SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ESTUDO DOS

Choques Mecânicos

IMPULSIONADOS POR FORÇAS MAGNÉTICAS UTILIZANDO O CANHÃO DE GAUSS NO ENSINO MÉDIO

WILLIAM DA SILVA COELHO

Maio de 2025

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UFRPE

SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

1. Apresentação

Nosso produto educacional consiste numa sequência didática construída tomando por base os oito passos característicos das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, metodologia desenvolvida por Marco Antônio Moreira. Tal metodologia tem sido amplamente utilizada na pesquisa em ensino, em diversas áreas do conhecimento (ANDRE; SILVA, 2022). Tal metodologia se baseia na teoria da aprendizagem significativa, valorizando os conhecimentos prévios, bem como o processo de subsunção na internalização de novos conhecimentos.

Nesse caminho, partimos da perspectiva de que as unidades de ensino potencialmente significativas podem emprestar autonomia e a criticidade às aulas de física, valorizando as experiências prévias dos alunos, elo de partida para a aprendizagem significativa, transformando a curiosidade ingênua em curiosidade epistemológica. Construímos um produto que viabiliza de forma lúdica, participativa e comprometida com a ligação entre professor e aluno, viabilizando o dialogo no âmbito da física. Assim, apresentamos uma ação de ensino a partir dos objetivos descritos a seguir.

2. Objetivos

Geral

Estimular os estudantes por meio de uma atividade simples e prática utilizando o Canhão de Gauss a participarem das aulas de física, promovendo a aprendizagem significativa dos conteúdos relacionados às colisões mecânicas e magnetismo, além da valorização do protagonismo na execução de todos os passos da atividade experimental envolvendo o citado aparato, possibilitando caracterizar os tipos de colisões.

Específicos

- Montar o experimento Canhão de Gauss para incluir e despertar os alunos com material potencialmente relevante;
- Explorar os conhecimentos prévios dos estudantes para, a partir deles, promover intervenções que estimulem a aprendizagem significativa;
- Viabilizar ações de intervenção, baseadas na problematização, com o uso do Canhão de Gauss;
- Assistir o desempenho do aluno durante as aplicações para verificar em que medida a experimentação está promovendo a aprendizagem significativa;

- Realizar análise comparativa do desempenho do estudante antes e após a experimentação com o Canhão de Gauss;
- Harmonizar o professor e o aluno por meio da metodologia aplicada;
- Ensinar física de uma maneia mais atrativa, além de motivar os alunos ao interesse pela disciplina;
- Promover uma aprendizagem significativa com o uso do experimento e a interação dos alunos na análise do experimento;

3. Conteúdos e Habilidades Envolvidos

No estudo das colisões mecânicas entre dois corpos, a análise e a classificação, quanto ao tipo de colisão, estão relacionadas com o que acontece com a energia cinética e com a quantidade movimento ou momento linear, antes e após a colisão. Sendo assim, as possíveis variações dessas grandezas classificam os tipos de colisões.

Competência

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidades

H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

4. Os oito passos de nossa sequência didática

Os alunos serão divididos em grupo de cinco alunos. Cada grupo realizará as atividades em conjunto, gerando um único relatório. Todos os alunos responderam individualmente ao questionário prévio para avaliação de seus conhecimentos sobre a atividade proposta referente às colisões mecânicas utilizando o canhão de Gauss. Em seguida cada grupo receberá um kit para montagem, utilização e observação das colisões apartir do aparato experimental. A atividade proporcionará aos estudantes um momento de interação através da montagem e manuseio do experimento. A prática da experimentação levará os estudantes a uma melhor compreensão dos assuntos abordados. A seguir, apresentamos os oito passos das UEPS e como eles foram materializados na nossa sequência didática.

