portanto:

$$\frac{v_f^2}{v_i^2} = \frac{n_i}{n_f} \quad (50)$$

Logo:

$$\frac{v_f^2}{v_i^2} = \frac{v_f}{v_i} \Rightarrow \frac{v_f}{v_i} = 1. \quad (51)$$

Por conseguinte, $V_f = V_i$ e $n_f = n_i$. O número de partículas expulsadas da fila é igual ao número de partículas incidentes, assim como a velocidade. Isto pode ser observado no pêndulo de Newton, tal como é mostrada na Figura 2.3.6.

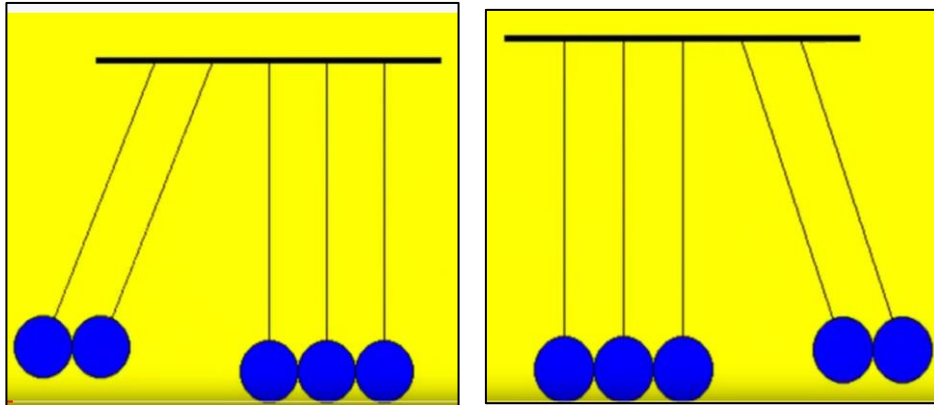


Figura 3-6- Pêndulo de Newton com 5 partículas. Duas partículas incidentes expulsam duas partículas após a colisão. Fonte: Feito pela própria autora

Sistema de massa variável (carrinho movido pelo foguete)

Outra aplicação da conservação da quantidade de movimento pode ser vista em um carrinho que é puxado por um foguete (ver Figura 2.3.7).

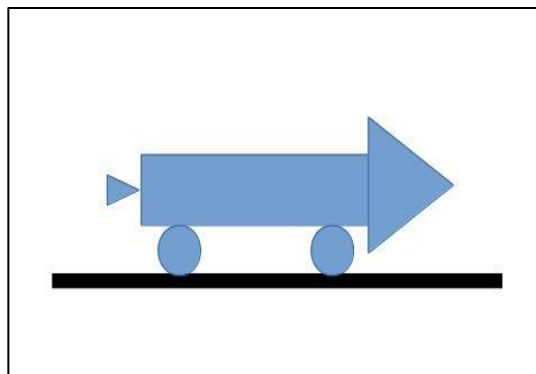


Figura 3-7- Carrinho puxado por um foguete Fonte: Feito pela própria autora

Vamos supor que inicialmente a massa m do sistema é igual a massa fixa M , mais a massa m' inicial do combustível. Após um tempo infinitesimal, o sistema perde um diferencial de massa dm pela combustão, mas ganha uma velocidade dv . O gás é expulso do carrinho-foguete com uma velocidade constante $-u$ relativa ao carrinho. Cabe salientar que a velocidade do foguete é medida em relação à Terra. Esse resultado só pode ser utilizado se a massa total se mantém fixa. Então, vamos expressar esta conservação entre um tempo t e um tempo $t + dt$:

$$mv = (m - dm)(v + dv) + (v - u)dm, \quad (52)$$

onde $(v - u)$ é a velocidade do gás expulso relativa a terra. Integrando esta equação temos a velocidade do carrinho para todo tempo:

$$v(t) = v(0) + u \ln\left(\frac{m(0)}{m(t)}\right). \quad (53)$$

Depois de um tempo suficientemente longo o combustível será totalmente expulso, e a velocidade do carrinho será constante, igual a:

$$v_{final} = v(0) + u \ln\left(\frac{M+m'}{M}\right). \quad (54)$$

Colisões Bidimensionais Elásticas

Em uma colisão de duas esferas não frontais, a direção do movimento desses corpos é diferente no processo inicial e final após a colisão. Na Figura 2.3.8, apresenta uma colisão elástica não frontal de duas esferas de mesma massa $m_1 = m_2$. A esfera de massa m_1 atinge com uma velocidade v_1 a outra esfera de massa m_2 que está em repouso, aqui chamado de alvo. Para o caso em uma dimensão o parâmetro de impacto b resulta em $b = 0$, devido ter somente um eixo para se deslocar, no caso eixo horizontal. Já para a colisão em duas dimensões o parâmetro de impacto b resulta em $b \neq 0$, devido o vetor velocidade relativa de aproximação não está totalmente alinhado com o vetor que liga os centros das esferas. O parâmetro de impacto pode ser definido como a distância perpendicular entre o vetor velocidade de um determinado corpo e o centro do objeto do qual está se aproximando.

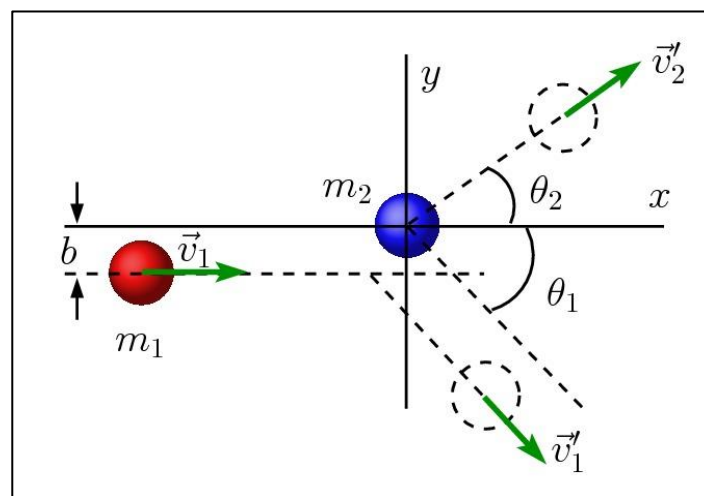


Figura 3.8- Colisão Elástica de duas esferas não frontal em um alvo em repouso.
 Fonte: <https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/colisoas/>

Considerando o sistema fechado e isolado, temos que a conservação da quantidade de movimento se mantém conservada, no caso de colisões bidimensionais, representado por:

$$\vec{P}_{1i} + \vec{P}_{2i} = \vec{P}_{1f} + \vec{P}_{2f} \quad (55)$$

E a energia cinética total do sistema é conservada:

$$E_{C1i} + E_{C2i} = E_{C1f} + E_{C2f} \quad (56)$$

Quando a esfera de massa m_1 colide no alvo em repouso, é observado que o movimento das esferas traça trajetórias formando ângulos diferentes com a horizontal que será denotado por θ_1 e θ_2 . Decompondo as componentes da quantidade de movimento na horizontal antes e depois da colisão, temos:

$$\vec{P}_{1i} = \vec{P}_{1f}\cos\theta_1 + \vec{P}_{2f}\cos\theta_2 \quad (57)$$

E as componentes da quantidade de movimento na direção vertical antes e após a colisão:

$$0 = \vec{P}_{1f}\text{sen}\theta_1 + \vec{P}_{2f}\text{sen}\theta_2 \quad (58)$$

Como se trata de uma colisão elástica a energia cinética total se conserva e pode ser rescrita como:

$$\frac{1}{2}m_1v_{1f}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2i}^2, \quad (59)$$

Elevando ao quadrado a equação (57) e (58), temos:

$$\vec{P}_{1i}^2 = \vec{P}_{1f}^2 \cos^2\theta_1 + \vec{P}_{2f}^2 \cos^2\theta_2 \quad (60)$$

$$0 = \vec{P}_{1f}^2 \text{sen}^2\theta_1 + \vec{P}_{2f}^2 \text{sen}^2\theta_2 \quad (61)$$

Tendo como resultado das equações (60) e (61):

$$\vec{P}_{1i}^2 = \vec{P}_{1f}^2 \cos^2\theta_1 + 2\vec{P}_{1f}\vec{P}_{2f} \cos\theta_1 \cos\theta_2 + \vec{P}_{2f}^2 \cos^2\theta_2 \quad (62)$$

$$0 = \vec{P}_{1f}^2 \text{sen}^2 \theta_1 - 2\vec{P}_{1f}\vec{P}_{2f} \text{sen} \theta_1 \text{sen} \theta_2 + \vec{P}_{2f}^2 \text{sen}^2 \theta_2 \quad (63)$$

Lembrando da relação trigonométrica, das seguintes equações:

$$\cos^2 \theta_1 + \text{sen}^2 \theta_1 = 1 \quad (64)$$

$$\cos^2 \theta_2 + \text{sen}^2 \theta_2 = 1 \quad (65)$$

$$\cos \theta_1 \cos \theta_2 - \text{sen} \theta_1 \text{sen} \theta_2 = \cos (\theta_1 + \theta_2) \quad (66)$$

Somando as equações (62) e (63) temos:

$$\vec{P}_{1i}^2 = \vec{P}_{1f}^2 + 2\vec{P}_{1f}\vec{P}_{2f} \cos(\theta_1 + \theta_2) + \vec{P}_{2f}^2 \quad (67)$$

Por outro lado, como a energia cinética total se conserva para colisão elástica, então:

$$\vec{P}_{1i}^2 = \vec{P}_{1f}^2 + \vec{P}_{2f}^2 \quad (68)$$

Substituindo a equação (68) na equação (67), resulta em:

$$\vec{P}_{1f}^2 + \vec{P}_{2f}^2 = \vec{P}_{1f}^2 + 2\vec{P}_{1f}\vec{P}_{2f} \cos(\theta_1 + \theta_2) + \vec{P}_{2f}^2 \quad (69)$$

Organizando a equação (67), fica da seguinte maneira:

$$0 = 2\vec{P}_{1f}\vec{P}_{2f} \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (70)$$

E assim:

$$\cos(\theta_1 + \theta_2) = 0 \quad (71)$$

Isto significa que o ângulo $(\theta_1 + \theta_2)$ deve ser um ângulo de 90° ou $\frac{\pi}{2} \text{rad}$.

Agora analisando geometricamente, na equação (57), vimos a conservação da quantidade de movimento na direção horizontal, esta equação nos fornece a soma das projeções do módulo da quantidade de movimento inicial antes da colisão, sendo descrita da seguinte forma:

$$\vec{P}_{2f} = \vec{P}_{1f} \text{sen} \theta_1 \quad (72)$$

$$\vec{P}_{1f} = \vec{P}_{2f} \text{sen} \theta_2 \quad (73)$$

Lembrando que a quantidade de movimento é descrita pela equação (4) e as massas das esferas são iguais. Pode-se verificar que substituindo a equação (4) nas equações (72) e (73), tem-se as velocidades finais após a colisão resultando:

$$v_{2f} = v_{1i} \text{sen} \theta_1 \quad (74)$$

$$v_{1f} = v_{1i} \text{sen} \theta_2 \quad (75)$$

Estes resultados das equações (74) e (75) podem ser observadas geometricamente pela Figura 2.9. É observado na Figura 2.9 (a) a colisão elástica de duas esferas não frontal, sendo que o alvo está em repouso. Em seguida é observado o momento da colisão das esferas formando um ângulo reto entre si. Na figura 2.9 (b) temos a representação geométrica resultante das velocidades formando um triângulo retângulo.

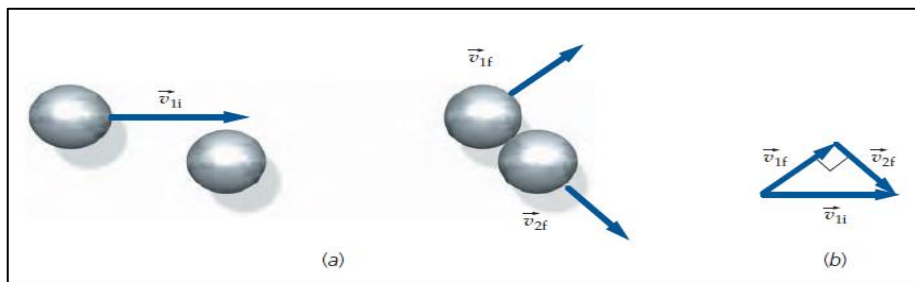


Figura 3.9- (a) Colisão Elástica de duas esferas não frontal em um alvo em repouso. Após a colisão as esferas se movem formando um ângulo reto entre si. (b) Os vetores velocidade formam um triângulo retângulo Fonte: TIPPLER,2008.

4. JUSTIFICATIVA

As atividades experimentais (A.E.) no ensino de Ciências tem grande relevância desde o século XVIII, quando os estatutos da Universidade de Coimbra já indicavam a necessidade de um estudo de Ciências (Física) por meio de um trabalho prático:

Como as Lições Teóricas nesta Ciência [Física] não podem ser bem compreendidas, sem a prática delas; deverá o professor (...) [dar] as Lições competentes na Prática no Laboratório; nas quais não fará dos seus Discípulos meros espectadores; mas sim os obrigarão a trabalhar nas mesmas Experiências, para se formarem no gosto de observarem a Natureza; e de contribuírem por si mesmos ao adiantamento, e progresso nesta Ciência. (Estatutos da Universidade de Coimbra, 1772, apud. Dias, 1998, p. 3).

De acordo com HODSON 1994, as A.E. são utilizadas como um dos principais recursos didáticos no ensino de Ciências. No ensino de Física, a experimentação enquanto metodologia de ensino aprendizagem possui um papel importante que valoriza a integração da teoria a compreensão de um fenômeno físico. Vários pesquisadores defendem as A.E. no ensino de Física como um recurso didático que auxilia na formação dos conceitos e como alternativa ao ensino tradicional (GALIAZZI, *et al*, 2001; FRANCISCO Jr, FERREIRA e HARTWIG, 2008; GUIMARÃES, 2009).

Nas últimas décadas foi percebido que a utilização das A.E. possui variedades de possibilidades e tendências com o uso desta estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas em situações para verificação de teorias e leis privilegiando aos alunos para que reflitam suas ideias em relação aos conceitos físicos abordados em sala de aula e assim atingir um bom aprendizado (VENTURA, NASCIMENTO e MOREIRA, 1992).

De acordo com DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002, as O.P. é uma ferramenta metodológica que aborda os conhecimentos de forma inter-relacionada, ou seja, contextualizando de forma que envolve os alunos em uma construção ativa do seu próprio conhecimento e reflexão. Esta ferramenta apresenta três etapas no processo ativo de construção do conhecimento: a problematização, a organização e a aplicação. Etapa 1- Problematização: Nesta etapa deve-se apresentar questões ou situações reais que

os alunos conhecem e que estejam envolvidos nos temas abordados. Esse é o momento onde os alunos são instigados a expor suas ideias sobre as situações propostas em sala de aula e assim o professor possa conhecer o pensamento deles referente às situações propostas. A finalidade desta etapa é confrontar o aluno com as interpretações das situações propostas para que ele tenha a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não possui. Etapa 2- Organização: Os conhecimentos necessários para o entendimento dos temas e da problematização inicial são estudados sempre com a orientação do professor. Etapa 3- Aplicação: Este momento está relacionado ao conhecimento incorporado pelo aluno, para interpretar e analisar tanto as situações iniciais propostas que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam ligadas diretamente ao momento inicial possam ser entendidas pelo mesmo conhecimento. A O.P. pode ser estruturada conforme a Figura 3.1 esquema do MARCONDES, 2008:

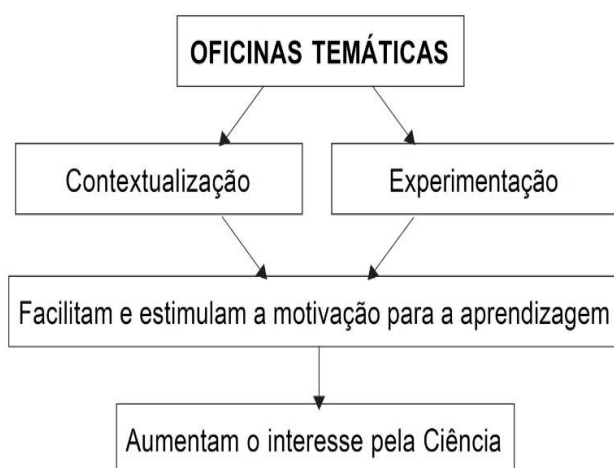


Figura 4-1- Esquema da Oficina Pedagógica

Aqui neste trabalho o uso de O.P. no ensino de Física é um instrumento de desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, tem a finalidade de que os alunos possam compreender os conceitos físicos relacionados à quantidade de movimento. As aulas de física para alunos de Ensino médio sendo complementadas pelas A.E. trarão ganhos significativos no contexto motivacional para a preservação do aluno, com o intuito de melhorar a aprendizagem e interesse dos mesmos, abordando a disciplina Física de maneira dinâmica. Não adianta ficar só na lousa e pincel, tem que utilizar recursos para tornar uma aula agradável, começando com as O.P.

5. QUESTÕES DE PESQUISA E PERCURSO METODOLÓGICO

Este capítulo inicia-se com a apresentação da questão de pesquisa, do objetivo geral e objetivos específicos deste trabalho. Em seguida, apresenta-se a abordagem metodológica utilizada na pesquisa, mostrando os instrumentos que serão trabalhados na sequência didática. A pesquisa foi realizada para estudantes do 1º ano do Ensino Médio da zona Norte de Manaus. Foi elaborada uma sequência de atividades constando as A.E. aplicadas durante as aulas.

5.1 Questão da Pesquisa

A experimentação é uma metodologia que facilita a integração de teorias para a compreensão de fenômenos. Essa metodologia de ensino promove o desenvolvimento de habilidades e a construção de conceitos, propiciando uma aprendizagem próxima da significativa.

A problematização que conduzirá o trabalho é a seguinte:

Quais as contribuições através de oficinas pedagógicas na formação de conceitos físicos relacionadas à quantidade de movimento durante o processo formativo de estudantes do ensino médio?

5.2 Objetivo Geral: Contextualizar os conceitos físicos relacionados à quantidade de movimento durante o processo formativo de estudantes do 1º ano do ensino médio, em aspectos diversos do cotidiano do aluno, tendo como relevância a Teoria da Aprendizagem Significativa.

5.3 Objetivos Específicos:

- Identificar os conhecimentos prévios de estudantes do 1º ano do ensino médio em uma escola pública sobre quantidade de movimento;
- Implementar as atividades experimentais durante as aulas;
- Identificar as habilidades desenvolvidas pelos estudantes mediante a realização das oficinas pedagógicas;
- Analisar as relações dos alunos com a elaboração da sequência proposta, ao longo da aplicação deste estudo;

- Divulgar os resultados obtidos.

5.4 Abordagem Metodológica:

O presente trabalho tem como objeto de estudo o processo de ensino e aprendizagem, preocupando-se em como se dá o desenvolvimento de habilidades na construção de conceitos sobre Q.M. Logo, a pesquisa terá caráter qualitativo, ou seja, explorando as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente e a pesquisa quantitativa (MOREIRA e CALEFFE, 2008), uma vez que é o processo que será realmente importante e analisado. No entanto, uma parte dos dados será examinada quantitativamente, mas, discutida qualitativamente.

De acordo com BOGDAN e BIKLEN, 2013, a pesquisa quantitativa em educação utiliza dados numéricos confiando em índices objetivos e quantificáveis. Já a pesquisa qualitativa utiliza métodos que possibilitam a obtenção de dados descritivos que permitem observar o modo de pensar dos estudantes pesquisados. Para CHIZZOTTI, 2003, a pesquisa qualitativa implica em considerar pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para assim identificar os significados visíveis que somente serão perceptíveis quando o professor analisar com sensibilidade e assim interpretar os significados ocultos.

