



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ –
CAMPUS SOBRAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – SBF

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

RAIMUNDO NONATO FERREIRA

PROPOSTA DE ENSINO PARA CINEMÁTICA USANDO O CANHÃO DE GAUSS
PAUTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

SOBRAL – CE

MARÇO/2018

RAIMUNDO NONATO FERREIRA

PROPOSTA DE ENSINO PARA CINEMÁTICA USANDO O CANHÃO DE GAUSS
PAUTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade do pólo 56 (UVA/IFCE) do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Cinthia Marques Magalhaes Paschoal.

Coorientadora: Profa. Msc. Nórliá Nabuco Parente.

SOBRAL – CE

MARÇO/2018

RAIMUNDO NONATO FERREIRA

PROPOSTA DE ENSINO PARA CINEMÁTICA USANDO O CANHÃO DE GAUSS
PAUTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade do pólo 56 (UVA/IFCE) do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Cinthia Marques Magalhaes Paschoal.

Coorientadora: Profa. Msc. Nória Nabuco Parente.

COMISSÃO EXAMINADORA

Dedico:

A todos os que fizeram parte dessa fase da minha vida. Minha família, namorada,
amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua infinita bondade comigo;

Meus familiares e amigos;

A minha mãe Maria do Socorro Ferreira;

A família Mendes;

Aos professores e colegas do mestrado, foram momentos maravilhosos, de conhecimentos, risadas e projetos;

A SBF, CAPES, UVA e IFCE por nos proporcionar uma oportunidade como esta com fantástica competência e qualidade;

A minha orientadora, Profa. Dra. Cinthia Marques Magalhaes Paschoal, pela sua paciência, acessibilidade e contribuições valiosas;

A minha coorientadora, Nória Nabuco Parente, pela disponibilidade e conselhos;

A todos que torceram por mim e vibraram com minhas conquistas.

“A educação tem raízes amargas, mas seus frutos são doces”.

Aristóteles

RESUMO

Os Professores de Física do Brasil, principalmente da rede pública, tem um desafio maior que simplesmente ensinar Física. Esse desafio se estende a transpor muitos obstáculos como falta de estrutura, laboratórios, bibliotecas (...). Além da violência, criminalidade e uso de drogas presentes em muitas escolas do país. Esse trabalho tem como finalidade apresentar uma ferramenta que auxilie o professor a ministrar suas aulas e que é bastante conhecida na educação, principalmente nas disciplinas de Física, Química e Biologia, que fazem parte das Ciências da Natureza. Essa ferramenta é o uso de experimentos durante as aulas. Criou-se e se aplicou um produto educacional que ensina movimento retilíneo e uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), assuntos da cinemática que são estudados através do movimento horizontal. O experimento usado nessas aulas se chama Canhão de Gauss. Por ser um experimento pouco conhecido e de funcionamento curioso, chama muito a atenção dos alunos e os motivam a participar das aulas. A principal função do Canhão de Gauss no experimento não foi simplesmente lançar projéteis, foi muito além disso, pois o uso desse experimento motivou os alunos a participarem das aulas e ainda facilitou a explicação e o entendimento dos alunos em relação aos conceitos utilizados nos assuntos envolvidos, tudo comprovado pela percepção do professor e questionários aplicados durante as aulas. A aplicação e a análise desse material foi pautado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, que foi de fundamental importância para a obtenção de um resultado satisfatório em relação à retenção de conhecimentos pelos alunos.

PALAVRAS CHAVES: Experimentos, Aprendizagem Significativa, Canhão de Gauss.