	PASSOS DA UEPS	PASSOS DA UEPS	ATIVIDADE PLANEJADA	DURAÇÃO
AULA 1	1º	Introdução.	Situar os alunos no contexto do estudo dos choques mecânicos por meio da apresentação da dinâmica da atividades conteúdos que serão ensinados e da forma como as atividades serão desenvolvidas.	10 minutos
	2º	Questionário inicial.	Aplicar o Questionário prévio (Canhão de Gauss) de forma individual.	20 minutos
	3º	Propor situações-problemas.	Estimular cada estudante no processo de ensino e aprendizagem.	20 minutos
AULA 2	4º	Trabalhar os conhecimentos a serem ensinados/aprendidos através da experimentação.	Observar a evolução do estudante quanto à aprendizagem.	50 minutos
AULA 3	5º	Retomar os aspectos mais gerais dos temas abordados.	Destacar semelhanças e diferenças relacionadas à primeira apresentação.	30 minutos
	6º	Concluir a unidade com a resolução novamente do questionário inicial.	Buscar a reconciliação integrativa.	20 minutos
AULA 4	7º	Realizar a avaliação da aprendizagem a partir da UEPS.	Avaliar o desempenho dos estudantes por meio das UEPS.	25 minutos
	8º	Observar o desempenho dos alunos através das evidências de que a aprendizagem significativa é progressiva.	Avaliar a aplicação da UEPS	25 minutos

Duração: 4 aulas.

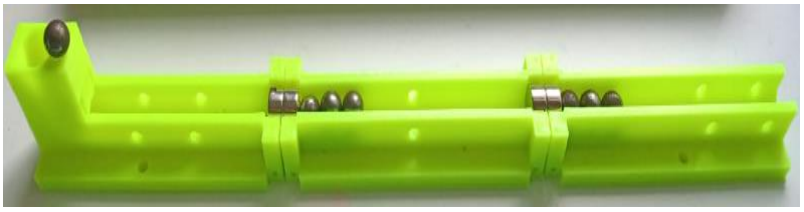
1º Passo: na definição do tema específico a ser abordado, apresentaremos o estudo dos choques mecânicos, bem como a atividade teórico-experimental que eles irão realizar utilizando do Canhão de Gauss.

Duração: 10 minutos.

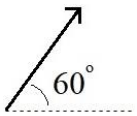
2º Passo: aplicação de um questionário prévio que será respondido individualmente por cada aluno, o qual terá cinco perguntas relacionadas aos conteúdos que serão trabalhados na aula experimental, cujo objetivo é o de ter uma ideia dos conhecimentos prévios acerca do estudo dos choques mecânicos. A seguir, apresentamos as perguntas que compõem o questionário prévio, que será respondido pelos alunos por meio de uma ficha em sala de aula.

Questionário prévio (Canhão de Gauss) - Duração: 20 minutos

1º) Observe com atenção as posições das esferas na figura abaixo.



Assinale a alternativa que representa corretamente o vetor velocidade da última esfera ao sair da calha do canhão.

a) $\vec{v}$ → b) ↓ $\vec{v}$ c) ↑ $\vec{v}$ d) $\vec{v}$ ← e) 

2º) Leia o texto abaixo com atenção.

São choques em que o módulo da velocidade de aproximação é igual ao módulo da velocidade de afastamento, imediatamente antes e após o choque, respectivamente. Os corpos sofrem deformações elásticas, no entanto voltam às características iniciais. Os corpos conservam sua quantidade de movimento, e a energia do sistema permanece constante.

De acordo com a classificação das colisões, assinale a alternativa que representa corretamente o texto que você acabou ler.

a) Colisões perfeitamente elásticas.

b) Colisões perfeitamente inelásticas.

c) Colisões parcialmente elásticas.

3º) Considerando que a massa da esfera que sai do canhão de Gauss é 0,4 kg e a quantidade de movimento tem módulo de 1,2 kg·m/s, marque a alternativa que expressa a velocidade da esfera ao sair da calha.

a) 1 m/s b) 2 m/s c) 3 m/s d) 4 m/s e) 5 m/s

4º) Com base na questão anterior, marque a alternativa que corresponde à energia cinética da esfera ao sair da calha do canhão.

a) 0,8 b) 1,2 c) 1,8 d) 3,0 e) 9,0

5º) Leia os textos abaixo sobre o funcionamento do Canhão de Gauss.

Etapa I.

Estado inicial do canhão de Gauss. Três esferas metálicas são colocadas em contato com o ímã. A quarta esfera (pivô) é posicionada separadamente a uma distância d (aproximadamente 3 cm do ímã), em que o campo magnético seja suficiente para iniciar o movimento.

Etapa II.

Ao movimentar-se em direção ao ímã, a esfera pivô será atraída por uma força magnética cada vez mais intensa, sendo acelerada ao longo do caminho, consequentemente, e sua _____ proporcionalmente com o quadrado da sua _____ instantânea.

Etapa III.