O produto educacional consiste em uma sequência de atividades para contextualizar sobre o conteúdo quantidade de movimento voltada para os alunos do 1º ano do ensino médio. Essa sequência será executada a partir de O.P. que aqui neste trabalho se refere às situações-problemas, experimentos montados e gravados por vídeos, questionários e roteiros de atividades experimentais. Como recurso pedagógico será utilizado vídeos dos experimentos, slides para a apresentação do conteúdo trazendo perguntas simples para que o aluno pense a respeito sobre elas e a partir disso envolver os alunos nas atividades propostas trabalhando os conceitos básicos da teoria quantidade de movimento como: choques, colisão elástica, choque inelástica, impulso, quantidade de movimento, energia, energia cinética, energia potencial gravitacional. Todas as aulas serão expostas de forma didática e aplicadas em situações presentes no cotidiano do aluno. Aqui será apresentada de forma detalhada a apresentação dos conceitos físicos que compõe deste produto educacional, seguindo a mesma forma apresentada aos alunos. Todas as aulas foram apresentadas na forma reuniões on lines pelo meet.

A sequência didática empregada para o desenvolvimento do produto ocorre da seguinte maneira:

Aula 0- Destina-se em uma coleta de dados analisando qualitativamente e quantitativamente por meio de um pré-teste diagnóstico com objetivo de avaliar os conhecimentos prévios, ou seja, quais ideias e conceitos os estudantes possuem sobre determinado tema. Este pré-teste foi elaborado no google formulário para que o aluno acesse de forma remota.

Aula 1-Foi apresentado aos alunos conceitos físicos de revisão sobre massa, velocidade e aceleração na forma remota por slides, envolvendo discussões e exemplos. Após a discussão, trouxe uma problematização na forma de uma pergunta: *Qual super-herói é mais rápido: Super man ou Flash?* para instigar o aluno a pensar em situação proposta envolvendo massa, velocidade tendo como resultado a um novo conceito de Energia Cinética. Ouvir as respostas dos alunos, interagir junto com eles e em seguida apresentar a equação da Energia Cinética e sua unidade. Da mesma forma, trazendo ao aluno imagens de situações simples que está relacionada ao conceito Energia Potencial Gravitacional para que os alunos consigam compreender e relacionar o conceito através das imagens. E assim, interagir com os alunos, apresentando a equação e unidade da Energia Potencial gravitacional.

Energia

Para pensar: -Qual super herói é mais rápido: Super man ou Flash?

-Quem possui maior Energia Cinética, o Superman ou Flash?



Para pensar: Qual super herói é mais rápido, o Superman ou Flash?

Resposta: Flash é mais rápido que o Super man, devido a sua velocidade.

Para pensar: Quem possui maior Energia Cinética, o Superman ou Flash?

Resposta: Como a Energia Cinética está associada a velocidade, Flash possui maior velocidade.



Aula 2 – Nesta aula foi trabalhado o conteúdo Quantidade de Movimento. Primeiramente, foi apresentado aos alunos uma imagem e uma pergunta: *Qual super-herói tem o soco mais forte: O Super man ou Flash?* para instigar o aluno a pensar em situação proposta envolvendo massa, velocidade tendo como resultado a um novo conceito Quantidade de Movimento. Em seguida, foi apresentado aos alunos outras duas perguntas: *Em qual situação você acha que sofreria menos danos: Ser atropelado por carro ou por um caminhão?* Aqui a ideia é que o aluno perceba que a massa do caminhão por ser maior provoca maior dano em relação a massa do carro que é menor. A outra pergunta: *E se o carro estiver muito rápido e o caminhão lento?* Já nesta pergunta, a ideia é que o aluno perceba que a velocidade do carro por ser maior provoca maior danos. Após a discussão com aos alunos as perguntas propostas, foi apresentada a equação e a definição de Quantidade de Movimento e sua unidade. E foi apresentado um exemplo de aplicação da equação Quantidade de movimento.

Quantidade de Movimento

Para pensar: -Qual super herói tem o soco mais forte: Super man ou Flash?

Para pensar: Qual super herói tem maior soco, o Superman ou Flash?



Resposta: Segundo Albert Einstein “A energia de um objeto varia em função da sua massa e velocidade” Ou seja, “Quanto maior a velocidade, maior o impacto”. Se o Flash consegue igualar ou até mesmo passar a velocidade da luz, usando apenas 90% da energia da velocidade da luz ele poderia dar um soco com a mesma energia que 1000 bombas de Hiroshima. E chegando a 99% da energia da luz, ele conseguiria atingir 400 Gigatons, ou seja, quase 4 milhões de bombas atômicas. Usando apenas a massa da sua mão ele seria capaz de dar um soco com poder infinito.

Aula 3 – Esta aula iniciou com um vídeo que mostra exemplos de situações do dia a dia e conceitos sobre quantidade de movimento e sua conservação, traz um breve comentário sobre energia cinética e energia potencial gravitacional. Esse vídeo funciona como uma breve revisão do que já foi visto desde início e um conceito novo que é conservação da quantidade de movimento. Após o vídeo teve comentários juntamente com os alunos. Em seguida, foi apresentado ao aluno o Pêndulo de Newton, explicando para qual fenômeno físico ele foi montado e interagindo com os alunos trazendo as seguintes perguntas: *Quando levantamos a bolinha da extremidade a uma certa altura, o que ela adquire? Como a energia é transformada em outras formas, quando a bolinha é solta e colide com outra bolinha qual energia ela adquire? O que vai acontecer quando uma bolinha colide com as outra, após a colisão? Com a discussão com os alunos durante a explicação a ideia aqui é que o aluno perceba que com o Pêndulo de Newton pode ser observado os seguintes conceitos físicos como massa, velocidade, energia potencial gravitacional, energia cinética, quantidade de movimento e a conservação da quantidade de movimento. Após a discussão, foi mostrado aos alunos de como ter acesso a atividade proposta no caso, o **Roteiro de Atividade 1: Transferindo Movimento: Pêndulo de Newton**, onde os alunos assistiram os vídeos do experimento montado e gravado, para que em seguida respondessem o questionário.*

Conservação Quantidade de Movimento - Pêndulo de Newton

Experimento que Newton demonstrou que a quantidade de movimento e energia se conserva.

PARA DISCUTIR COM OS ALUNOS:

- Quando levantamos a bolinha da extremidade a uma certa altura, o que ela adquire? R= Energia potencial gravitacional
- Como energia é transformada em outras formas, quando a bolinha é solta e colide com outra bolinha qual energia ela adquire? R= Energia Cinética, devido ao movimento.
- O que vai acontecer quando uma bolinha colide com as outra, após a colisão? R= Após a colisão a quantidade de movimento da bolinha na outra extremidade se conserva.



Quadro 3- Slide da Aula 3- Noção de Conservação da Quantidade de Movimento. Fonte: Própria autora

Aula 4- Esta aula foi proposta para realização do **Roteiro de Atividade 2: Colisão de bolinhas de mesma massa e massas diferentes.** Os alunos assistiram os vídeos

propostos e responderam o seguinte questionário e em seguida houve uma discussão e correção do questionário.

Conservação da Quantidade de Movimento

- **ROTEIRO DE ATIVIDADE 2:** Colisão de bolinhas de mesma massa e massas diferentes.

Assista os vídeos pelo site:
<https://prijbcarvalho.wixsite.com/website>

E responda o questionário-acesse diretamente aqui pelo link: <https://forms.gle/bosbTTFWSBiRGA2A6>

<https://youtu.be/9AEewz6IInQ>
<https://youtu.be/EI-JPIab5vE>
<https://youtu.be/MLvG0VVP5QM>

Quadro 4- Slide da Aula 4 - Noção de Quantidade de Movimento (Experimento Bolinhas de mesma massa e massa diferente). Fonte: Própria autora.

Aula 5 – Esta aula se refere ao conteúdo Colisões, iniciando com a seguinte pergunta: *O que pode acontecer quando dois corpos colidem?* Após ouvir seus comentários, a professora definiu termo colisão, apresentando tipos de colisões como Elástica e Inelástica e suas características. Em seguida mostrou um vídeo de uma bola de basquete para observar o comportamento da bola de basquete quando colide no chão e ao mesmo apresentando equações que podem ser usadas com por exemplo o cálculo da velocidade da bola quando atinge o chão, analisar as alturas antes e depois da colisão, mostrando que através das alturas é possível verificar qual tipo de colisão é para esse caso apresentado no vídeo. Em seguida esta aula foi proposta uma atividade para realização do **Roteiro de Atividade 3:** *Produzindo batidas carrinhos com mesma massa.* Os alunos assistiram os vídeos propostos e responderam o seguinte questionário e em seguida houve uma discussão e correção do questionário.

Colisões

O que pode acontecer quando dois corpos colidem?



Imagem: Thue / Domínio Público.

Colisão ou Choques

É quando dois corpos entram em contato (colidem) um no outro. É um choque, contato de dois ou mais corpos.

- As colisões podem ocorrer de duas maneiras distintas, dependendo do que ocorre com a energia cinética do sistema antes e depois da colisão.



1 - Colisão Elástica

2 - Colisão Inelástica

Quadro 5- Slide da Aula 5 – Conceito de Colisão, Colisão Elástica e Colisão Inelástica. Fonte: Própria autora.

Aula 6 - Esta aula foi proposta para realização do **Roteiro de Atividade 4: Vivenciando Colisões de diferentes objetos com o solo (Unidimensional)**. Os alunos assistiram os vídeos propostos e responderam o seguinte questionário e em seguida houve uma discussão e correção do questionário.

Colisões

- **ROTEIRO DE ATIVIDADE 4:** Vivenciando Colisões de diferentes objetos com o solo. (Uma dimensão).

Link: <https://forms.gle/q7s58U6djiopwi6qUA>

Quadro 6- Slide da Aula 6 – Aplicação do Roteiro de Atividades N°4- Verificar o tipo de Colisão. Fonte: Própria autora.

Aula 7– Esta aula foi proposta para realização do **Roteiro de Atividade 5: Colisões utilizando Scratch**. Os alunos assistiram os vídeos propostos e responderam o seguinte questionário e em seguida houve uma discussão e correção do questionário. O objetivo desta aula é utilizar as simulações para mostrar que a quantidade de movimento do sistema é conservada, reforçando o uso das equações matemáticas. Em seguida, foi trabalhado o conteúdo Impulso. Iniciou com uma imagem de um chute em uma bola, trazendo exemplos de Impulsos por imagens, como empurrões por exemplo. Foi

apresentado o conceito de Impulso, sua equação e sua unidade e após a explicação foi apresentado aos alunos um exemplo de como determinar o impulso.

Impulso



Imagem: Gerrick Heaffle / Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic.

Impulso

*Produto da força pelo intervalo de tempo durante o qual ela atua.
Impulso produz uma variação na quantidade de movimento.*

➤ Calcula-se:

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t$$

\vec{I} = impulso

\vec{F} = força constante

Δt = intervalo de tempo

- O impulso é uma grandeza vetorial
 - Módulo: $I = F \cdot \Delta t$
 - Direção e sentido: o mesmo de F

- Unidade no SI:

[I]=N . S (newton.segundo)

Quadro 7- Slide da Aula 7 – Conceito de Impulso. Fonte: Própria autora

Aula 8– Esta aula foi proposta a Aplicação do **Pós-Teste** para verificação de aprendizagem do aluno em relação aos conceitos trabalhados durante as aulas remotas. Após ao término deste, solicitei aos alunos que respondessem o formulário sobre a **Avaliação do Produto Educacional**.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização do produto educacional foi criado um questionário no google formulário para as inscrições dos alunos e para aqueles que realmente quisessem participar deste projeto. Uma das perguntas no questionário foi verificar a possibilidade de os alunos terem acesso à internet em casa, ter acesso a um notebook (ou celular), ter o número de contato do WhatsApp, se teria algum problema em ter reuniões on lines e verificar a disponibilidade de horário deles. O projeto foi aplicado pela tarde das 14h às 16h durante oito aulas. Vinte alunos responderam o questionário para o processo de inscrição. Foi encaminhado aos alunos a resposta de inscrição para participação deste projeto, porém não foi recebido o retorno deles. Foi passado o link de acesso ao google classroom para ter acesso a turma, mesmo assim foi difícil ter contato com eles. Como foi arrecadado os contatos da maioria dos alunos, foi criado um grupo no WhatsApp, pois neste obtemos um retorno bem mais rápido para contato imediato. Conseguimos pelo grupo ter uma conversa sobre o projeto com seis alunos de imediato. Num primeiro momento o produto educacional foi aplicado à 6 alunos na forma à distância realizando todas as aulas aplicando os roteiros de atividades. Devido a pouca quantidade de alunos, foi enviado novamente o link para o processo de inscrição tendo como resultado a participação de mais oito alunos. E assim foi aplicado novamente o produto educacional a esses oito alunos tendo no total a participação de 14 alunos no projeto.

Considerando a participação de 14 alunos a aula 0 foi a apresentação do projeto e destinada a uma coleta de dados analisando qualitativamente e quantitativamente por meio de um Pré-Teste diagnóstico com 14 questões que envolviam conceitos que seriam trabalhados no projeto e partir disto sondar os conhecimentos prévios, ou seja, quais ideias e conceitos os estudantes possuem sobre colisões e quantidade de movimento. Após a realização de todos os roteiros de atividades com os alunos, na aula 8 foi aplicado Pós-Teste (é o mesmo questionário do Pré-Teste) para comparar a evolução dos dois eventos antes e depois da aplicação do produto educacional. Conseguimos a partir das respostas dos alunos gerar gráficos que ilustrem esta evolução dos conceitos físicos da primeira à última questão é mostrada nos gráficos à seguir. Para melhor demonstrar os acertos e erros, colocamos abaixo a Tabela 1 e Tabela 2 representando o conteúdo associado ao número de acertos e erros dos estudantes antes e depois da aplicação do produto educacional.

Na Tabela 1, é possível comparar o número de acertos e erros do Pré-teste em cada pergunta e o conteúdo associado à questão. Podemos notar que nas questões 01, 02, 07 e 08 que envolvem conceitos de Colisão, citar exemplos de situações que envolvem colisão, o conceito de Força e Impulso teve mais acertos podendo estar relacionado ao conhecimento prévio que o aluno possui conforme COLL, 2009. Já nas questões 03, 04, 05, 06, 09, 10, 11, 12, 13 e 14 é observado um aumento de erros nos conceitos como por exemplo massa e velocidade e conceitos novos que ainda serão apresentados durante a aplicação do produto. Baseado nos dados obtidos houve a necessidade de elaborar uma sequência de atividades com experimentos de Física em uma nova modalidade à distância que envolva os alunos de forma simples e objetiva e a partir dessas atividades propostas contribua no processo de conhecimento científico do aluno.

Tabela 1- Dados obtidos no Pré-teste

Questão	Perguntas	Acertos	Erros
01	Conceito de Colisão.	9	5
02	Colisão em diversas situações.	9	5
03	Conceito de massa	4	10
04	Conceito de velocidade	6	8
05	Conceito quantidade de movimento	4	10
06	Maior quantidade de movimento: Um caminhão pesado em repouso ou uma prancha de skate em movimento?	5	9
07	Conceito de Força	9	5
08	Conceito de Impulso	9	5

09	Conceito de Conservação	3	11
10	Conceito conservação da quantidade de movimento	4	10
11	Conceito de Colisão Elástica	4	10
12	Conceito de Colisão Inelástica	4	10
13	Equação Quantidade de Movimento de um corpo	4	10
14	Pêndulo de Newton - O que vai acontecer com as três esferas colidirem com as outras duas esferas que estão em repouso?	4	10

Fonte: Própria da autora

Na Tabela 2, é possível comparar o número de acertos e erros do Pós-teste em cada pergunta e o conteúdo associado à questão. Podemos notar que nas questões 01, 02, 07 e 08 que envolvem conceitos de Colisão, citar exemplos de situações que envolvem colisão, o conceito de Força e Impulso teve um aumento de acertos. Nas questões 03, 04, 05, 06, 09, 10, 11, 12, 13 e 14 é observado um aumento de acertos comparando com os dados da Tabela 1 representando o Pré-Teste.

Podemos observar que a aplicação da oficina pedagógica utilizando vídeos dos experimentos de Física seguido por roteiros de atividades durante as aulas torna-se favorável ao processo de ensino e na construção do conhecimento pelo indivíduo na sua relação com os outros indivíduos e o mundo. (VASCONCELOS, 2000).

Tabela 2- Dados obtidos no Pós-Teste

Questão	Perguntas	Acertos	Erros
01	Conceito de Colisão.	14	0
02	Colisão em diversas situações.	13	1
03	Conceito de massa	14	0
04	Conceito de velocidade	12	2
05	Conceito quantidade de movimento	13	1
06	Maior quantidade de movimento: Um caminhão pesado em repouso ou uma prancha de skate em movimento?	11	3
07	Conceito de Força	14	0
08	Conceito de Impulso	14	0
09	Conceito de Conservação	12	2
10	Conceito conservação da quantidade de movimento	11	3
11	Conceito de Colisão Elástica	13	1
12	Conceito de Colisão Inelástica	11	3
13	Equação Quantidade de Movimento de um corpo	13	1

14	Pêndulo de Newton - O que vai acontecer com as três esferas colidirem com as outras duas esferas que estão em repouso?	12	2
----	---	----	---

Fonte: Própria da autora

Tomando como referência a Tabela 1 e Tabela 2, construímos gráficos para melhor visualização dos resultados obtidos em porcentagem, comparando o antes e o depois de cada pergunta.

Conceito de Colisão

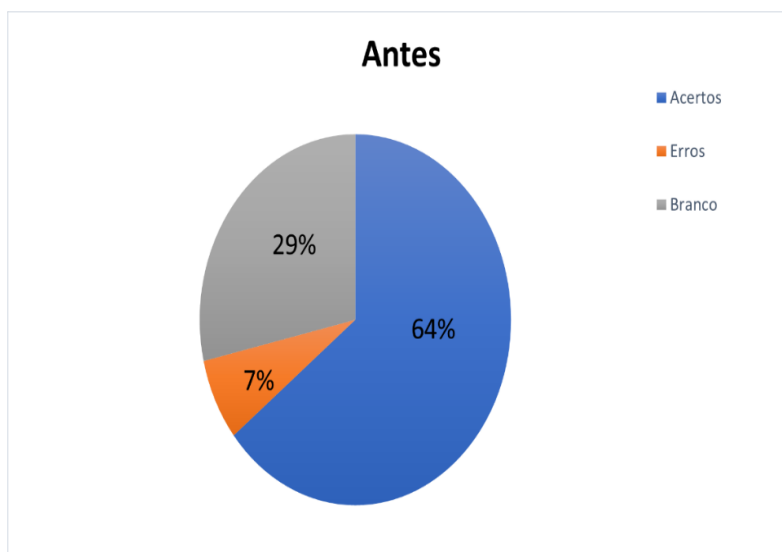


Gráfico 1- Conceito de Colisão (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Podemos ver que grande a maioria apresenta (64%) em respostas corretas referentes ao conceito de colisão. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que a palavra colisão está presente no dia a dia do aluno se tornando fácil o entendimento do conceito em questão para alguns alunos. Mesmo assim, não pode ser descartado o fato de uma parcela considerável (36%) não soube responder, deixando-a em branco (29%) ou errando-a (7%). A partir disso, verificamos a importância de problematizar e

contextualizar o conceito que é uma das contribuições no processo de ensino aprendizagem da oficina pedagógica (CANDAU E ZENAIDE, 2000).