ABSTRACT

The Physics Teachers of Brazil, especially the public network, has a greater challenge than simply teaching Physics. This challenge extends to overcoming many obstacles such as lack of structure, laboratories, libraries (...). In addition to violence, crime and drug use present in many schools in the country. This work aims to present a tool that helps the teacher to teach his classes and is well known in education, especially in the disciplines of Physics, Chemistry and Biology, which are part of the Nature Sciences. This tool is the use of experiments during class. An educational product that teaches uniform rectilinear motion (URM) and uniformly varied rectilinear motion (UVRM) has been created and applied, subjects of kinematics that are studied through horizontal motion. The experiment used in these classes is called the Gaussian Cannon. Because it is a little-known experiment and a curious operation, it draws students' attention very much and motivates them to participate in classes. The main function of the Gauss Cannon in the experiment was not simply to launch projectiles, it was much more than that, because the use of this experiment motivated the students to participate in the classes and also facilitated the explanation and understanding of the students in relation to the concepts used in the subjects involved, all evidenced by the teacher's perception and questionnaires applied during the classes. The application and analysis of this material was based on the Significant Learning Theory of David Paul Ausubel, which was of fundamental importance in order to obtain a satisfactory result in relation to the retention of knowledge by the students.

KEY WORDS: Experiments, Significant Learning, Gaussian Cannon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Brasil urbano e Brasil rural.....	6
Figura 2 - Raio X das escolas do país em 2014.....	7
Figura 3 - Conteúdos de física incidentes no ENEM de 2009 a 2016.	8
<i>Figura 4 - Canhão de Gauss original com eletroímãs.</i>	<i>17</i>
Figura 5 - Representação do canhão de Gauss com ímãs permanentes.	18
Figura 6 - Aplicação do questionário para verificação de conhecimentos prévios da turma do 1º ano A	21
Figura 7 - Aplicação do questionário para verificação de conhecimentos prévios da turma do 1º ano C.	21
Figura 8 - Aplicação do questionário para verificação de conhecimentos prévios da turma do 1º ano D.	21
Figura 9 - Aplicação do questionário 03 no 1º ano A.	23
Figura 10 - Aplicação do questionário sobre cinemática no 1º ano C	23
Figura 11 - Aplicação do questionário sobre cinemática no 1º ano D	24
Figura 12 - Foto dos alunos manuseando o experimento	24
Figura 13 - Foto dos alunos manuseando o experimento.	25
Figura 14 - Foto dos alunos manuseando o experimento.	25
Figura 15 - Foto dos alunos manuseando o experimento.	26
Figura 16 - Foto dos alunos manuseando o experimento.	26
Figura 17 - Canhão de Gauss pronto para uso.	27

Figura 18 - Competição entre equipes.	27
Figura 19 - Apresentação para os alunos de outras salas no pátio da escola.	30
Figura 20 - Organograma de análises dos dados.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comentários de alguns alunos na questão 03 no Q1 e Q2.....	42
Tabela 2 – Comentário positivos dos alunos.....	64
Tabela 3 - comentários não positivos dos alunos.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de acertos por item da questão 01 nos questionários Q1 e Q2.	34
Gráfico 2 - Comparativo de acertos e erros na questão 01 nos questionários Q1 e Q2.	34
Gráfico 3 - Percentual de acertos por item na questão 02 dos questionários Q1 e Q2.	36
Gráfico 4 - Comparativo de acertos e erros no Q1 e Q2.	37
Gráfico 5 - Percentual de acertos por item na questão 03 dos questionários Q1 e Q2.	39
Gráfico 6 - Número de acertos e erros na questão 03 do Q1 e Q2.	39
Gráfico 7 - Percentual de erros por item na questão 03 dos questionários Q1 e Q2.	40
Gráfico 8 – evolução dos acertos nos questionários Q1 e Q2.	44
Gráfico 9 - Evolução no pré-teste e pós-teste.	44
Gráfico 10 - Percentual de acertos da questão 01 no Q3 e Q4.....	47
Gráfico 11 - Percentual de acertos da questão 02 no Q3 e Q4.....	49
Gráfico 12 - Percentual de acertos da questão 06 no Q3 e Q4.....	50
Gráfico 13 - Percentual de acertos da questão 07 nos questionários Q3 e Q4.....	51
Gráfico 14 - Percentual de acertos da questão 08 nos questionários Q3 e Q4.....	53
Gráfico 15 - Percentual de acertos da questão 3.	54
Gráfico 16 - Percentual de acertos da questão em Q1, Q2 e Q4.	56
Gráfico 17 – Percentual de alunos por item na questão 01.....	58
Gráfico 18 - Percentual de alunos por item na questão 02.	59