Quando a esfera pivô colidir com o ímã, haverá transferência de energia e momento dela para o ímã, e em seguida transferência para as sucessivas esferas adjacentes. O resultado observado será a transferência de energia e momento, adquirida na aceleração magnética pela esfera pivô, para a última esfera adjacente.

Etapa IV.

A última esfera metálica adjacente é acelerada, e separa-se das demais. A ejeção, devida à aceleração da esfera, finaliza a operação do canhão de Gauss, em que a última esfera do trilho irá adquirir energia cinética devida à aceleração magnética experimentada pela esfera pivô.

Assinale corretamente a alternativa que completa as lacunas no estágio II do funcionamento do Canhão de Gauss.

a) Energia cinética aumenta, aceleração.
b) Energia cinética diminui, velocidade.
c) Energia cinética aumenta, velocidade.
d) Energia potencial aumenta, velocidade.
e) Energia potencial diminui, aceleração.

3º Passo: Por meio do QRCode ao lado, os estudantes irão assistir ao vídeo ilustrativo sobre a atividade que irão desenvolver no laboratório e em seguida iremos propor as situações problemas abaixo descritas, que estão em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio dos estudantes.

(Duração: 20 minutos)

Situação 1:

É possível determinar a direção e o sentido do vetor velocidade da esfera ao sair do canhão de Gauss? Se for possível, desenhe a esfera e o vetor velocidade dentro da moldura a seguir.

Situação 2:

A esfera pivô, ao movimentar-se em direção dos ímãs, será atraída por uma força de natureza gravitacional, magnética ou nuclear?

Situação 3:

Com base no lançamento que você acabou de realizar e observar, levando em consideração a ausência das forças dissipativas, qual a modalidade de energia que a última esfera adquire ao sai do trilho?

Situação 4:

Desprezando as forças dissipativas, como você classificaria as colisões observadas entre as esferas durante o funcionamento do canhão de Gauss?

( ) Colisões perfeitamente elásticas.

( ) Colisões perfeitamente inelásticas.

( ) Colisões parcialmente elásticas.

Situação 5:

Levando em consideração as forças dissipativas, como você classificaria as colisões envolvidas durante o funcionamento do canhão de Gauss?

( ) Colisões perfeitamente elásticas.

( ) Colisões perfeitamente inelásticas.

( ) Colisões parcialmente elásticas.

Situação 6:

Utilizando a balança de precisão, anote a massa da esfera. Considerando a quantidade de movimento igual a 1,2 kg.m/s, estime a velocidade com a última esfera sairá do trilho.

Massa da esfera (Kg)	Velocidade da esfera (m/s)

4º Passo: Trabalhar os conhecimentos a serem ensinados/aprendidos juntamente com a experimentação, levando em consideração a diferenciação progressiva por meio das atividades propostas pelo professor.

Duração: uma aula de 50 minutos

5º Passo: Anotar os dados coletados nas respectivas atividades, escrevendo os resultados obtidos. Nesse momento, os estudantes terão a oportunidade de comentar seus resultados entre os grupos e levantar novas situações que contribuam para o ensino e aprendizagem.

Duração: 30 minutos.

6º Passo: Concluir a unidade retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, buscando a reconciliação integrativa.

Duração: 20 minutos

7º Passo: Avaliação da aprendizagem dos estudantes por meio da UEPS desenvolvida.

Duração: 30 minutos

Questionário após a aula experimental (Canhão de Gauss)

1º) Observe com atenção as posições das esferas na figura abaixo.

Assinale a alternativa que representa corretamente o vetor velocidade da última esfera ao sair da calha do canhão.

a) $\vec{v}$ → b) ↓ $\vec{v}$ c) ↑ $\vec{v}$ d) $\vec{v}$ ← e) 60°

2º) Leia o texto abaixo com atenção.

São choques em que o módulo da velocidade de aproximação é igual ao módulo da velocidade de afastamento, imediatamente antes e após o choque, respectivamente. Os corpos sofrem deformações elásticas, no entanto voltam às características iniciais. Os corpos conservam sua quantidade de movimento, e a energia do sistema permanece constante.

De acordo com a classificação das colisões, assinale a alternativa que representa corretamente o texto que você acabou ler.

a) Colisões perfeitamente elásticas.

b) Colisões perfeitamente inelásticas.

c) Colisões parcialmente elásticas.