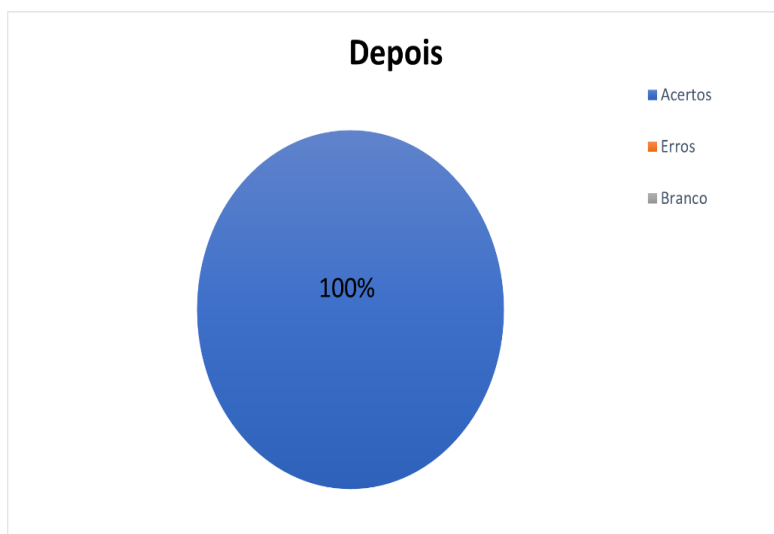


Gráfico 2- Conceito de Colisão (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Ao responderem novamente sobre o conceito de colisão, nota-se que não houve erros em comparação com o Pré-Teste tendo um aumento em relação a quantidade de acertos (100%), esse comportamento pode estar relacionado a um ponto característico da aprendizagem significativa que é a predisposição do aluno em querer aprender o novo conceito relacionando à sua estrutura cognitiva dando significados a esse novo conceito (MOREIRA,2011).

Situações de Colisões no cotidiano

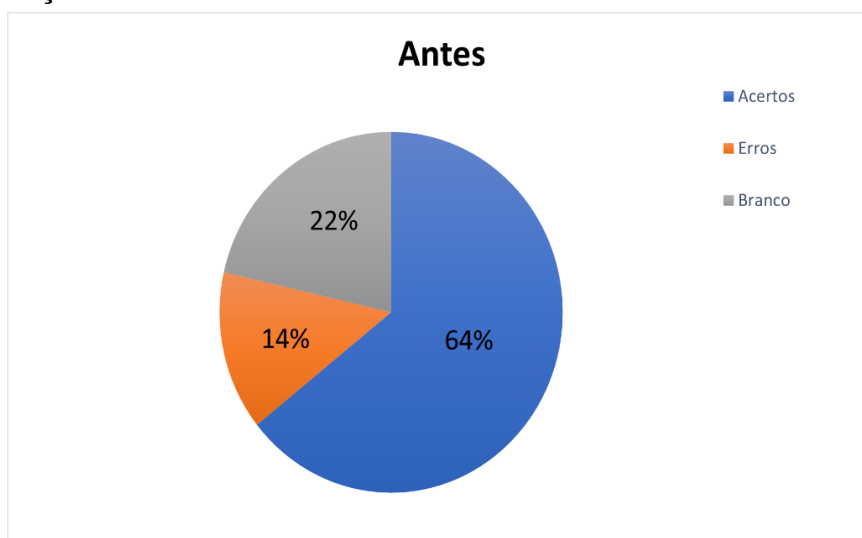


Gráfico 3- Situações de Colisões no cotidiano (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Podemos ver que grande a maioria apresenta (64%) em respostas corretas referentes a citar situações do cotidiano sobre colisão. Mesmo assim, não pode ser descartado o fato de uma parcela considerável (36%) não soube responder, deixando-a em branco (22%) ou errando-a (14%).

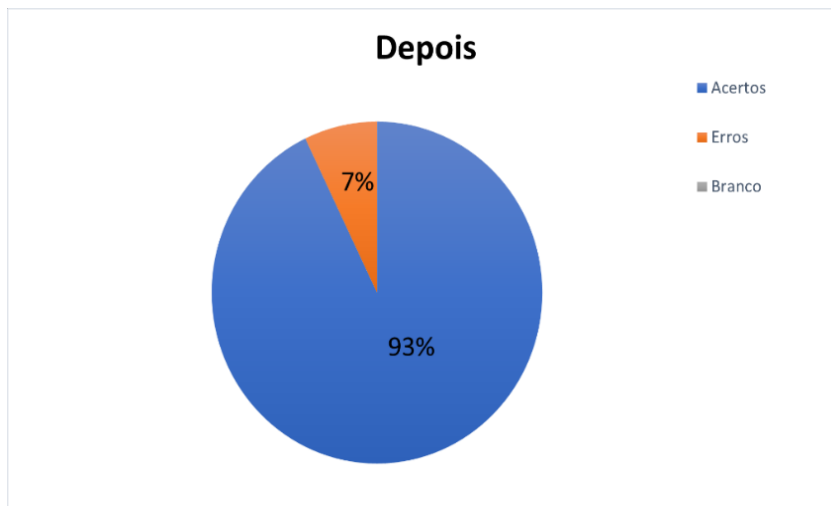


Gráfico 4- Situações de Colisões no cotidiano (Pós-Teste). Fonte: Própria autora

Ao responderem novamente sobre citar situações do cotidiano sobre colisão, nota-se um aumento em relação a quantidade de acertos (93%), comportamento esse devido aos exemplos citados e trabalhados nas reuniões on lines durante as aulas. E (7%) de erros. Para Ausubel, a utilização de organizadores prévios é uma estratégia que serve para manipular a estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, ajuda o indivíduo a desenvolver novos conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitam a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Conceito de massa

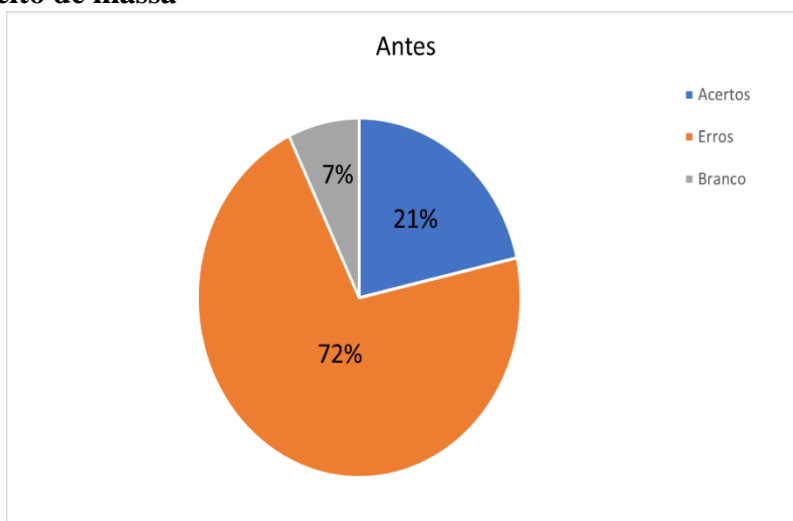


Gráfico 5- Conceito de massa (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Quando tratamos da definição de massa, temos baixíssimo acertos (21%). Podemos ver que grande a maioria apresenta (79%) em respostas erradas, a maioria dos alunos associavam esse conceito ao peso objeto, deixando-a em branco (7%) ou errando-a (72%).

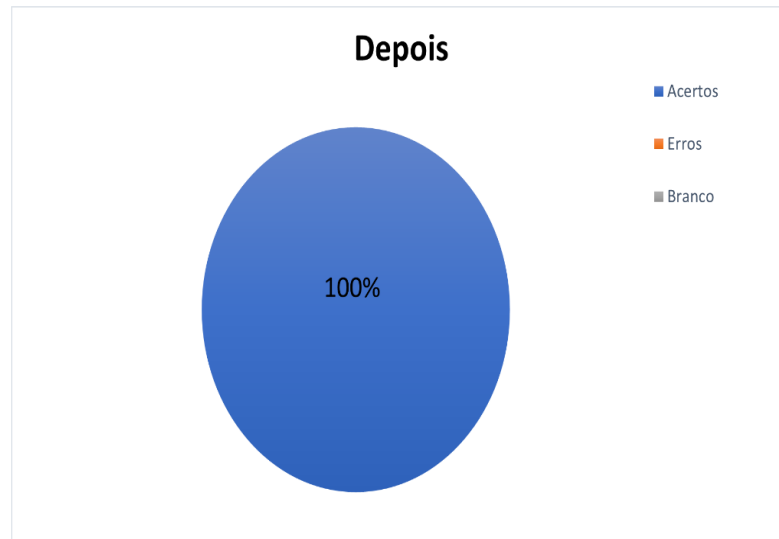


Gráfico 6- Conceito de massa (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Ao responderem novamente sobre conceito de massa nota-se um aumento em relação a quantidade de acertos (100%), comportamento esse devido a revisão dada durante as aulas remotas.

Conceito de Velocidade

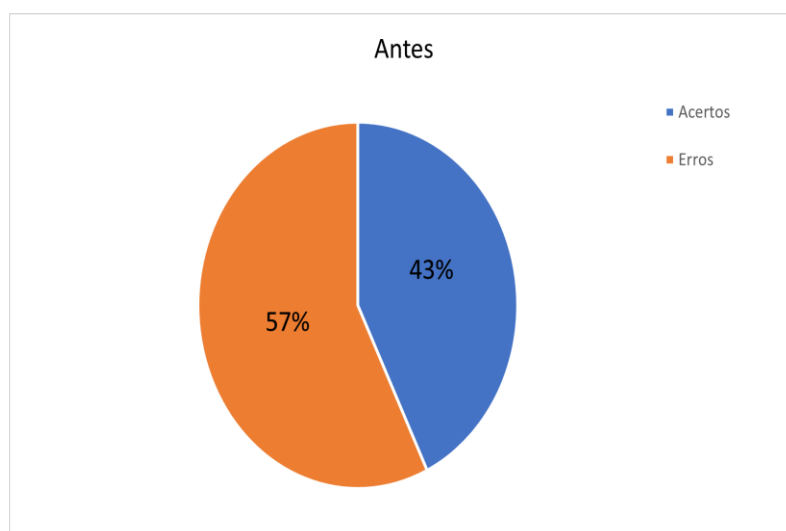


Gráfico 7- Conceito de velocidade (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Quando tratamos da definição de velocidade, temos acertos (57%). Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de ser um dos primeiros assuntos ministrados no início do ano escolar para a série em questão. Mesmo assim, não pode ser descartado o fato de uma parcela considerável (43%) não soube responder, errando-a.

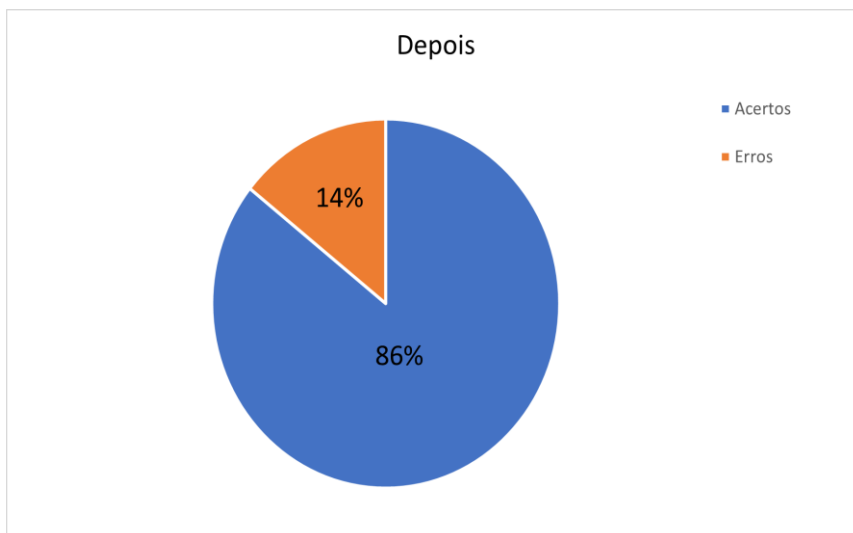


Gráfico 8- Conceito de velocidade (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Notamos grande disposição (86%) em respostas corretas referentes ao conceito de velocidade. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de ser revisado na aula através de um organizador expositivo que faz ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber (MOREIRA, 2011). Mesmo assim, não pode ser descartado o fato de que uma parcela (14%) não soube responder, errando-a.

Conceito de Quantidade de Movimento

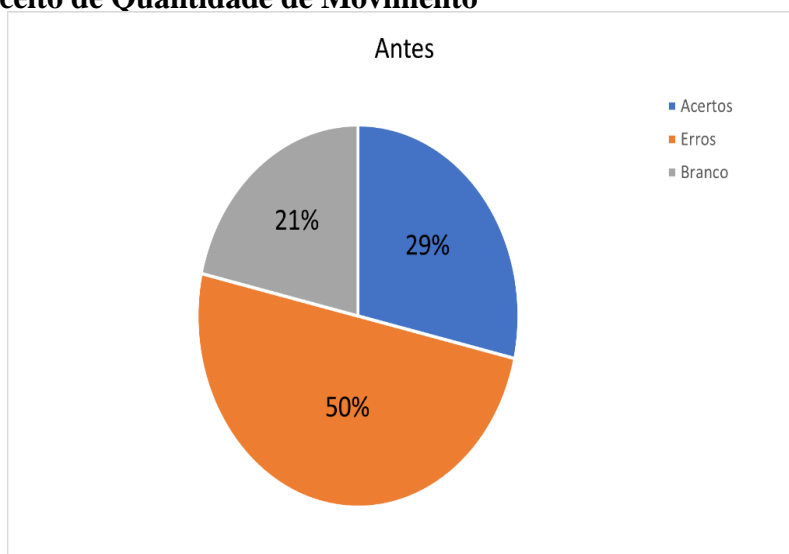


Gráfico 9- Conceito de quantidade de movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Em relação ao conceito de quantidade de movimento observa-se que (71%) não soube responder, deixando-a em branco (21%) ou errando-a (50%). Esse comportamento pode estar associado a um novo conceito que ainda não tinha sido abordado nas aulas. E não descartando uma parcela de acertos (29%). A partir disso, verificamos a importância de problematizar e contextualizar o conceito que é uma das contribuições no processo de ensino aprendizagem da oficina pedagógica (CANDAU E ZENAIDE, 2000), (ANASTASIOU e ALVES, 2004).

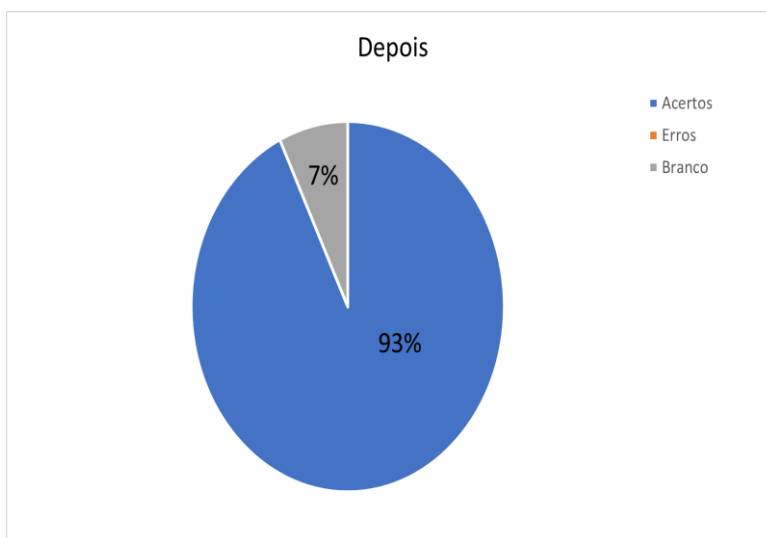


Gráfico 10- Conceito de quantidade de movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Na oportunidade de responderem novamente sobre o conceito de quantidade de movimento, os alunos haviam tirado suas dúvidas ao decorrer da aplicação do projeto, e assim, agora conseguiram definir, em grande maioria (93%), corretamente. Sendo (7%) representando poucos erros ocorridos. A partir disso, verificamos que a aplicação da oficina pedagógica contribuiu de forma positiva melhorando o entendimento dos alunos em relação ao conceito citado. Outro ponto importante que contribuiu foi a predisposição do aluno em querer aprender um conceito novo se torna evidente durante as atividades propostas nas aulas remotas.

Maior quantidade de movimento: Um caminhão pesado em repouso ou uma prancha de skate em movimento?

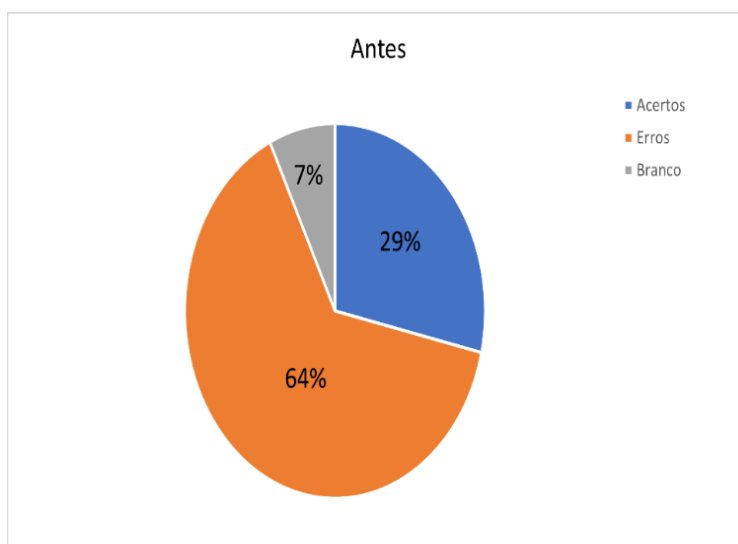


Gráfico 11- Situação-problema-maior quantidade de movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

A pergunta sobre quem possui maior quantidade de movimento um caminhão parado ou uma prancha de skate em movimento, pode ser considerado como um organizador prévio através de uma pergunta em que o aluno pode analisar a massa e a velocidade dos objetos relacionando com a quantidade de movimento. Os alunos tiveram dificuldade para responder e relacionar massa e velocidade. Notamos uma baixa quantidade de acertos (29%) e notamos uma grande quantidade não certas de (71%) os erros representando (64%) e em branco (7%).

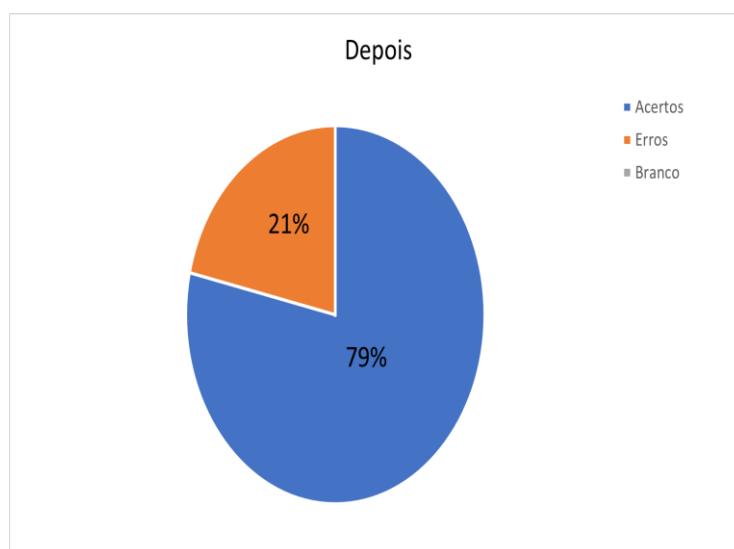


Gráfico 12- Situação-problema-maior quantidade de movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Na oportunidade de responderem novamente sobre o questionamento da pergunta os alunos haviam tirado suas dúvidas ao decorrer da aplicação do projeto, e assim, agora

conseguiram definir, em grande maioria (79%), corretamente. Esse comportamento pode estar conforme MOREIRA, 2011, que relata que os organizadores prévios podem ser utilizados para suprir a deficiência de subsunçores, ou seja, entre os novos conceitos adquiridos e conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Mesmo assim, ainda houve (21%) representando os erros obtidos.