Gráfico 19- Percentual de alunos por item na questão 03.	60
Gráfico 20- Percentual de alunos por item na questão 04.	61
Gráfico 21- Percentual de alunos por item na questão 05.	62
Gráfico 22- Percentual de alunos por item na questão 05.	63
Gráfico 23- Percentual de alunos por item na questão 07.	64

Sumário

1. Capítulo 01 - Introdução	1
1.1. Justificativa	6
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Geral	9
1.2.2. Específicos	9
2. Capítulo 02 – Fundamentação teórica	10
2.1. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel	10
2.1.1. Aprendizagem e estrutura cognitiva	10
2.1.2. Aprendizagem mecânica e significativa	11
2.1.3. Subsunção e organizador prévio	11
2.1.4. Aspecto geral da teoria	12
2.2. A experimentação no ensino de Física	14
2.3. Relação e Aplicação da teoria no trabalho	16
2.4. O experimento Canhão de Gauss	17
3. Capítulo 03 - Metodologia	19
3.1. Local da aplicação do produto	19
3.2. Participantes	19
3.3. Coleta dos dados	19
3.4. Tratamento dos dados	19
3.5. Etapas da aplicação	20
4. Capítulo 04 - Resultados e discussões	32

4.1. Análise dos resultados dos questionários Q1 e Q2.....	32
4.1.1. Análise da questão 01 nos questionários Q1 e Q2.....	33
4.1.2. Análise da questão 02 dos questionários Q1 e Q2.....	35
4.1.3. Análise da questão 03 dos questionários Q1 e Q2.....	37
4.1.4. Análise geral dos questionários Q1 e Q2	43
4.2. Análise dos resultados dos questionários Q3 e Q4.....	46
4.2.1. Análise da questão 01 dos questionários Q3 e Q4.....	46
4.2.2. Análise da questão 02 dos questionários Q3 e Q4.....	48
4.2.3. Análise da questão 06 dos questionários Q3 e Q4.....	49
4.2.4. Análise da questão 07 dos questionários Q3 e Q4.....	50
4.2.5. Análise da questão 08 dos questionários Q3 e Q4.....	52
4.2.6. Análise da questão 03 do Q4.	53
4.2.7. Análise da questão 04 do Q4.	54
4.2.8. Análise da questão 05 dos questionários Q1, Q2 e Q4.	55
4.3. Análise do questionário Q5.....	57
4.3.1. Questão 01	57
4.3.2. Questão 02	58
4.3.3. Questão 03.....	59
4.3.4. Questão 04	60
4.3.5. Questão 05	61
4.3.6. Questão 06	62

4.3.7. Questão 07	63
5. Conclusão	66
Referências.....	69
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	72

1. Capítulo 01 - Introdução

O presente trabalho é resultado da aplicação de um produto educacional baseado em uma metodologia com uso de experimentos seguindo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Ele surgiu como resultado da experiência do autor como professor de Física no Ensino Médio e em cursinhos pré-vestibulares em escolas particulares e públicas, na sua maioria, e da percepção da necessidade da abordagem diferenciada de conceitos físicos durante as aulas.

Sabe-se que o desafio do professor está muito além de ministrar conteúdos técnicos das disciplinas. São muitas problemáticas que existem em sala de aula, por isso o professor tem um papel fundamental na educação e, principalmente, na sua qualidade, sendo ele a principal ferramenta quando se trata de ensinar.