3º) Considerando que a massa da esfera que sai do canhão de Gauss é 0,4 kg e a quantidade de movimento tem módulo de 1,2 kg·m/s, marque a alternativa que expressa a velocidade da esfera ao sair da calha.

a) 1 m/s b) 2 m/s c) 3 m/s d) 4 m/s e) 5 m/s

4º) Com base na questão anterior, marque a alternativa que corresponde à energia cinética da esfera ao sair da calha do canhão.

a) 0,8

b) 1,2

c) 1,8

d) 3,0

e) 9,0

5º) Leia os textos abaixo sobre o funcionamento do Canhão de Gauss.

Etapa I.

Estado inicial do canhão de Gauss. Três esferas metálicas são colocadas em contato com o ímã. A quarta esfera (pivô) é posicionada separadamente a uma distância d (aproximadamente 3 cm do ímã), em que o campo magnético seja suficiente para iniciar o movimento.

Etapa II.

Ao movimentar-se em direção ao ímã, a esfera pivô será atraída por uma força magnética cada vez mais intensa, sendo acelerada ao longo do caminho, consequentemente, e sua _____ proporcionalmente com o quadrado da sua _____ instantânea.

Etapa III.

Quando a esfera pivô colidir com o ímã, haverá transferência de energia e momento dela para o ímã, e em seguida transferência para as sucessivas esferas adjacentes. O resultado observado será a transferência de energia e momento, adquirida na aceleração magnética pela esfera pivô, para a última esfera adjacente.

Etapa IV.

A última esfera metálica adjacente é acelerada, e separa-se das demais. A ejeção, devida à aceleração da esfera, finaliza a operação do canhão de Gauss, em que a última esfera do trilho irá adquirir energia cinética devida à aceleração magnética experimentada pela esfera pivô. Assinale corretamente a alternativa que completa as lacunas no estágio II do funcionamento do Canhão de Gauss.

a) Energia cinética aumenta, aceleração.

b) Energia cinética diminui, velocidade.

c) Energia cinética aumenta, velocidade.

d) Energia potencial aumenta, velocidade.

e) Energia potencial diminui, aceleração.

Duração: 25 minutos.

8º Passo: Avaliar se houve a aprendizagem exitosa por meio das evidências do domínio dos estudantes no campo conceitual e progressivo revelado pela comparação entre as respostas individuais ao questionário inicial e o final.

Duração: 25 minutos.

Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, L. S.; SOUZA, E. A. Canhão de Gauss. **Revista Brasileira de Ensino de Física**: v. 45, 2023.

ANDRÉ, W. C. S.; SILVA, I. M. Contribuições e limitações de sequências de ensino na forma de unidades de ensino potencialmente significativas: uma revisão sistemática da literatura. **Investigações em Ensino de Ciências**, 27(3), p. 270–290, 2022. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n3p270.

FERREIA, R. N. **Proposta de ensino para cinemática usando o canhão de Gauss pautada na teoria da aprendizagem significativa**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral (IFCE), Sobral/CE, 2018. Disponível em: <https://ifce.edu.br/sobral/campus-sobral/cursos/posgraduacoes/mestrado-1/mnpef/arquivos/8-proposta-de-ensino-para-cinematica-usando-o-canhao-de-gauss-pautada-na-teoria-da-aprendizagem-significativa.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2024.

GUEDES, G. B. **O uso do Arduino como uma ferramenta avaliativa no ensino de cinemática**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < file:///C:/Users/Jo%C3%A3ozinho/Downloads/ Dissertacao_ Gabriel%20Borges_MNPEF.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MORAES, V. O. **Unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo físico e musical da vibração de barras homogêneas por meio da análise experimental da kalimba**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE, 2022. Disponível em: < http://www.mnpef.ufrpe.br/?q=pt-br/dissertacoes>. Acesso em: 08 mar. 2024.

MOREIRA, M. A. **Unidades de ensino potencialmente significativas** – UEPS. Porto Alegre: instituto de Física, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf> Acesso em 12/06/2022.

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

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: o conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, 2011b.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2ed. São Paulo: Centauro, 2006.

RODRIGUES, A. R. **Um produto educacional, baseado no canhão de Gauss, para o ensino de conceitos relacionados a mecânica e eletromagnetismo**. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e **Matemática**. Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria/RS, 2022. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFN-1_79144630ff2626a47237af045146110d>. Acesso em: 08 mar. 2024.