Conceito de Força

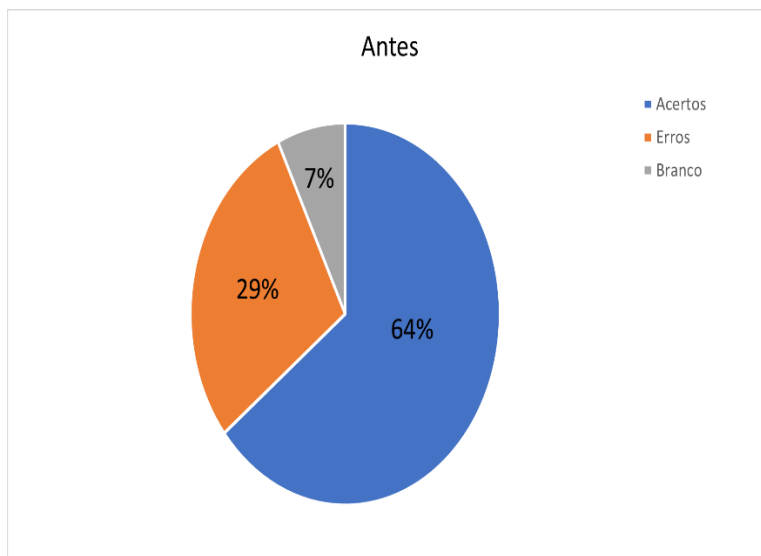


Gráfico 13- Conceito de Força (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Em relação ao conceito Força observa-se que (36%) não soube responder, deixando-a em branco (7%) ou errando-a (29%). E notamos uma boa parcela de acertos (64%). Os alunos que conseguiram responder o conceito Força associaram como o ato de empurrar ou puxar algo, que representa uma experiência de vida do aluno. O processo para representação dessas respostas é chamado de diferenciação progressiva. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito, uma proposição) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significados a novos conceitos (MOREIRA, 2011).

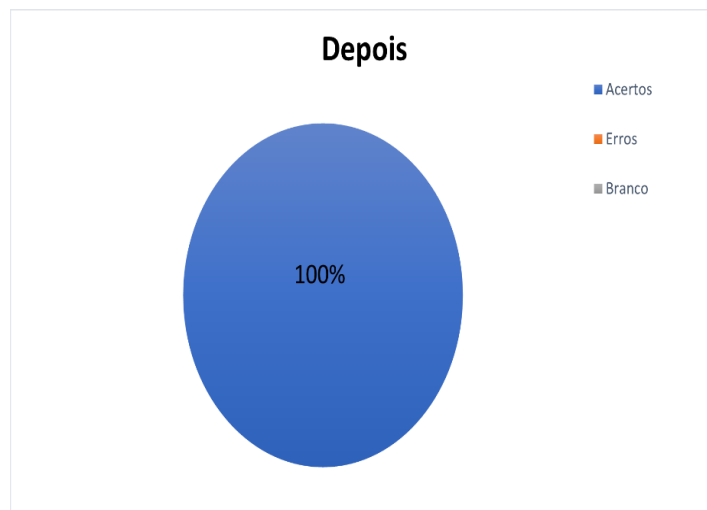


Gráfico 14- Conceito de Força (Pós-Teste). Fonte: Própria autora

Com a reaplicação do questionário, podemos ver que o conceito de Força obteve (100%) de acertos. Esse comportamento pode estar relacionado a experiência de vida do aluno, a sucessivas interações de um dado subsunçor que de forma progressiva adquire novos significados gerando uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Conceito de Impulso

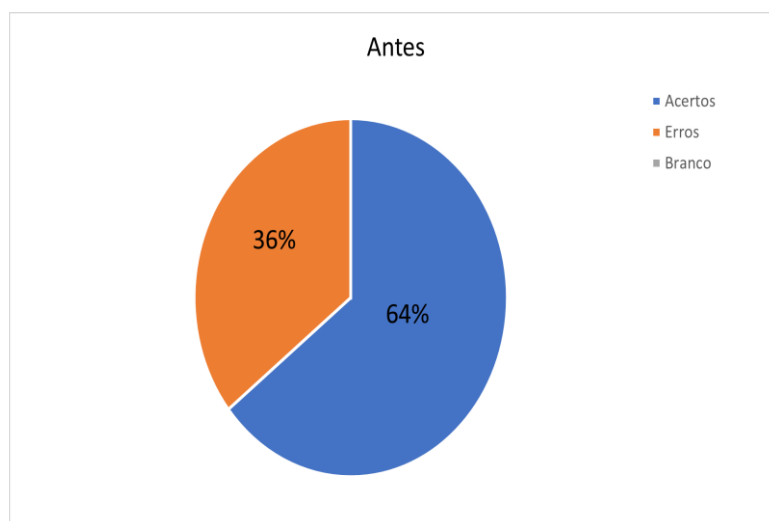


Gráfico 15- Conceito de Impulso (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Quando tratamos da definição de Impulso, temos acertos (64%). Nesse conceito os alunos conseguiram relacionar o Impulso com a Força aplicada, mas não conseguiram relacionar com a variação do tempo. Esse comportamento pode estar relacionado a

experiência de vida do aluno, a sucessivas interações de um dado subsunçor que de forma progressiva adquire novos significados gerando uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Mesmo assim, não pode ser descartado o fato de uma parcela considerável (36%) não soube responder, errando-a.

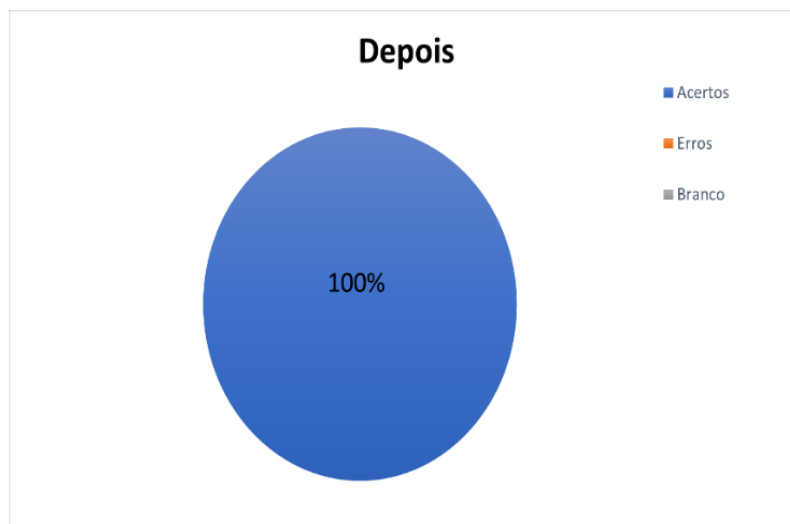


Gráfico 16- Conceito de Impulso (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Com a reaplicação do questionário, podemos ver que o conceito de Impulso obteve (100%) de acertos. Esse comportamento pode estar relacionado a experiência de vida do aluno, a sucessivas interações de um dado subsunçor que de forma progressiva adquire novos significados gerando uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Conceito de Conservação

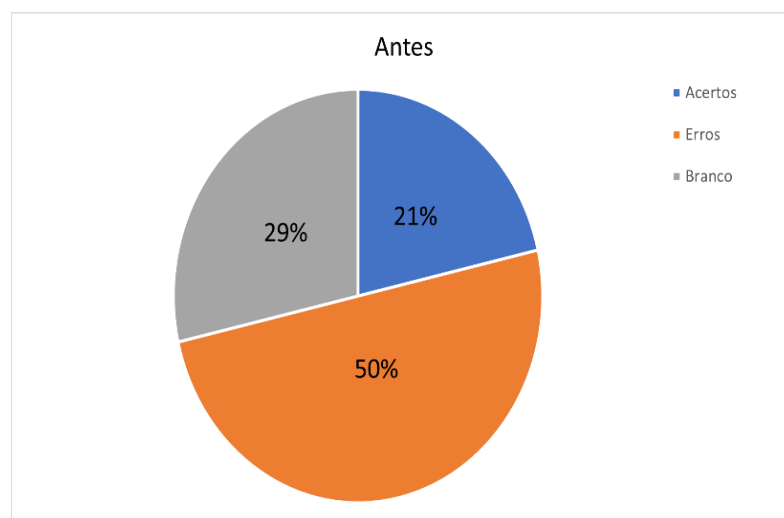


Gráfico 17- Conceito de Conservação (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Quando tratamos da definição de conservação, uma maior quantidade de alunos não soube responder de (79%), sendo a maior parcela de erros (50%) e deixando em branco (29%). Não podemos descartar uma pequena parcela de acertos (21%). Alguns alunos conseguiram responder a essa pergunta como um ato de conservar. Devido o índice de erros notamos que a contextualização e problematização para apresentação desse conceito é importante para construção do conhecimento do aluno trazendo exemplos, situações que seja do dia a dia para que surja o conhecimento específico ou prévio existente na estrutura cognitiva do aluno, permitindo dar significado a um novo conceito.

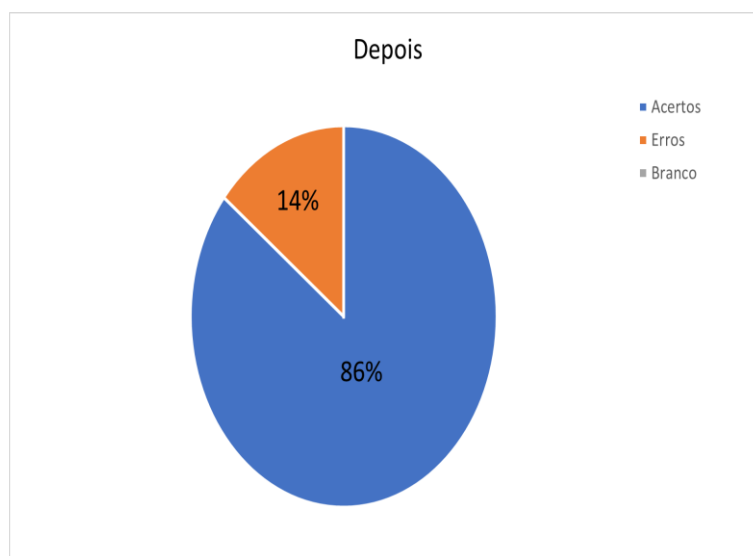


Gráfico 18- Conceito de Conservação (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Com a reaplicação do questionário, podemos observar que o conceito de Conservação teve um aumento de acertos (86%). Comportamento esse descrito pelo esclarecimento durante a aplicação do produto educacional contextualizando e problematizando facilitou o entendimento do aluno sobre o conceito de conservação e mesmo assim tivemos uma pequena quantidade de erros (14%).

Conceito de Conservação da Quantidade de Movimento

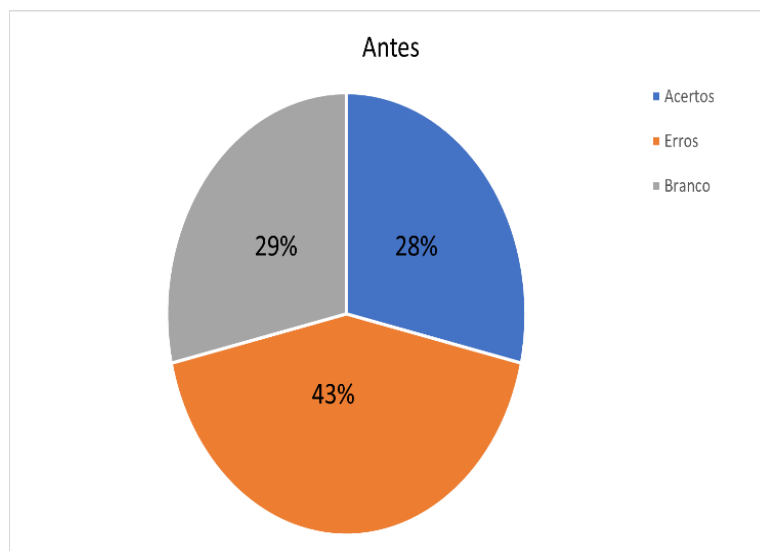


Gráfico 19- Conceito de Conservação da Quantidade de Movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Para o Pré-teste o conceito de conservação da quantidade de movimento podemos ver que tivemos uma baixíssima porcentagem de acertos (28%). Acredito que esse comportamento se deve ao conhecimento já adquirido de alguns alunos sobre esse conceito. Para os alunos em geral trata-se de um novo conceito abordado na aplicação do produto. Ainda no Pré-teste é observado um grande aumento de respostas que foram respondidas erradas e em branco resultando no total de (72%), errando (43%) e deixando em branco (29%).

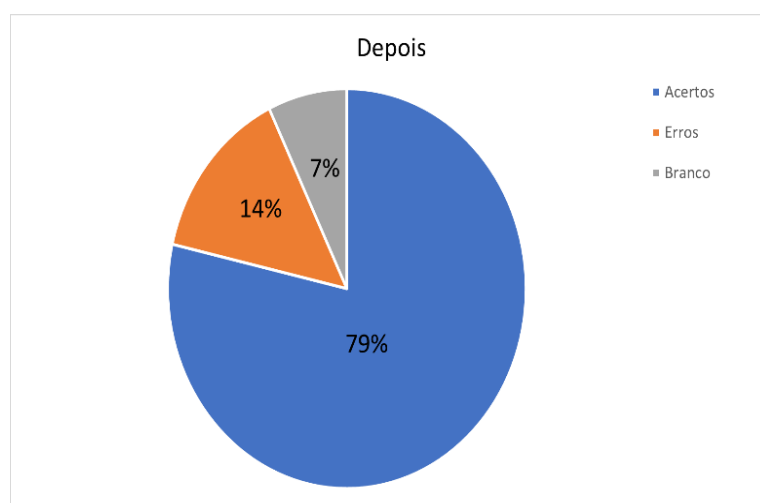


Gráfico 20- Conceito de Conservação da Quantidade de Movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Com a reaplicação do questionário, podemos observar que o conceito de conservação da quantidade de movimento teve um aumento de acertos (79%).

Comportamento esse descrito pelo esclarecimento durante a aplicação do produto educacional e mesmo assim tivemos uma pequena quantidade de erros (14%) e alguns alunos deixando-a (7%) em branco, resultando no total de (21%).

Colisão Elástica

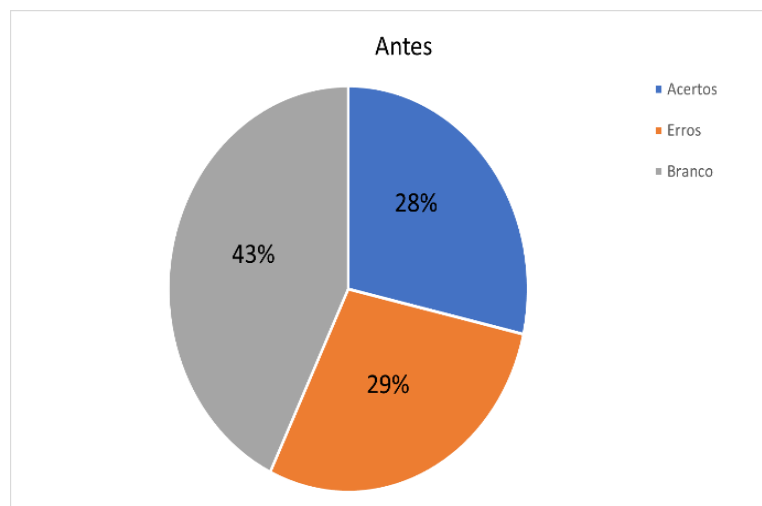


Gráfico 21- Conceito de Colisão Elástica (Pré-Teste). Fonte: própria autora.

Para o Pré-teste o conceito de Colisão elástica podemos ver que tivemos uma baixíssima porcentagem de acertos (28%). Acredito que esse comportamento se deve ao conhecimento de alguns alunos sobre esse conceito. Para os alunos em geral trata-se de um novo conceito abordado durante a aplicação do produto. Ainda no Pré-teste é observado um grande aumento de respostas que os alunos não souberam responder e em branco resultando no total de (72%), sendo os erros (29%) e deixando a maioria em branco (43%).

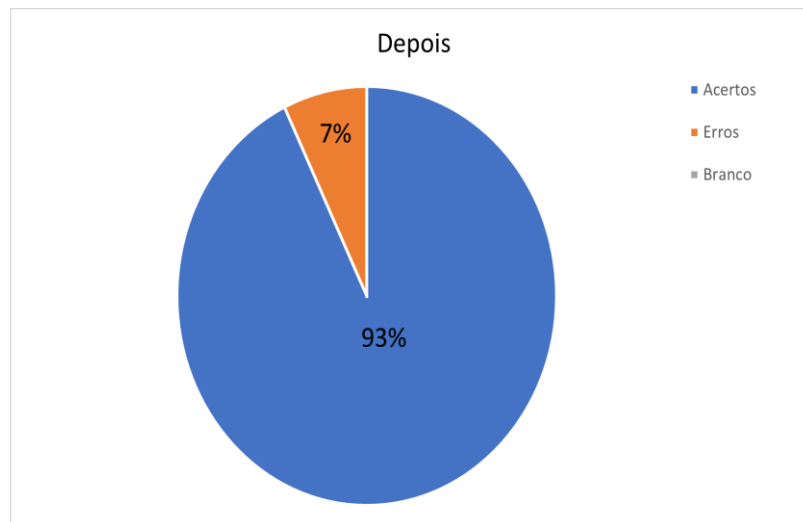


Gráfico 22- Conceito de Colisão Elástica (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Com a reaplicação do questionário, podemos observar que o conceito de Colisão Elástica teve um aumento de acertos (93%). Comportamento esse descrito pelo esclarecimento durante a aplicação do produto educacional e mesmo assim tivemos uma pequena quantidade de erros (7%). Podemos observar que em relação ao Pré-teste, o Pós-Teste apresenta uma análise positiva em relação ao conceito de colisão elástica, a maioria dos alunos conseguiram responder a esse conceito.

Colisão Inelástica

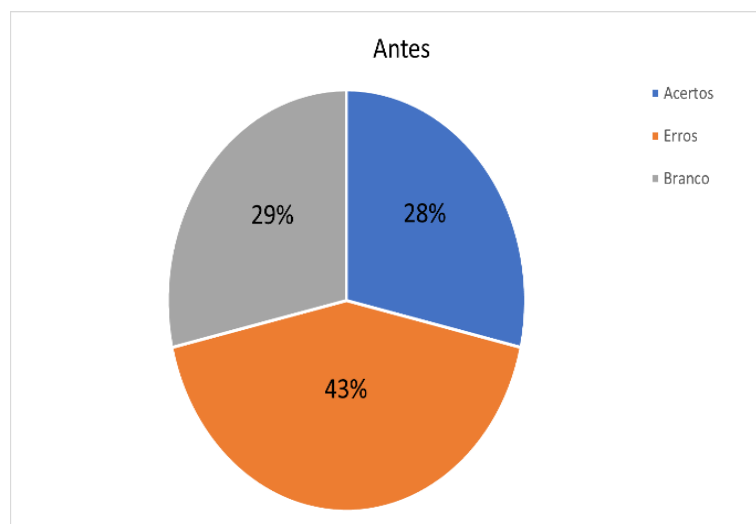


Gráfico 23- Conceito de Colisão Inelástica (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Podemos ver que tivemos uma baixíssima porcentagem de acertos (28%) para o conceito de Colisão Inelástica. Ainda no Pré-teste é observado um grande aumento de respostas que não souberam responder e em branco resultando no total de (72%), sendo os erros (43%) e deixando em branco (29%). A maioria dos alunos não conseguiram responder como o esperado, por se tratar de um novo conceito ainda não visto na sala de aula.