No contexto da educação, o professor é um profissional facilitador da aprendizagem. Dispõe de conhecimentos modernos em sua área de atuação e se propõe a passá-los às novas gerações. Espera-se dele que faça a necessária adequação entre o que sabe e o que ensina, em nome da adequação e facilitação da aprendizagem de seus alunos que são os principais protagonistas neste processo: a incorporação significativa de qualquer informação nova é um ato de vontade, uma deliberação sua. Cabe ao professor criar oportunidades que induzam ou favoreçam essa motivação, capazes de colocar o dado informativo novo acima do nível de rejeição que acompanha a avalanche de informações excitando a sensibilidade do aluno a cada instante. O êxito do processo depende do reconhecimento do professor a respeito de quanto o aluno já aprendeu, além do que, para incorporar-se efetivamente, a informação nova precisa conectar-se de forma estável com a preexistente, ou seja, com o conhecimento prévio do aluno (MARQUES, 2011).

A relação entre o professor e os alunos pode ser um divisor de águas no processo de ensino aprendizagem, pois o professor deve trabalhar de tal modo a tentar conquistar a admiração do aluno e principalmente o seu respeito. Não me refiro à conhecida figura no meio acadêmico do professor “animador de plateia”, que por muitas vezes passa ao aluno a sensação de aprendizagem com uso de “bizús” para aprender os conteúdos, não passando de um processo mecânico de

aprendizagem que o aprendiz esquece nas horas seguintes, ou seja, não é praticada por eles a aprendizagem significativa. Refiro-me ao professor que conhece seu aluno, suas necessidades, suas aflições (...). Já perceberam que em uma sexta-feira após um feriado o índice de frequência é bem baixo? Mas geralmente aquele aluno mais problemático sempre está presente, não é mesmo? Isso se deve ao fato de muitas vezes o aluno não ter o mínimo de atenção em casa, não se sente à vontade em sua própria residência, e isso é bem mais comum do que se imagina.

Muitas vezes é importante que o professor trabalhe os aspectos motivacionais da turma. No primeiro momento do repasse de um novo conteúdo, cabe uma atividade diferenciada, como um vídeo, animações, aula com simulações no computador e experimentos. Cada detalhe pode fazer muita diferença para a primeira impressão do aluno com a disciplina ou mesmo com o conteúdo dela.

É bastante comum a Física ser vista como um problema para os alunos, não é difícil encontrar um professor para o qual já foi feita a seguinte pergunta: “pra que isso serve?”, numa aula de Física. Pode-se ver, assim, claramente que a imagem formada por estes antes de iniciar o estudo da Física é bastante pessimista e aterrorizada, em meio ao medo de se defrontar com uma ampliação da Matemática, que até então, é motivo de tormenta para alguns deles. Outras respostas de alunos que pensavam na Física como disciplina fácil e que só envolvesse letras, reforçando esse pensamento. Este problema tem sido discutido por alguns especialistas que fazem questão de deixar claro que a tradução dos fenômenos para uma linguagem matemática é um grande empecilho para o ensino de Física. (ATAÍDE, 2005).

O professor deve trabalhar como “assessor de imagem” da Física, melhorar sua imagem, que muitas vezes é vista como um monstro. “Desmatematizar” a Física, focar nos conceitos, na teoria, na sua aplicação no cotidiano e só depois, com os alunos tendo aprendido a Física em si, tratar dos problemas matemáticos que são inerentes e muito importantes para a disciplina. O professor também deve vê-la assim, para que ele possa mostrar aos alunos sua beleza e importância. Muitas vezes a maneira mais fácil de isso acontecer é com o uso de experimentos, que apesar de demandar mais trabalho ao professor, pode ser usado muitas vezes e chama a atenção da maioria dos alunos.

Os alunos que estudam ciência, têm preferência pelo seu estudo com experimentos, aprender na prática, pois o conhecimento é tratado de forma mais concreta e o aluno consegue abstrair mais informação e fixar melhor o conteúdo estudado.