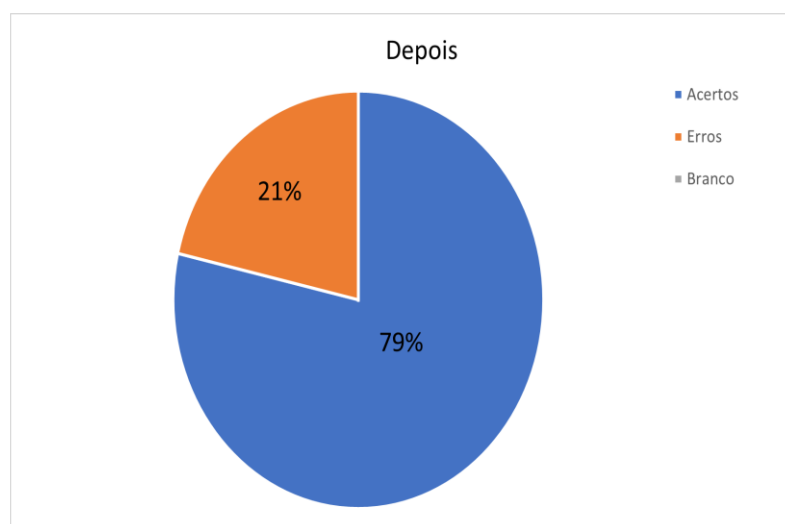


Gráfico 24- Conceito de Colisão Inelástica (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Com a aplicação do produto educacional durante as aulas, podemos ver que o conceito de Colisão Inelástica apresenta um grande aumento de acertos (79%) em relação ao Pré-teste que foi de (28%) e ainda uma pequena porcentagem de erros (21%).

Escrever a Equação Quantidade de Movimento de um corpo

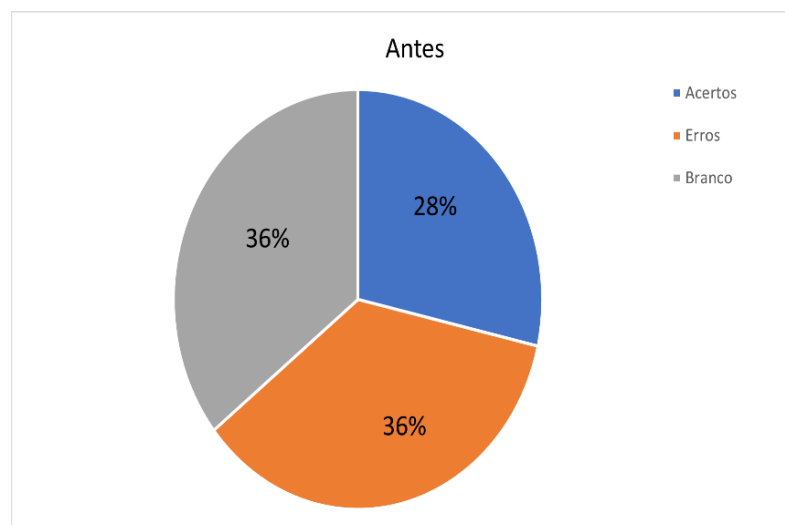


Gráfico 25- Equação quantidade de movimento (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

Aqui temos o primeiro momento, tivemos (28%) de acertos e um acréscimo de erros e respostas em branco no total de (72%), sendo as erradas (36%) e deixando em branco (36%). Podemos notar que índice de respostas erradas e em branco é evidente, devido o aluno nunca ter visto a equação da quantidade de movimento, pois trata de um novo conteúdo a ser abordado nas aulas.

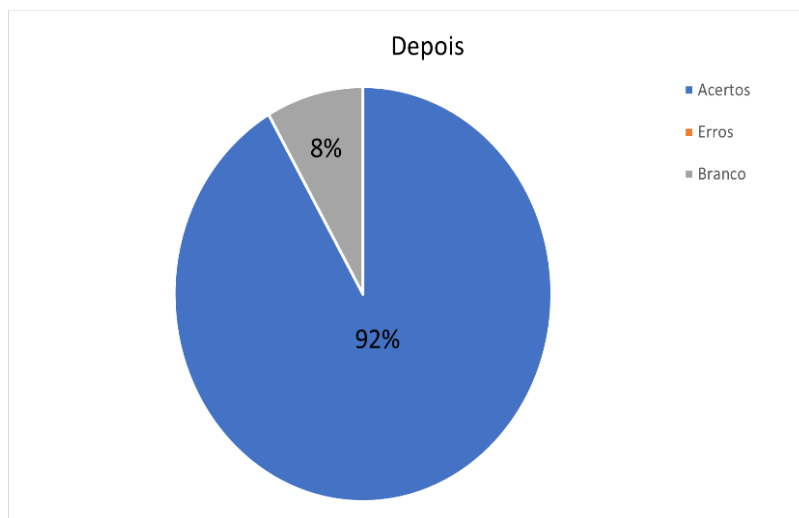


Gráfico 26- Equação quantidade de movimento (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Já com a reaplicação do questionário percebemos um grande aumento de acertos (92%) em relação ao Pré-teste que foi de (28%) de acertos. Mesmo assim foi deixado em branco (8%). Podemos observar que em relação ao Pré-teste, o Pós-Teste apresenta uma análise positiva em relação a equação da quantidade de movimento, a maioria dos alunos conseguiram representar a equação escrevendo corretamente acrescentando suas unidades.

Pêndulo de Newton - O que vai acontecer com as três esferas colidirem com as outras duas esferas que estão em repouso?

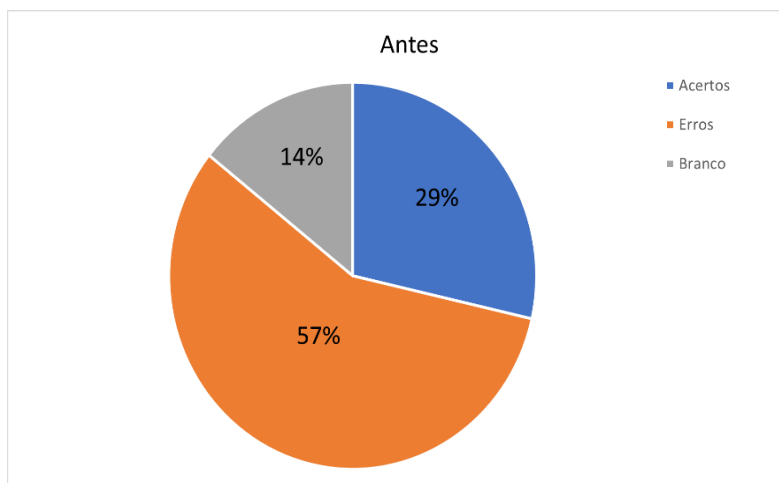


Gráfico 27- Situação-problema Pêndulo de Newton (Pré-Teste). Fonte: Própria autora.

No Pré-teste a situação-problema proposta na forma de uma pergunta sobre o Experimento do Pêndulo de Newton, podemos ver que tivemos uma baixa porcentagem de acertos (29%). Trata-se de um novo conceito que ainda será trabalhado durante a aplicação do produto. Ainda é observado um grande aumento de respostas que foram respondidas erradas e em branco resultando no total de (71%), errando (57%) e deixando em branco (14%).

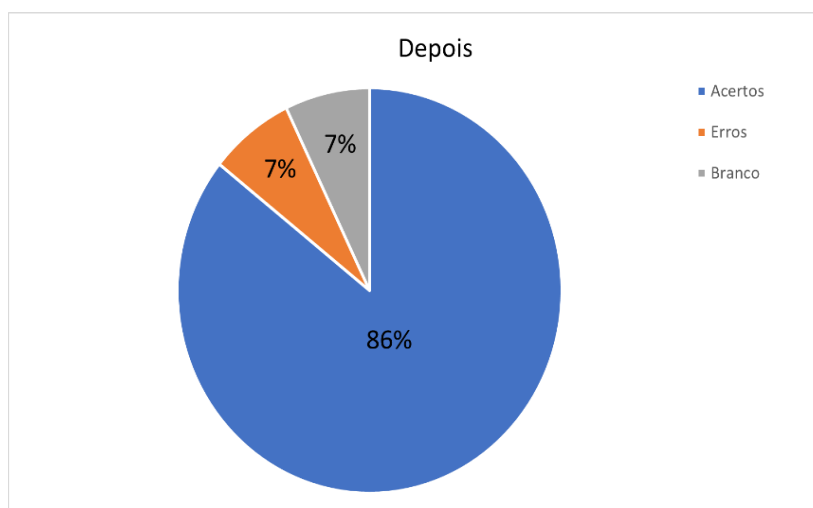


Gráfico 28- Situação-problema Pêndulo de Newton (Pós-Teste). Fonte: Própria autora.

Notamos que após a aplicação do produto educacional, a eliminação das respostas incorretas decresceu, deixando os resultados divididos em grande maioria para acertos (86%) e minoria deixou em branco (7%) e não soube responder (7%).

Durante as aulas on lines, foi aplicado cinco Roteiro de Atividades com o intuito de melhorar a aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos de quantidade de movimento. Dentro desses roteiros contém vídeos de experimentos curtos de Física em que aluno assiste e em seguida responde o Agora pense e responda. Após trabalhar o conteúdo quantidade de movimento e conservação da quantidade de movimento, foi passado aos alunos o link do Roteiro de Atividades N°1 para ser respondido na reunião online, com o intuito de abordar qualitativamente de forma intuitiva a conservação da quantidade de movimento. Esse foi um momento muito bom, sendo que mesmo à distância, tivemos a interação e participação dos alunos durante a atividade proposta. Eles assistiam o vídeo e em seguida respondiam as perguntas e assim dando continuidade. Esse roteiro consta quatro questões. Através das respostas dos alunos, tivemos a oportunidade de gerar um gráfico para melhor visualização das respostas em porcentagem de acertos e erros obtidos. Podemos ver através do Gráfico 29 a porcentagem de acertos e erros de cada questão. A primeira questão que trata do comportamento de uma bolinha quando colide com as outras bolinhas, podemos perceber pelo gráfico que todos os alunos responderam a esta pergunta tendo um aproveitamento de acertos da turma (71%) e erros (29%). O mesmo comportamento acontece na questão 2, para verificar o comportamento de duas bolinhas quando colide com outras bolinhas, podemos notar que se mantém (71%) de acertos e (29%) erros. A questão 3 trata do que há em comum m relação a situação anterior das bolinhas e é observado que há uma pequena perda de acertos de (57%) e erros (29%) não soube responder e infelizmente alguns alunos deixaram em branco com (14%). Na questão 4 trouxemos uma imagem de um Pêndulo para que ele respondesse o que o aconteceria com as três bolinhas quando colide com duas bolinhas em repouso? Podemos notar há uma boa quantidade de acertos (64%), mesmo assim tivemos uma parte de erros (36%) que não soube responder.

A oficina pedagógica com o uso de experimentos por vídeos contendo um formulário de questões para o aluno pensar e analisar cada situação proposta, foi elaborada de forma organizada seguindo os critérios de contextualização, diálogo, para verificar se o aluno consegue aprender com facilidade estimulando para que ocorra uma aprendizagem significativa. Apesar dos experimentos serem gravados e as aulas on lines, conseguimos nesta atividade extrair resultados favoráveis e positivos tornando o aluno a pessoa que consegue construir os significados, junto a professora contextualizando o

conteúdo como mediadora entre o conteúdo e o saber existente do aluno (MARCONDES,2008).

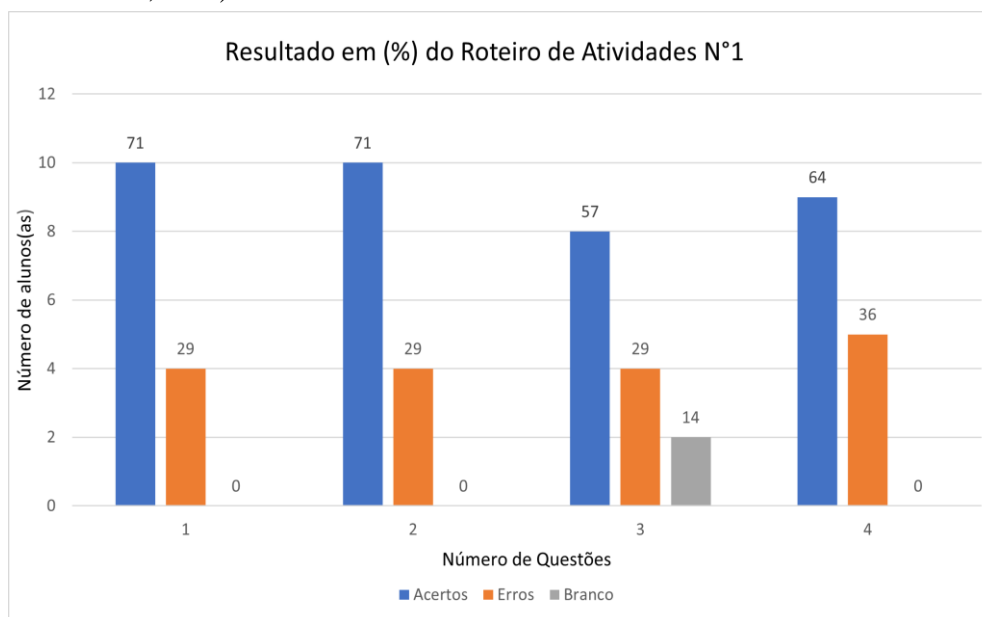


Gráfico 29- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°1. Fonte: Própria autora.

A aula 4 foi proposta para realização do Roteiro de Atividade 2: Colisão de bolinhas de mesma massa e massas diferentes. O objetivo deste roteiro é o estudo qualitativo da conservação da quantidade de movimento por meio de uma situação experimental envolvendo a colisão de bolinhas de mesma massa e massas diferentes. Foi passado novamente o link da atividade e em seguida mostrei aos alunos compartilhando a tela para melhor visualização da atividade. Os alunos assistiram os vídeos propostos e cada um respondiam o seu roteiro. Conseguimos gerar gráfico através das respostas dos alunos e em geral verificamos que a maioria dos alunos acertam e ainda existe aqueles erros e alguns que deixam em branco suas respostas. A primeira questão traz uma situação para que os alunos pensassem o que acontece quando dois corpos de mesma massa colidem frontalmente após a colisão? É importante procurar saber o pensamento do aluno em uma situação desse tipo, podemos considerar uma situação do dia a dia do aluno comparando com dois carrinhos colidindo da mesma forma. Alguns alunos conseguem responder sendo (64%) de acertos e alguns alunos erram com (36%). A segunda questão trata de uma situação-problema na forma de pergunta para estimular o pensamento do aluno em relação a colisão frontal de uma bicicleta e um caminhão relacionando as massas dos objetos. Notamos grande disposição (71%) em respostas corretas e a minoria não conseguiu responder (21%) e (7%) deixou em branco a questão. A terceira questão

novamente traz uma situação-problema na forma de uma pergunta para instigar o aluno a pensar sobre a situação proposta em relação aos conceitos físicos de massa e velocidade analisando quem possui maior quantidade de movimento o caminhão em repouso ou um carro em movimento? Podemos ver no gráfico que a maioria consegue acertar com (86%). Comportamento esse devido a familiarização da situação proposta de ter presenciado e tornando simples para responder comparando as velocidades dos objetos. Mesmo assim, tivemos uma minoria de alunos que não conseguiu com (7%) de erros. A quarta questão trata em saber se o aluno compreendeu como determina a quantidade de movimento lembrando da equação, por exemplo de uma bola de boliche rolando no chão e a ideia é que o aluno perceba que depende apenas do produto da massa e da velocidade. Para esse caso tivemos um acerto de (86%) e erros (7%) e em infelizmente em branco (7%), acredito que não conseguiu lembrar de como resolver esse problema. A quinta questão e última desse roteiro de atividades, traz dois patinadores de massas diferentes em repouso, quando um patinador empurra o outro o que acontece? Essa questão é de múltipla escolha, tem a finalidade de mostrar ao aluno um exemplo do cotidiano ou não, mas em que ele possa imaginar a situação e que aprimore o seu conhecimento que a quantidade de movimento é uma grandeza vetorial e que para essa situação um empurra o outro em sentidos opostos. Tivemos uma porcentagem de acertos de (64%) menor em relação as questões anteriores e uma parcela (29%) de erros e ainda deixado em branco (7%).

O Roteiro de atividades N°2 reforça o conceito de conservação da quantidade de movimento utilizando massas diferentes. Podemos notar através dos resultados obtidos que foi possível a aplicação das atividades propostas obtendo resultados positivos. A interação do aluno com a professora, do aluno com o material elaborado, contribui para que ocorra uma aprendizagem significativa sempre partindo dos conhecimentos prévios dos alunos.

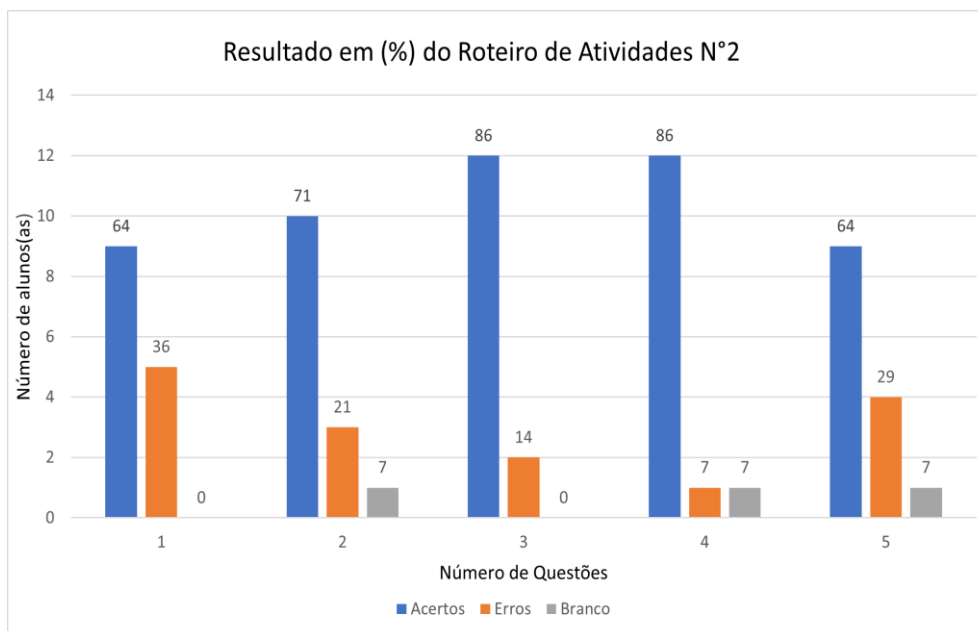


Gráfico 30- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°2. Fonte: Própria autora.

Na aula 5 foi trabalhado conteúdo de Colisões apresentando os tipos de Colisões e suas características utilizando slides. Após o conteúdo abordado tivemos a realização do Roteiro de Atividade 3: Produzindo batidas de carrinhos com mesma massa. O objetivo deste roteiro é simular situações que ilustram a conservação de quantidade de movimento de dois carrinhos quando sofrem colisões. Esse roteiro contém dois vídeos curtos e seis questões. As perguntas são baseadas pela observação dos vídeos. Na primeira questão o aluno deve descrever o que observou quando um carro está em repouso e outro carro está em movimento após a colisão, considerando massas iguais dos carros. Podemos observar que tivemos uma porcentagem de acertos (86%) e erros (14%). Na segunda questão todos os alunos acertaram a questão (100%) não tendo erros. Comportamento esse devido o vídeo ter sido gravado de forma clara e simples o que acontece com o carrinho branco e por isso tiveram êxito nessa questão. Na terceira questão trata de observar o comportamento dos carros em relação as velocidades antes da colisão, notando que eles possuem velocidades diferentes, um carro em repouso e outro em movimento. Tivemos (86%) uma porcentagem de acertos, porém tivemos (14%) de erros. Na quarta questão trata de observar o comportamento dos carros após a colisão, onde os alunos devem verificar que sentido dos carrinhos mudam com mesma velocidade. A maioria dos alunos acertaram com (93%) e a minoria não conseguiu com (7%). Na quinta questão trata de observar se a velocidade dos dois carrinhos após a colisão seja menor e iguais. Tivemos uma porcentagem de acertos (71%) e erros (29%). Na sexta questão é de múltipla escolha o aluno deve relacionar com o experimento do vídeo mostrado anteriormente sobre dois

corpos de massas diferentes, sendo um em repouso e outro em movimento, o que ocorre após a colisão dos carros. Observamos que tivemos (71%) de acertos e (29%) de erros.

O Roteiro de atividades N°3 trata dos tipos de colisões utilizando situações do dia a dia com batidas de carrinhos de mesma massa. A utilização da oficina pedagógica é um instrumento como metodologia que facilita o processo de ensino aprendizagem sobre vários aspectos reforçando o conhecimento prévio do aluno e a participação e interesse do aluno em querer se envolver em aprender um novo conteúdo é um fator importante na teoria de aprendizagem de Ausubel.

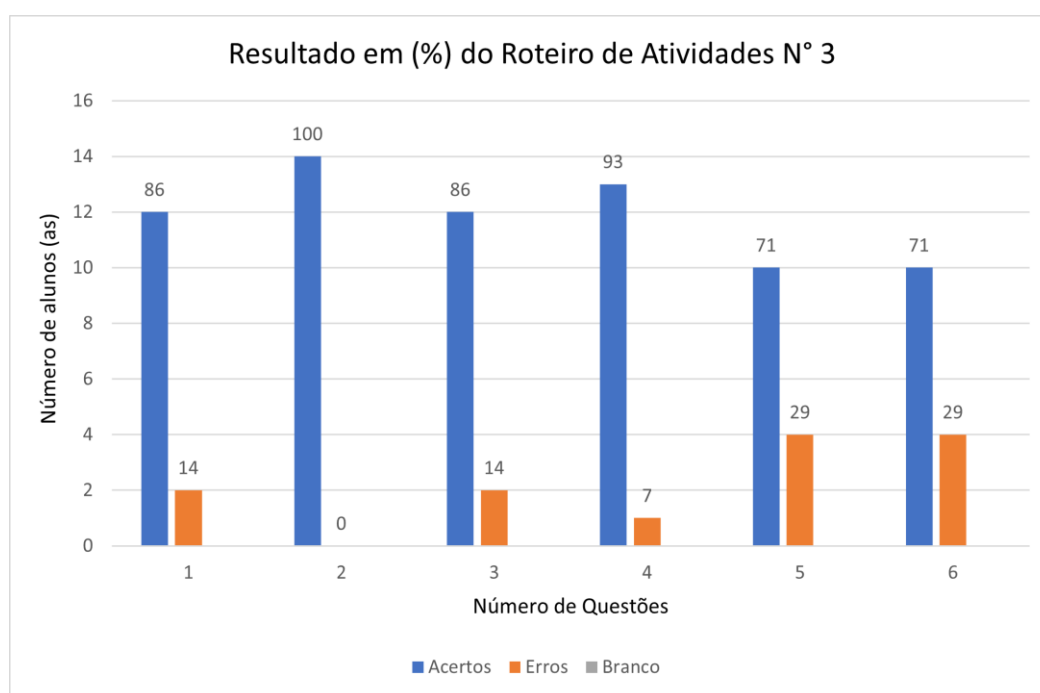


Gráfico 31- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°3. Fonte: Própria autora.

A aula 6 foi utilizada para a aplicação do Roteiro de Atividades N°4: Vivenciando Colisões de diferentes objetos com o solo. O objetivo desse roteiro é verificar se a colisão é Elástica ou Inelástica após o choque. Para esse roteiro utilizamos dois vídeos, a partir deles conseguimos extrair oito perguntas para estimular e aprimorar a aprendizagem dos alunos, existe toda uma sequência de perguntas para seguir, para que depois o aluno consiga descrever se a colisão é elástica ou inelástica. No Gráfico 32 podemos ver a quantidade de acertos e erros em porcentagem de todas as questões. A primeira questão é para descrever o que o aluno observou quando a bola de basquete e a bola de tênis é solta as na mesma altura após a colisão. Podemos observar que tivemos uma porcentagem de acertos (71%) e erros (29%). A segunda questão trata da velocidade da bola no topo antes

da colisão e verificamos que (71%) de acertos e erros (29%). A terceira questão trata de determinar a velocidade da bola quando colide no chão. Observamos uma porcentagem de acertos (64%) e erros (21%) e em branco (14%). A quarta questão o aluno deve comparar a altura máxima da bola após a colisão em relação à altura inicial. Conseguimos obter repostas corretas (86%) um bom aumento em relação as questões anteriores, comportamento esse devido a facilidade de visualização no próprio vídeo e de ser facilmente calculado. Mesmo assim tivemos uma pequena parcela de (14%) erros não conseguindo responder. A quinta questão é uma forma de facilitar como determinar o coeficiente de restituição em relação as alturas. Os resultados são representados em acertos de (79%), erros (7%) e infelizmente alguns alunos deixaram em branco com (14%). A sexta questão o aluno deve dizer qual tipo de colisão para essa situação da bola colidindo com o chão e verificamos que a maioria acerta com (86%) e a minoria erra com (14%) errando (7%) e deixando em branco (7%). A sétima questão se as bolas iriam chegar com a mesma velocidade no chão. Aqui conseguimos obter de repostas corretas (79%) e erros (29%). A oitava questão era mostrar ao aluno que a quantidade de movimento das bolas teria valores diferentes pois suas massas são diferentes. Conseguimos obter acertos (79%) e erros (14%) e (7%) em branco.

O Roteiro de atividades N°4 foi elaborado para verificar o tipo de colisão em uma situação presente na vida do aluno através da bola de basquete colidindo com o chão. Novamente partimos do conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aluno para mostrar ao aluno a possibilidade relacionar o que o aluno possui de conhecimento com o novo conhecimento. Podemos notar que o interesse do aluno em é evidente na participação do projeto obtendo resultados positivos.

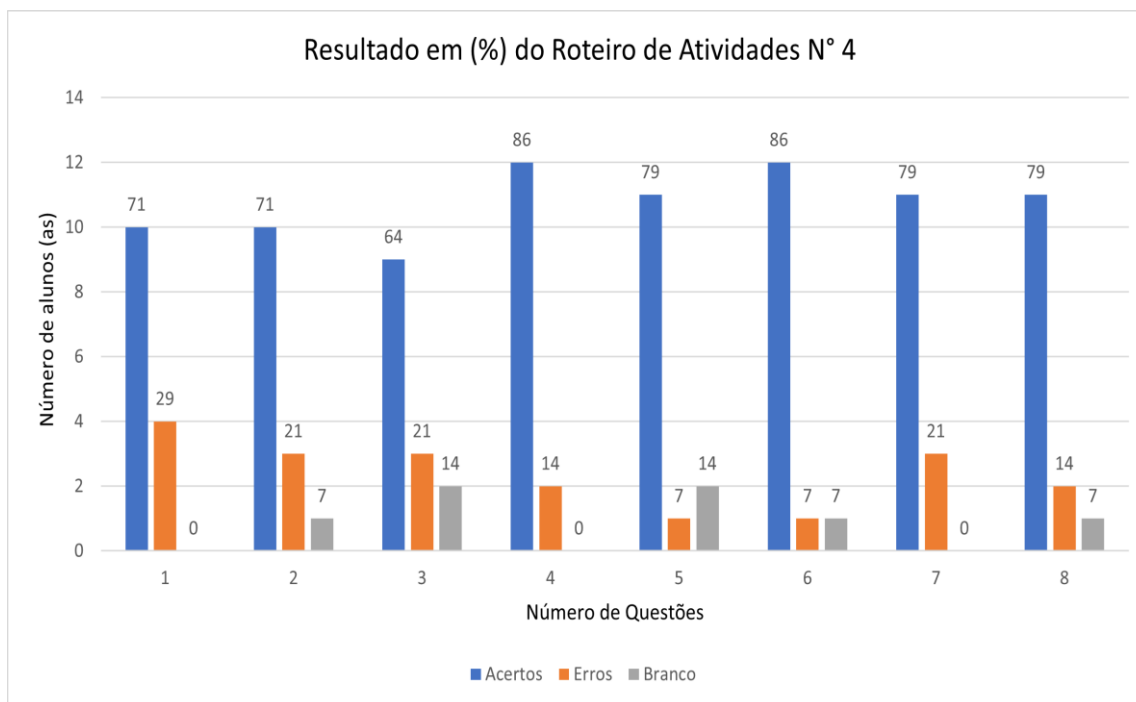


Gráfico 32- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°4. Fonte: Própria autora.

No Gráfico 33 temos o resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°5: Colisões utilizando Scratch. O objetivo desse roteiro é utilizar as simulações para mostrar que a quantidade de movimento do sistema é conservada, reforçando o uso das equações matemáticas. Nesse roteiro temos cinco vídeos e oito perguntas baseadas pelos vídeos. Os alunos observaram o comportamento dos blocos anotando os dados para determinar o que se pede na sequência. Na primeira questão temos uma colisão elástica de dois blocos. O aluno deve verificar que os blocos trocam suas velocidades. Podemos observar que tivemos respostas corretas da maioria (93%) e de erros (7%) sendo a minoria. Aqui de ser certa forma, nós conseguimos obter da maioria dos alunos mostrando que quantidade de movimento se conserva, que há troca de velocidade dos bloquinhos após a colisão conforme o vídeo. Na segunda questão temos uma colisão inelástica utilizando dois blocos. Tivemos acertos (71%) e uma parcela não conseguiu acertar com (29%) de erros. A terceira questão trata de o aluno determinar a velocidade da bola quando colide no chão, conseguimos (79%) de acertos e (21%) de erros. Na quarta questão o aluno analisa as alturas máxima após a colisão com o chão com a altura inicial, conseguimos (86%) acertos e (14%) erros. Na quinta questão temos (86%) acertos conseguiram determinar o coeficiente de restituição em relação às alturas, mas tivemos (7%) erros e (7%) em branco. Na sexta questão temos (93%) acertos sobre o tipo de colisão sendo inelástica, mas a

minoria não conseguiu acertar e obtemos (7%) erros. Na sétima questão temos (93%) acertos, os alunos souberam responder sobre a transferência da quantidade de movimento da bola de basquete para a bola de tênis, mas uma pequena parte não conseguir responder apresentando (7%) de erros. A oitava questão do roteiro trata de uma colisão bidimensional e de múltipla escolha sobre o ângulo formado conforme o vídeo mostrado. Notamos uma boa parte de acertos (79%), erros e (7%) em branco.

O Roteiro de atividades N°5 utiliza as simulações para mostrar que a quantidade de movimento do sistema é conservada, reforçando o uso das equações matemáticas. Podemos notar através dos resultados obtidos que foi possível a aplicação das atividades propostas obtendo resultados positivos.

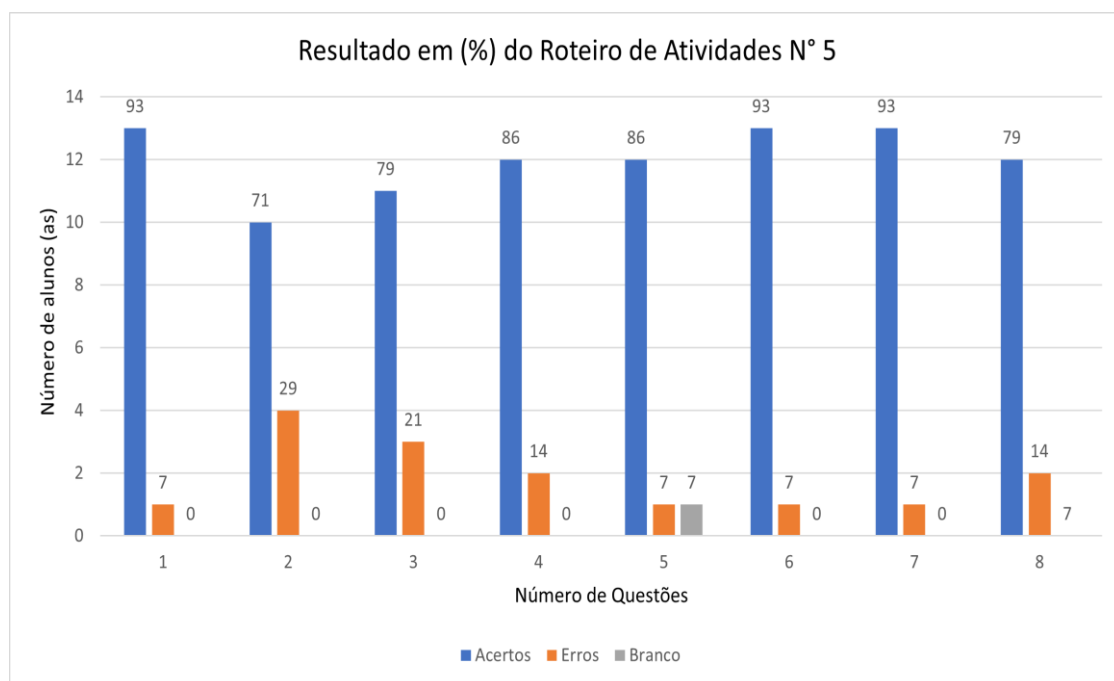


Gráfico 33- Resultado em (%) do Roteiro de Atividades N°5. Fonte: Própria autora.

É importante enfatizar que as condições essenciais da teoria de aprendizagem de Ausubel para que ocorra a aprendizagem significativa é que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, o material não significativo, isso quer dizer que não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, pois o que importa é o significado está no indivíduo, não nos materiais. É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem. As atividades propostas elaboradas por experimentos por vídeos e questionários contribui para que o aluno queira relacionar o que se sabe com o novo conhecimento. A outra condição importante é que o aluno deve

ter a predisposição para aprender um novo conteúdo, relacionando os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios. Quando essas condições acontecem de forma positiva significa que ocorre uma aprendizagem significativa. A partir dos resultados obtidos podemos notar nos gráficos que a oficina pedagógica contribui para que haja uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como intuito aplicar uma sequência didática contextualizando o conteúdo quantidade de movimento através de oficinas pedagógicas para séries do primeiro ano do ensino médio.

Quando se pensou nesta sequência didática, tinha como ideia em elaborar experimentos de baixo custo montados e aplicados pelos alunos, propondo um trabalho em equipe para aulas presenciais. Estes experimentos teriam roteiros de atividades para cada experimento proposto. O teórico escolhido foi David Ausubel. A teoria de David Ausubel se encaixou por dizer que a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar e ensinar de acordo) e as novas ideias podem ser aprendidas ou retidas, na medida em que os conceitos relevantes e inclusos estejam claras, disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e que funcionem como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos.

Um desafio foi proposto, em promover mudanças do produto educacional para aulas on line devido as aulas estarem suspensas pelo COVID-19 e assim foi feito. Os experimentos foram montados e depois gravados pela professora para que o aluno tivesse acesso com facilidade. Os vídeos foram colocados dentro de cada roteiro de atividade específico para conseguir responder as perguntas propostas. Os roteiros de atividades foram elaborados no google formulário, gerando um link para acesso. Também foi criado um site com os experimentos uma outra maneira de mostrar para os alunos.

No Pré-Teste tivemos algumas respostas corretas, outras erradas e deixadas em branco, isso foi preocupante em alguns conceitos básicos. Essa situação nos motivou a elaborar e trabalhar na melhor forma o conteúdo para obter resultado satisfatório no Pós-Teste (teste final que é igual ao Pré-Teste). Como a aplicação da sequência didática foi aplicada a distância, cada aula tinha um roteiro de atividades para os alunos e assim podemos ver a evolução individual de cada aluno dentro do contexto de ensino-aprendizagem.

Após estas aulas diferenciadas, com elaboração da oficina pedagógica, ver a transformação daqueles alunos em indivíduos ativos na construção de seus próprios conhecimentos mostrou mais uma vez que atividades atrativas podem despertar a curiosidade do aluno no conteúdo a ser trabalhado e, assim, promover prazer em aprender.

O projeto, como um todo, ocorreu satisfatoriamente para os alunos, mas, também para a professora mediadora, obtendo um grande crescimento profissional e podendo aplicar uma metodologia ao qual trabalhou dois anos para que desse certo. Com isso, espera-se que o produto criado nessa dissertação ajude outros professores a trazer cada vez mais alunos para o lado da ciência exata.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO M.; FINN, E.J. Física universitária fundamental, volume 1, Mecânica, segunda edição brasileira, São Paulo: Blucher, 2014.

ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula, v. 3, p. 67-100, 2004.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). Psicologia educacional. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

BOGDAN, R., BIKLEN, S. K. Investigação Qualitativa em Educação. Portugal: Porto Editora, 2013.

CANDAU, M. V.; SCAVINO, S. (Org.) Educar em direitos humanos: construir democracia. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

CARDOSO, R.C., COSTA, M.H.C., BRITTO, T.C., SOUSA, M. S., SANTOS, J. O. As oficinas educativas enquanto metodologia educacional. IV Congresso Nacional de Educação CONEDU. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA2_ID7223_11092017164955.pdf Acessado no dia 18 de fevereiro de 2020.

CHIZZOTTI, A. A Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais: Evolução e Desafios. Revista Portuguesa de Educação. Vol. 16, Nº 2, p. 221 – 236, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos. São Paulo: Cortês, 2002.

FARIA, E. Dicionário escolar latino-português. 6 ed. Rio de Janeiro: FAE, 1988.

FRANCISCO Jr, W. E., FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. Química Nova na Escola. Vol. 32, Nº 30, p. 34 – 41, 2008.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, L. M., GIESTA, S., GONÇALVES, F. P. Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: a Pesquisa Coletiva como Modo de Formação de Professores de Ciências. Ciência & Educação, Vol. 7, Nº 2, p.249 - 263, 2001.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*. Vol. 31, N° 03, p. 198 – 202, 2009.

HALLIDAY e RESNICK: Fundamentos de Física, volume 1, 9ª edição, 2011.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más Crítico ao Trabalho de Laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12, N° 3, p. 299 – 313, 1994.

MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. Em extensão, Uberlândia, 2008.

MOITA, F. M. G. S. C; ANDRADE, F. C. B. O saber de mão em mão: a oficina pedagógica como dispositivo para a formação docente e a construção do conhecimento na escola pública. *REUNIÃO ANUAL DA ANPED*, v. 29, p.16, 2006.

MOREIRA, M. A; Axt, R. (1992). “O papel da Experimentação no Ensino de Ciências”, *Tópicos em Ensino de Ciência*, São Paulo Distribuidora, São Paulo.

MOREIRA, H., CALEFFE, L. G. Metodologia da Pesquisa para o Professor Pesquisador. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

NASCIMENTO, S. M.; *et al.* Oficinas pedagógicas: Construindo estratégias para a ação docente – relato de experiência. *Rev Saúde Com*, v. 3, n. 1, p. 85-95, 2007.

PAVIANI, N. M. S; FONTANA, N. M. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. *Conjectura: Filosofia e Educação*, v. 14, n. 2, p. 77-88.

ROVELI C. Aristotle’s Physics: A Physicist's Look, *J. Am. Philos. Assoc.* 1, 23 (2015).

RODRIGUES, R. C. Estratégias de ensino e aprendizagem para modalidade de educação a distância. In: Congresso Internacional de Educação a Distância. 2007.

SILVEIRA, M.G.S.; SOARES, R.S.; COSTA, M. T.; LARA, S.; PESSANO, E.F.C.; PUNTEL, R. L.; FOLMER, V. Oficinas temáticas: Uma proposta de formação continuada de professores através da educação ambiental em escolas da rede pública no município de Uruguaiana-RS, Educação ambiental em ação, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3017> Acessado no dia 16 de dezembro de 2019.

Site leis de conservação do momento linear Disponível em:
<https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/colisoes/> Acessado
12/01/2021.

SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL, Aprendizagem. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM CONCEITO SUBJACENTE. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em 09 de março de 2020.

TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3369246/mod_resource/content/1/Capitulo%2010%20%20A%20teoria%20da%20aprendizagem%20significativa%20de%20Ausubel%20-%20Teorias%20de%20Aprendizagem%20-%20Moreira%2C%20M.%20A.pdf.

Acessado: 08 de março de 2020.

TIPPLER, P.A.; MOSCA G. Physics for Scientists and Engineers. 6ª edição 2008 by W. H. Freeman and Company All rights reserved.

VASCONCELLOS, C. S. Construção do conhecimento em sala de aula. 11 ed. São Paulo: Libertad, 2000.

VENTURA, P. C. S. e NASCIMENTO, S. S. “Laboratório Não Estruturado: uma abordagem do ensino experimental”. Cad. Cat. Ens. Fís., 9 (1): 54-60,1992.

VIEIRA, E; VOLQUIND, L. Oficinas de ensino: O quê? Por quê? Como. 4ª Ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

ZENAIDE, Maria Nazaré. Oficinas: Aprendendo e ensinando direitos Humanos. João Pessoa: Programa Nacional de Direitos Humanos/Secretaria da Segurança Pública do Estado da Paraíba/Conselho Estadual da Defesa dos Direitos do Homem e do Cidadão, 1999.

9. APÊNDICES -Produto Educacional

Apêndice A – Pré-Teste e Pós-Teste

Este questionário foi aplicado antes da aplicação do produto (relacionado aos conhecimentos prévios) e após a aplicação do produto (PÓS-TESTE). Este questionário foi aplicado de forma remota utilizando o google formulário.

Pré-teste: <https://forms.gle/jFzabWgusuAMywKa8>

Pós-teste: <https://forms.gle/ak7wvjMEawi34AVd8>

PRÉ - TESTE E PÓS-TESTE

Aluno (a):

Professora: Priscila Carvalho Série:..... Data:..../..../.....

1. O que você entende do termo Colisão? Explique.

R= *É quando dois corpos entram em contato (colidem) um no outro. É um choque, contato de dois ou mais corpos.*

2. Liste 3 situações e/ou atividades cotidianas que você observou Colisão em diversas situações.

R= *colisão de acidentes de carros, chute de uma bola, jogo de boliche, colisão de bolinhas de sinuca.*

3. O que é massa?

R= *Quantidade de matéria de um objeto. É uma medida da inércia que tem um corpo a mudar seu estado de movimento.*

4. O que é velocidade?

R= *Rapidez de um objeto juntamente com sua direção e seu sentido de movimento. É uma grandeza vetorial.*

5. O que você entende do termo Quantidade de Movimento?

R= *produto da massa pela velocidade de um objeto.*

6. Qual tem maior quantidade de movimento: Um caminhão pesado em repouso ou uma prancha de skate em movimento?

R= O skate em movimento tem uma quantidade de movimento maior porque apenas ele se move.

7. O que é Força? Cite um exemplo.

R= Qualquer influência que tende acelerar ou deformar um objeto. É uma quantidade de vetorial. Um empurrão ou puxão.

8. O que é Impulso? Cite um exemplo

R= Produto da força pelo intervalo de tempo durante o qual ela atua. Impulso produz uma variação na quantidade de movimento.

9. O que significa o termo Conservação?

R= Termo aplicado a qualquer quantidade física que permanece constante durante um evento ou ao longo do tempo.

10. O que significa dizer: conservação da quantidade de movimento?

R= Na ausência de força externa resultante, a quantidade de movimento de um objeto não é alterada.

11. O que você entende do termo: Colisão Elástica?

R= Colisão em que objetos envolvidos ricocheteiam sem que ocorram deformações permanentes, ou geração de calor. É conservada a energia cinética total do sistema de corpos envolvidos na colisão.

12. O que você entende do termo: Colisão Inelástica?

R= Colisão em que os objetos envolvidos ficam distorcidos ou produzem calor durante a mesma, possivelmente juntando-se.

13. Qual é a equação que nos permite calcular a Quantidade de Movimento de um corpo? O que significa cada termo da equação?

R= $Q = mv$, m representa a massa do corpo (kg), v representa a velocidade (m/s) e Q é a quantidade de movimento (kg m/s).

14. Em um dado instante as esferas de três pêndulos são deslocadas da esquerda para a direita colidindo com as outras duas esferas que inicialmente estavam paradas. O que vai acontecer com as três esferas colidirem com as outras duas esferas que estão em repouso?

R= Após a colisão as três últimas bolinhas irão se movimentar, percebendo que a conservação da quantidade de movimento antes é igual a conservação da quantidade de movimento depois.

Apêndice B - Questionário para Avaliação da Proposta

Link gerado no google formulário: <https://forms.gle/FChjvfnQj3wt8z9g6>

Aluno (a):

Professora: Priscila Carvalho Série:..... Data:...../...../.....

1. Você gosta de estudar Física? Por quê?

R=

2. Você considera importante aprender Física? Por quê?

R=

3. Você considera importante a utilização de experimentos como uma metodologia alternativa durante a aula? Por quê?

R=

4. Você gostou dos experimentos propostos? Por quê?

R=

5. Os experimentos contribuíram de alguma forma na sua formação como estudante e/ou como pessoa? Explique.

R=

6. O que você mais gostou dos experimentos? Justifique.

R=

7. Existe alguma coisa da qual você não gostou nos experimentos? Explique.

R=

8. Você encontrou dificuldades em realizar as atividades (roteiro de atividades)? Em caso positivo, de que tipo?

R=

9. Registre aqui sua opinião, crítica e/ou sugestões sobre os experimentos?

R=

10. Você acha que o uso de vídeos nas aulas de Física pode facilitar o entendimento do conteúdo?

- a) Sim facilita, muito
- b) Não facilita e nem dificulta
- c) Ajudou para compreensão dos conteúdos
- d) Ajudou a decorar as fórmulas
- e) Não facilita

11. Você acha que os vídeos feitos a partir de situações reais demonstram que a Física está presente no nosso cotidiano? Por quê?

R=

12. Expresse sua opinião atribuindo uma nota de zero a dez sobre as atividades realizadas com o uso dos experimentos por vídeos.

Apêndice C – Roteiro de Atividades

ROTEIRO DE ATIVIDADES

Os roteiros de atividades foram desenvolvidos para os alunos 1º ano do ensino médio, de forma simples para que sejam capazes de compreender, associar, assimilar os conceitos sobre Quantidade de Movimento através de experimentos simples de Física, apresentados na forma de vídeos e algumas simulações utilizando o programa Scratch para que assim o aluno consiga responder os roteiros de atividades. Com o acompanhamento do professor, os alunos devem assistir os vídeos dos Experimentos 1, 2, 3e 4 depois passar para o roteiro de atividades para responder as perguntas referente a cada experimento. Para responder o roteiro de atividades do Experimento 5, deve assistir os vídeos, dos experimentos feito pelo simulador Scratch, anotando os dados necessários para responder as questões.

Link do Site com todos os roteiros de atividades:

<https://prijbcarvalho.wixsite.com/website>

ROTEIRO DE ATIVIDADES Nº 1

Link gerado no google formulário: <https://forms.gle/kqVFrZneD7Tmqsa97>

Tema: Conservação da Quantidade de Movimento

Conteúdo Envolvido: Massa e velocidade

EXPERIMENTO 1: Transferindo movimento: Pêndulo de Newton.

OBJETIVO: Abordar qualitativamente de forma intuitiva a conservação da quantidade de movimento.

INTRODUÇÃO

Os conceitos que explicam o funcionamento do pêndulo de Newton são: a conservação de energia e o momento linear. A lei da conservação de energia afirma que a energia não pode ser criada ou destruída. Ela sempre será transformada em outra, com sua quantidade total permanecendo constante. Esse é o principal princípio que precisamos utilizar para explicar o pêndulo de Newton.

Quando soltamos a esfera da extremidade para fazer com que ela colida com as outras, ela adquire energia potencial gravitacional. Essa energia depende da massa da esfera m ,

da aceleração da gravidade g e da altura H em que é solta a esfera. Sendo assim, temos a seguinte equação para a energia potencial gravitacional:

$$E_{pg} = mgH$$

Sendo que:

E_{pg} é a energia potencial gravitacional, unidade em Joule (J);

m é a massa, unidade em quilogramas (kg);

g é a aceleração da gravidade, unidade em metros por segundo ao quadrado (m/s^2);

H é a altura, unidade em metro (m).

Quando a esfera colide com as outras esferas, a energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética. Esta energia é repassada para todas as outras esferas até chegar à última. Ao chegar à última esfera, a energia cinética faz com que ela ganhe impulso e suba até certa altura. E quando a esfera atinge a altura máxima, ela já não tem mais energia cinética, já que a sua velocidade é zero. O que era energia cinética é transformada novamente em energia potencial gravitacional e, assim, temos um ciclo da transformação da energia no experimento.

A energia cinética E_c é representada pela seguinte fórmula:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Sendo que:

E_c é a energia cinética, unidade em Joule (J);

m é a massa, unidade em quilograma (kg);

v é a velocidade, unidade em metro por segundo (m/s).

O momento linear é conhecido também como a quantidade de movimento de um corpo. Depende tanto da sua massa como da sua velocidade. Sendo assim, temos a seguinte equação do momento linear \vec{Q} :

$$\vec{Q} = m\vec{v}$$

Sendo que:

Q é a quantidade de movimento, unidade em quilograma multiplicado por metro por segundo $kg \cdot \frac{m}{s}$;

m é a massa, unidade em quilograma kg ;

v é a velocidade, unidade em metro por segundo $\frac{m}{s}$.

Quando a esfera que é solta e colide nas outras esferas, tem sua energia potencial gravitacional transformada em cinética, ela tem uma certa quantidade de movimento. Essa quantidade de movimento é repassada para as outras esferas até chegar à última. Essa quantidade de movimento deve ser constante, sendo assim, ele não aumenta nem diminui durante a passagem de uma esfera para a outra. No fim, temos o mesmo valor para a quantidade de movimento que tínhamos no início. Como esse não é um sistema ideal, com o passar do tempo ele vai perdendo energia até voltar ao seu estado estático inicial.

A equação para esse procedimento pode ser escrita como:

$$Q_i = Q_f$$

$$E_i = E_f$$

sendo:

Q_{i1} é o momento linear inicial, unidade em Newton multiplicado por segundo $N \cdot s$;

Q_{if} é o momento linear final, unidade em Newton multiplicado por segundo $N \cdot s$;

E_i é a energia cinética inicial, unidade em Joule J ;

E_f é a energia cinética final, unidade em Joule J .

EQUIPAMENTO:

Caro aluno, você terá a sua disposição um pequeno vídeo que mostra o experimento do Pêndulo de Newton para mostrar de forma qualitativa a conservação da quantidade de movimento.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Assista ao vídeo do experimento 1 (Transferindo movimento - Pêndulo de Newton), pausando e assista quantas vezes for necessário. Neste vídeo a esfera colide com outras esferas para mostrar que a quantidade de movimento se conserva. Observe cada momento do vídeo e responda os seguintes itens abaixo:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 1:

<https://youtu.be/hssNIFEKBqs>

<https://youtu.be/sH27BlzA9iY>



AGORA PENSE E RESPONDA:

1º) Explique o comportamento das demais esferas quando apenas uma esfera é solta?

R= *Somente a última bola irá se movimentar, saindo com a velocidade igual à bola que colidiu com a primeira. A conservação da quantidade de movimento antes é igual a conservação da quantidade de movimento depois.*

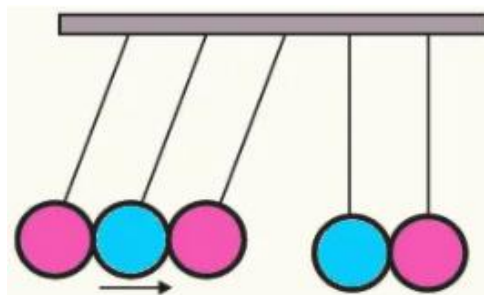
2º) Explique o comportamento das demais esferas quando apenas duas esferas é solta?

R= *Somente as duas últimas bolas irão se movimentar, saindo com a velocidade igual que colidiu com a primeira. A conservação da quantidade de movimento antes é igual a conservação da quantidade de movimento depois.*

3º) O que você observou em comum para cada situação vista anteriormente?

R= *A conservação da quantidade de movimento antes é sempre igual a conservação da quantidade de movimento depois.*

4. Em um dado instante as esferas de três pêndulos são deslocadas da esquerda para a direita colidindo com as outras duas esferas que inicialmente estavam paradas. O que vai acontecer com as três esferas colidirem com as outras duas esferas que estão em repouso?



R= *Após a colisão as três últimas bolinhas irão se movimentar, percebendo que a conservação da quantidade de movimento antes é igual a conservação da quantidade de movimento depois.*

ROTEIRO DE ATIVIDADES Nº 2

Link gerado no google formulário: <https://forms.gle/bosbTTFWSBiRGA2A6>

Tema: Quantidade de Movimento

Conteúdo Envolvido: massa, velocidade, Quantidade de movimento.

EXPERIMENTO 2: Colisão das Bolinhas de Aço.

OBJETIVO: Estudo qualitativo da conservação da quantidade de movimento por meio de uma situação experimental envolvendo a colisão de bolinhas de mesma massa e massas diferentes.

EQUIPAMENTO:

Caro aluno, você terá a sua disposição um pequeno vídeo que mostra o experimento Colisão de Bolinhas de Aço com massas iguais e diferentes para mostrar quantidade de movimento de forma qualitativa.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Assista ao vídeo 2 (Colisão das Bolinhas de Aço), pausando e assista quantas vezes for necessário. Neste vídeo o experimento mostra a colisão das bolinhas de aço com massas iguais e diferentes. O objetivo deste experimento é mostrar que a colisão de uma esfera com menor massa deslocará com maior velocidade e a esfera com maior massa se deslocará com menor velocidade, demonstrando assim a conservação da quantidade de movimento do sistema. Observe cada momento do vídeo e responda os seguintes itens abaixo:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 2 (Massas iguais)

<https://youtu.be/9AEewz6IInQ> (1 bolinha colidindo com outras bolinhas)

<https://youtu.be/EI-JPIab5vE> (2 bolinhas colidindo com outras bolinhas)

<https://youtu.be/MLvG0VVP5QM> (3 bolinhas colidindo com outra)



AGORA PENSE E RESPONDA:

1. Em uma colisão frontal de dois corpos com mesma massa, o que ocorre com os dois corpos após a colisão? Marque uma alternativa.

- a) Os corpos irão se movimentar no mesmo sentido;
- b) Os corpos irão se movimentar em sentido oposto;
- c) Os dois corpos irão parar;
- d) Um corpo irá parar e o outro se movimentar.

R=Letra b

VÍDEO DO EXPERIMENTO 2 (Massas diferentes)

<https://youtu.be/QmJsgEOn29k> (massa maior movimento)

https://youtu.be/YDB9rbze_Xo (massa menor em movimento)



AGORA PENSE E RESPONDA:

1. Em uma colisão frontal entre um carro e uma bicicleta, o que aconteceria com a bicicleta baseado no que você observou no Experimento 2?

R= Devido a bicicleta ter a massa menor, esta ganha maior velocidade após a colisão.

2. Qual tem maior quantidade de movimento: Um caminhão pesado em repouso ou uma prancha de skate em movimento?

R= O skate em movimento tem uma quantidade de movimento maior porque apenas ele se move.

3. Qual é a quantidade de movimento de uma bola de boliche de 8 kg que rola a 2 m/s?

R= $Q = 8 \cdot 2 = 16 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

4. Dois patinadores com massas diferentes estão em uma pista de gelo de mãos dadas em repouso. Despreze o atrito. Um patinador empurra o outro, o que irá acontecer? Marque uma alternativa.

- a) Os dois patinadores irão se deslocar em sentidos opostos;
- b) O patinador que empurrou ficará parado e o outro se deslocará para trás;
- c) O patinador que empurrou se deslocará para trás e o outro ficará parado;
- d) Nada irá acontecer.

R= Letra a

ROTEIRO DE ATIVIDADES Nº 3

Link gerado no google formulário: <https://forms.gle/8w2LQdjwYi9BmLJw9>

Tema: Colisões

Conteúdo Envolvido: Quantidade de Movimento, Velocidade

EXPERIMENTO 3: Produzindo batidas de carrinhos com mesma massa.

OBJETIVO: Simular situações que ilustram a conservação de quantidade de movimento de dois carrinhos quando sofrem colisões.

EQUIPAMENTO:

Caro aluno, você terá a sua disposição um pequeno vídeo que mostra o Experimento 3 situações que ilustram de forma qualitativa a conservação de quantidade de movimento de dois carrinhos quando sofrem colisões de mesma massa.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Assista ao vídeo 3 (Produzindo batidas de carrinhos com mesma massa), pausando e assista quantas vezes for necessário. Neste vídeo o carrinho esfera colide com outro carrinho de mesma massa em diversas situações para mostrar que a quantidade de movimento se conserva. Observe cada momento do vídeo e responda os seguintes itens abaixo:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 3:

<https://youtu.be/WzIL-dJuRuU>



AGORA PENSE E RESPONDA:

Em relação ao 1º momento do experimento 3:

1. Considere dois carrinhos de mesma massa em uma pista lisa e horizontal. Um está em repouso e outro é lançado provocando uma colisão frontal. Descreva o que você observou no experimento 3 (1º momento) após a colisão?
R= *Após a colisão dos dois carrinhos, o primeiro carrinho que estava em movimento transfere a sua velocidade ao segundo carrinho que estava parado e esse sai com a velocidade inicial do primeiro carrinho.*

2. O que você observou após a colisão, em relação ao carrinho branco?
R= *Após a colisão dos dois carrinhos, o carrinho branco ficou em repouso.*

3. A velocidade do carrinho branco é igual a velocidade do carrinho azul antes da colisão?

R= *Antes da colisão dos dois carrinhos, o carrinho azul estava em repouso (velocidade igual a zero) e o carrinho branco estava em movimento (velocidade diferente de zero).*

Em relação ao 2º Momento do experimento 3:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 3:

<https://youtu.be/BCY6FPbqILA>



AGORA PENSE E RESPONDA:

4. Considere 2 (dois) carrinhos numa superfície sem atrito e horizontal. O que você observou no 2º momento após a colisão?

R= *Após a colisão frontal, os dois carrinhos se distanciam um do outro (se repelindo) mudando de sentido com a mesma velocidade.*

5. A velocidade dos dois carrinhos é igual após a sua colisão?

R= *Após a colisão os carrinhos saem com uma velocidade menor e igual.*

6. Em uma colisão frontal de dois corpos com massas diferentes, sendo a massa do corpo 1 maior que a massa do corpo 2 ($m_1 > m_2$), o corpo 1 em movimento e corpo 2 em repouso, o que ocorre com os dois corpos após a colisão? Marque uma alternativa.

- a) Os corpos irão se movimentar no mesmo sentido;
- b) Os corpos irão se movimentar em sentido oposto;
- c) O corpo de massa m_1 vai parar e o corpo de massa m_2 vai se movimentar para frente;
- d) O corpo de massa m_1 vai voltar e o corpo de massa m_2 vai se movimentar para frente;

R= *Letra c*

ROTEIRO DE ATIVIDADES Nº 4

Link gerado no google formulário: <https://forms.gle/g7s58U6djopwi6qUA>

Tema: Colisões

Conteúdo Envolvido: Tipos de Colisões

REFERÊNCIA -LUZ D. A. Ensino de Física e a escola do campo: Importância das atividades experimentais, 2016. -COPELLI, A. C.; TOSCANO, C.; TEIXEIRA, D. R.; SILVA, I. S. *et al* GREF-Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Instituto de Física da USP, 1998.

EXPERIMENTO 4: Vivenciando Colisões de diferentes objetos com o solo. (Uma dimensão).

OBJETIVO: Verificar se a colisão é Elástica ou Inelástica após o choque; E se a massa influencia nesse processo.

EQUIPAMENTO: Caro aluno, você terá a sua disposição um pequeno vídeo que mostra o Experimento 4 para você determinar o tipo de colisão para essa situação.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Assista ao vídeo 4 (Vivenciando Colisões de diferentes objetos com o solo. (Uma dimensão), pausando e assista quantas vezes for necessário. Neste vídeo o experimento mostra a colisão da bola de basquete com o solo. O objetivo deste experimento é que você determine o tipo de colisão da bola de basquete com o solo. Observe cada momento do vídeo e responda os seguintes itens abaixo:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 4:

<https://youtu.be/fzZGfsLt2z4> (1º MOMENTO - Bola de basquete colidindo com o chão)



AGORA PENSE E RESPONDA:

1. Em relação ao 1º momento do experimento 4, descreva o que você observou quando a bola de basquete e a bola de tênis é solta as na mesma altura após a colisão.

R= *Quando as duas bolinhas entram em contato com o solo é observado uma colisão inelástica. Após o choque (contato com o chão) as duas bolas subirão atingindo uma altura máxima, menor que altura inicial. A bola de tênis atinge uma altura maior que a bola de basquete, observação: desconsiderando a característica do material.*

Adotando a altura de uma pessoa de 1,80 m, responda:

2. Qual a velocidade inicial da bola quando está na altura de 1,80 m? R= *Como está em repouso, a velocidade inicial é zero.*

3. Qual é a velocidade v da bola quando colide no solo? R= $v_{1i} = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 1,80} = 5,93 \text{ m/s}$.

4. Após a colisão a altura máxima $H_{\text{máx}}$ da bola é igual, maior ou menor à altura inicial H ? Explique. R= $H_{\text{máx.}} = \frac{v^2}{2g}$

$$H_{\text{máx.}} = \frac{(5,93)^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$H_{\text{máx.}} = 1,79 \text{ m}$$

5. Determine o coeficiente de restituição.

$$R = e = \sqrt{\frac{H_{\text{máx.}}}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,79}{1,80}}$$

$$e = 0,99$$

6. Qual é o tipo de Colisão para essa situação?

R= *Colisão Inelástica, pois após a colisão é observado que a altura máxima é menor que a altura inicial tendo uma perda de energia cinética. O coeficiente de restituição conforme calculado é maior que zero e menor que um ($0 < e < 1$) que é uma característica de uma colisão inelástica.*

7. Ainda sobre o 1º momento, as bolas irão chegar ao solo com a mesma velocidade? Justifique.

R= *Sim, a massa não influencia na velocidade e nem no tempo da queda.*

8. A quantidade de movimento para a bola de basquete e de tênis é igual ou diferente durante a colisão com o chão? Justifique.

R= *A quantidade de movimento das bolas durante a colisão são diferentes devido à massa, apesar de a velocidade ser a mesma para todas as bolas.*

2º Momento do Experimento 4:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 4 (2º MOMENTO):

https://youtu.be/5sRV_eYQ60k (2ºMOMENTO Colisão basquete+tênis)



AGORA PENSE E RESPONDA:

1. Em relação ao 2º momento, a bola de tênis foi colocada em cima da bola de basquete e solta juntas. Descreva o que você observou quando as bolas colidiram com o solo.

R= *Após a colisão a bola de tênis saltou com uma altura maior em relação a altura inicial antes da colisão. Isso ocorre devido a transferência da quantidade de movimento da bola de basquete para a bola de tênis.*

2. Em relação ao 2º momento, por que a bola de tênis ganha uma altura muito maior que a bola de basquete?

R= Quando o conjunto (bola de basquete + bola de tênis) colide no chão, é observado após a colisão com o chão que a quantidade de movimento da bola de basquete após é transferida para a bola de tênis, assim adquire aumento de velocidade e portanto sua altura é bem maior que a altura inicial.

ROTEIRO DE ATIVIDADES Nº 5

Link gerado no google formulário: <https://forms.gle/v1WVvCoPWovrZmkj9>

Tema: Conservação da quantidade de movimento

Conteúdo Envolvido: Tipos de Colisões e conservação da quantidade de movimento

EXPERIMENTO 5: Colisões utilizando programa Scratch

OBJETIVO: Utilizar as simulações mostrar que a quantidade de movimento do sistema é conservada, reforçando o uso das equações matemáticas.

EQUIPAMENTO: Caro aluno, você terá a sua disposição um pequeno vídeo que mostra o Experimento 5 para você determinar o tipo de colisão para essa situação.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Assista ao vídeo 5 (Colisões utilizando programa Scratch), pausando e assista quantas vezes for necessário. Nestes vídeos os experimentos seguem a sequência mostrando a

colisão de blocos com mesma massa, bola de basquete e tênis, colisão de bolinhas em duas dimensões. O objetivo destes experimentos é utilizar as simulações mostrar que a quantidade de movimento do sistema é conservada. Reforçar o uso das equações matemáticas. Observe cada momento do vídeo e responda os seguintes itens abaixo:

VÍDEO DO EXPERIMENTO 5

Colisão Elástica com um alvo em repouso: <https://youtu.be/pAvU0CwUFUk>



AGORA PENSE E RESPONDA:

1. O bloco 1 com massa $m_1 = 5 \text{ kg}$ se move com velocidade $v_1 = 10 \text{ m/s}$ ao longo do eixo x, antes de colidir com o bloco 2 que está inicialmente em repouso. A massa do bloco 2 é a mesma do bloco 1. Os dois corpos se movem após a colisão. Após a colisão, qual a velocidade final do bloco 2?

$$Q_i = Q_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$m_1 v_{1i} = m_2 v_{2f}$$

$$5 \cdot 10 = 5 v_{2f}$$

$$v_{2f} = \frac{50}{5}$$

$$v_{2f} = 10 \text{ m/s}$$

Colisão Inelástica: <https://youtu.be/4V3Tpdv17jg>



AGORA PENSE E RESPONDA:

2. O bloco 1 com massa $m_1 = 5 \text{ kg}$ se move com velocidade $v_1 = 30 \text{ m/s}$ ao longo do eixo x, antes de colidir com o bloco 2. O bloco 2 está em movimento com velocidade de $v_1 = 5 \text{ m/s}$ ao longo do eixo x. A massa do bloco 2 é a mesma do bloco 1. Os dois corpos se movem juntos após a colisão. Após a colisão, qual a velocidade do sistema (bloco 1 + bloco 2)?

$$Q_i = Q_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$5 \cdot 30 + 5 \cdot 5 = 5v + 5v$$

$$175 = 10v$$

$$v = 17,5 \text{ m/s}$$

Queda livre (bola de basquete com o chão): <https://youtu.be/g2eYQ4KVKDk>



AGORA PENSE E RESPONDA:

Veja, bola está a uma altura de 200 m, a partir disto, Determine:

3. A velocidade v da bola quando colide no solo? $R= v_{1i} = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 200} = 62,60 \text{ m/s}$.

4. Após a colisão a altura máxima $H_{\text{máx}}$ da bola é igual, maior ou menor à altura inicial H ? Explique. $R= H_{\text{máx.}} = \frac{v^2}{2g}$

$$H_{\text{máx.}} = \frac{(62,60)^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$H_{\text{máx.}} = 199,93 \text{ m}$$

5. Determine o coeficiente de restituição.

$$R= e = \sqrt{\frac{H_{\text{máx.}}}{H}}$$

$$e = \sqrt{\frac{199,93}{200}}$$

$$e = 0,99$$

6. Qual é o tipo de Colisão para essa situação?

R= Colisão Inelástica, pois após a colisão é observado que a altura máxima é menor que a altura inicial tendo uma perda de energia cinética. O coeficiente de restituição conforme calculado é maior que zero e menor que um ($0 < e < 1$) que é uma característica de uma colisão inelástica.

Queda livre (Bola de basquete e tênis juntas): <https://youtu.be/H1uPhsY-MF4>



AGORA PENSE E RESPONDA:

7. Por que a bola de tênis após a colisão salta com uma altura maior que a bola de basquete?

R= Porque há transferência de quantidade de movimento da bola de basquete para a bola de tênis.

Colisão de duas esferas em 2 dimensões: <https://youtu.be/tghLXwcrEg>



AGORA PENSE E RESPONDA:

8. Uma esfera A colide em outra esfera B que está em repouso. As esferas possuem a mesma massa. No momento da colisão, após a colisão é observado que as esferas apresentam:

- a) direções perpendiculares ($\theta = 90^\circ$)
- b) a mesma direção ($\theta = 0^\circ$)
- c) não pode ser verificado
- d) N.D.A

R= letra a

Apêndice D - Guia dos Experimentos

EXPERIMENTO 1 – PÊNDULO DE NEWTON

Caro professor, este guia tem por objetivo apresentar uma proposta para enriquecer as aulas e contribuir com seu planejamento didático. Este guia apresenta uma explicação simples de como montar os experimentos. O objetivo aqui é propor atividades experimentais, cabendo ao professor acrescentar ou retirar ao conteúdo.

OBJETIVO: Estabelecer uma discussão qualitativa sobre a quantidade de movimento e sua conservação.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 4 Esferas de aço de mesmo tamanho (mesma massa);
- Pedacos de madeira ou mdf;
- Linha de anzol (fina);
- 1 Tubo de cola Instantânea;
- 1 Régua de 30 cm;

MONTAGEM DO APARATO EXPERIMENTAL:

Primeiramente monte uma estrutura de madeira (ou mdf) utilizando cola instantânea conforme a montagem do experimento 1.



Montagem do experimento 1- Esquema da montagem da estrutura experimento:
Pêndulo de Newton (FEITO PELA AUTORA)

Corte pedaços de fio conforme a quantidade de esferas que será utilizada para montar o experimento. Aqui vamos utilizar 4 esferas de aço no tamanho de 2cm e 4 pedaços de fio de mesmo tamanho aproximadamente 42 cm para cada esfera. Em seguida, cole uma esfera bem no centro de cada fio utilizando cola instantânea para fixar bem. Cole uma das pontas de todos os fios do mesmo lado do suporte na parte superior, a uma distância do diâmetro das esferas que foram utilizados para a montagem do aparato experimental. Após colar a outra ponta dos fios no outro lado do suporte, ajuste de forma que as esferas fiquem bem alinhadas e a mesma altura para proporcionar um melhor aperfeiçoamento do fenômeno que será observado de acordo com a montagem do experimento 1.1.



Montagem do experimento 1.1-Experimento: Pêndulo de Newton (FEITO PELA
AUTORA)



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

1º) Após montar o experimento, eleve uma esfera e solte, observando o comportamento realizado sobre as outras esferas, de forma que esteja alinhada com as outras esferas. Após soltar a esfera, deixe que o sistema movimente-se livremente até parar o movimento;

2º) Eleve duas esferas e solte, observando o comportamento realizado sobre as outras esferas. Após soltar as esferas, deixe que o sistema movimente-se livremente até parar o movimento;

3º) Eleve três esferas e solte, observando o comportamento realizado sobre as outras esferas. Após soltar as esferas, deixe que o sistema movimente-se livremente até parar o movimento;

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

LUZ D. A. Ensino de Física e a escola do campo: Importância das atividades experimentais, 2016.

EXPERIMENTO 2: Colisão de Bolinhas de Aço.

OBJETIVO: Construir um experimento de forma de baixo custo sobre a quantidade de movimento, para promover discussão qualitativamente envolvendo o conceito de massa, velocidade e conservação da quantidade de movimento das esferas de aço com mesma massa e massas diferentes.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

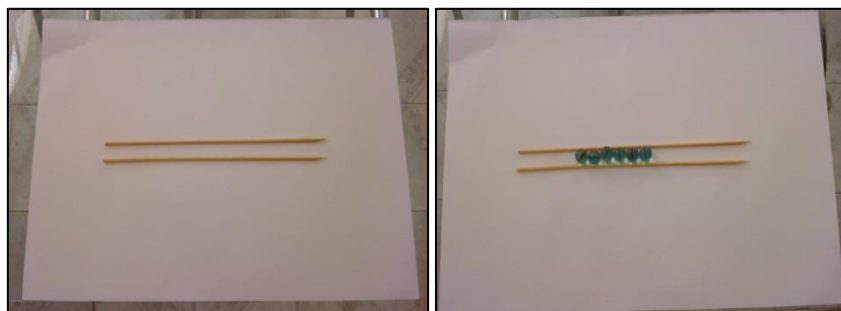
- 1 Folha de Cartolina;
- 5 bolinhas de mesma massa;
- 1 bolinha de aço massa maior;
- 1 bolinha de aço massa menor;
- 2 Palitos Finos (espeto);
- 1 Cola Instantânea;
- 1 Tesoura sem ponta;
- 1 Lápis;
- 1 Régua de 30 cm;

MONTAGEM DO APARATO EXPERIMENTAL:

No primeiro momento pegue a cartolina corte com a tesoura ao meio, utilize a metade da folha de cartolina. Em seguida pegue dois palitos e cole na folha de cartolina de forma

que tenha espaço para colocar as bolinhas de aço entre os dois palitos, para que as bolinhas se movimentem em uma direção. Coloque as bolinhas entre os dois palitos de acordo com a montagem do experimento 2 abaixo, agora siga o próximo passo.

Observação: Caso não consiga colar direto o palito na folha de cartolina, utilize lápis e régua para desenhar a reta entre as bolinhas de gude e em seguida cole o palito em cima da reta desenhada.



Montagem do experimento 2- Esquema da montagem do experimento: Colisão de bolinhas de aço com massas diferentes (FEITO PELA AUTORA).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

1º) Após montar o experimento, inicialmente aplique uma força na bolinha deixando-a rolar para que atinja a bolinha de massa maior ocorrendo colisão e observe o comportamento das bolinhas.

2º) Em seguida aplique uma força na bolinha deixando-a rolar para que atinja a bolinha de massa menor ocorrendo colisão e observe o comportamento das bolinhas.

3º) Este experimento pode ser aplicado após a conversa com os alunos sobre o conteúdo. Passe o roteiro de atividades aos alunos e peça que responda o Agora pense e responda.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

Disponível em:

https://books.google.com.br/books?id=AOSdDwAAQBAJ&pg=SA1PA72&lpg=SA1PA72&dq=Conserva%C3%A7%C3%A3o+do+momento+LINEAR+EXPERIMENTOS+DE+BAIXO+CUSTO&source=bl&ots=XLU3xiu_gN&sig=ACfU3U3ihSLqz7Yc3J2QG5_HJ5qzueMImQ&hl=ptBR&sa=X&ved=2ahUKEwiP4YrHi7vmAhXCLLkGHsVC A6oQ6AEwDXoECCkQAQ#v=onepage&q&f=false acessado no dia 15/12/2019.

EXPERIMENTO 3: Produzindo batidas de carrinhos com mesma massa.

OBJETIVO: Simular situações que ilustram a conservação de quantidade de movimento de dois carrinhos quando sofrem colisões.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 1 Folha de Cartolina;
- Carrinhos de mesmo tamanho (mesma massa);
- Mãos firmes.

MONTAGEM DO APARATO EXPERIMENTAL:

Utilize a cartolina como sendo a base dos carrinhos. Deixe os carrinhos separados por uma distância em repouso. Seguindo o procedimento experimental.



Montagem do experimento 3- Esquema da montagem do experimento 3:
Produzindo batidas de carrinhos com mesma diferentes (FEITO PELA



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

1º Momento: Mantenha os dois carrinhos em repouso e separados uma distância. Em seguida, lance um carrinho provocando uma colisão frontal com o outro carrinho conforme o esquema do experimento 3 abaixo.



**Faça um carrinho bater no outro,
parado logo à sua frente.**

Esquema do experimento 3- Esquema do experimento no 1º momento: Carrinho de trás em movimento provocando colisão com outro carrinho da frente que está em repouso. (GREF-Grupo de Reelaboração do Ensino de Física)

2º Momento: Novamente mantenha os dois carrinhos em repouso e separados uma distância. Agora lance os dois carrinhos ao mesmo tempo um de encontro ao outro, provocando uma colisão frontal, conforme o esquema do experimento 3.1.



**Faça-os bater de frente, ambos
com a mesma velocidade.**

Esquema do experimento 3.1- Esquema do experimento no 2º momento: Dois carrinhos um de encontro ao outro com mesma velocidade provocando uma colisão frontal. (GREF-Grupo de Reelaboração do Ensino de Física)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COPELLI, A. C.; TOSCANO, C.; TEIXEIRA, D. R.; SILVA, I. S. *et al* GREF-Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Instituto de Física da USP, 1998.

EXPERIMENTO 4: Vivenciando Colisões de diferentes objetos como solo.

OBJETIVO: Estabelecer uma discussão qualitativa e quantitativa verificando se a colisão é Elástica ou Inelástica após o choque;

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 1 Bola de Basquete;
- 1 Bola de Tênis;
- 1 Bola de pingue-pongue;

MONTAGEM DO APARATO EXPERIMENTAL:

Esta atividade experimental é bem simples. Trabalharemos com massas diferentes. Escolha uma altura que seja acima do solo (chão), para as bolas sejam soltas simultaneamente.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Coloque a bola de basquete, a bola de tênis e a bola de pingue-pongue a mesma altura em repouso. Agora siga as instruções:

1º) O primeiro momento é colocar as bolas uma do lado da outra, estando a mesma altura e soltá-las, conforme a Figura 4 abaixo.

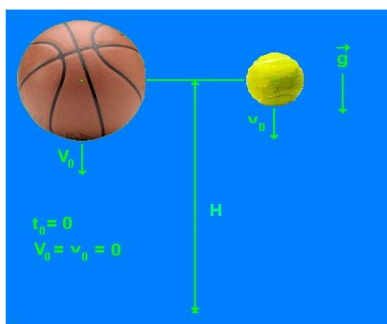


Figura 4- Esquema do experimento no 1º momento: A bola de basquete e a bola de tênis estão em repouso à mesma altura.

(http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod= pmd2005_0403)

2º Momento do Experimento 4:

Objetivo: -Mostrar que a bola de massa menor salta com uma altura maior que H após a colisão da bola de basquete com o solo;

2º) O segundo momento é colocar a bola de tênis sobre a bola de basquete a uma determinada altura e soltá-las considerando um único corpo, conforme a Figura 4.1 abaixo.

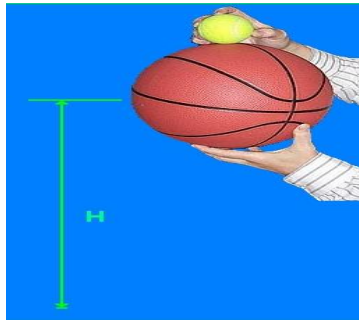


Figura 4.1- Esquema do experimento no 2º momento: A bola de tênis está sobre a bola de basquete a uma determinada altura.

(http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_040)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

https://www.youtube.com/watch?v=2UHS883_P60

https://www.youtube.com/watch?v=yhTz_6NFmV0 Acessado no dia 25/02/2020.