Ensino de Física - ou de Ciências, para sermos mais abrangentes - e sua aprendizagem não são fáceis, tanto para quem ensina como para quem aprende. Contudo, o professor mais atento pode tornar o processo mais aceitável e, quem sabe, ele próprio desfrutar de uma nova concepção de sua atividade. (GLEISER, 2000).

A abordagem do ensino de Física com experimentos tem como objetivo chamar a atenção do aluno para que ele se deixe envolver pela Física, para que ele possa sair da rotina e deixar de receber somente aquela aula com explicações e resolução de exercícios que comumente pode-se observar na maioria das escolas. Não dizendo que essa é a maneira correta ou incorreta de ministrar aulas, mas deve haver um momento para tornar o aprendizado ainda mais significativo, e com demonstrações isso se torna mais interessante e curioso, instigando o aluno a ter dúvidas e entender melhor o fenômeno descrito. Essas ações motivam os alunos a aumentar o interesse deles pela disciplina, seria o estímulo do professor para o aluno.

Às vezes, nós educadores esquecemo-nos de empolgar-se com a beleza daquilo que estamos ensinando. Nesse caso, como podemos esperar que nossos estudantes se empolguem por si próprios? Como nos átomos, é necessário um fóton para estimular uma transição para um nível superior. E a frequência do fóton não é arbitrária, pois deve ser ajustada com grande precisão para que o estímulo seja bem sucedido. A mensagem do educador também (GLEISER, 2000).

Portanto, cabe ao professor estimular seus alunos para que as aulas de física sejam mais dinâmicas, eficientes e principalmente fazendo com que o aluno seja o protagonista no processo de ensino-aprendizagem.

Esse trabalho se divide em cinco capítulos e cada um foi pensado de tal maneira que torne o trabalho completo e com a leitura agradável.

O Capítulo 01 trata da justificativa do trabalho, pautada na importância do uso de experimentos nas aulas de Física e pela incidência do conteúdo ensinado na prova do ENEM e finaliza com os objetivos desse trabalho.

O Capítulo 02 mostra ao leitor o referencial teórico usado na aplicação do

produto educacional, que foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Traz um breve texto sobre a teoria, a relação dela com o trabalho e segue com o estado da arte, que traz muitos trabalhos que tratam desse assunto e que serviram como base para essa produção.

No Capítulo 03 é apresentada a metodologia do trabalho com detalhes da aplicação do produto educacional e da coleta de dados. Cada etapa da aplicação e avaliação é detalhada nesse capítulo. Além disso, imagens das atividades desenvolvidas em sala e na escola são apresentadas.

O Capítulo 04 traz a análise dos resultados e os indicadores de evolução de aprendizagem em todos os testes aplicados no produto educacional. Traz gráficos que informam a proficiência dos alunos antes e após cada etapa. Além da análise de cada resultado individual por questões e dos comentários dos alunos presentes nos testes respondidos por eles.

O último Capítulo mostra a conclusão do trabalho, nele apresenta-se a síntese das ideias e análises. Mostra as dificuldades da aplicação e algumas sugestões aos leitores.

Espera-se que esse trabalho contribua muito com o leitor, principalmente se ele for professor e queira sempre melhorar suas aulas, visando a excelência da educação no Brasil, principalmente no Ensino de Física.

1.1. Justificativa

Professores de qualquer área têm o desafio muito além de ensinar Física, Matemática, História, Português etc. Eles enfrentam adversidades como indisciplina, alunos em situações de risco, falta de interesse, perspectiva e anseio dos alunos, principalmente nas escolas públicas.

Os alunos do ensino médio, em sua quase totalidade, são adolescentes, e estão por este motivo em uma fase de grandes conflitos interiores e de autoafirmação, tornando necessário que o professor se desdobre para poder manter a disciplina, manter o aluno atento ao conteúdo e também despertar o seu interesse. (MULLER, 2002).

Além disso, estrutura precária, do século passado, que se encontra em muitas escolas, principalmente quando essas se distanciam das grandes capitais, como se observa na Figura 1.

Figura 1 - Brasil urbano e Brasil rural.



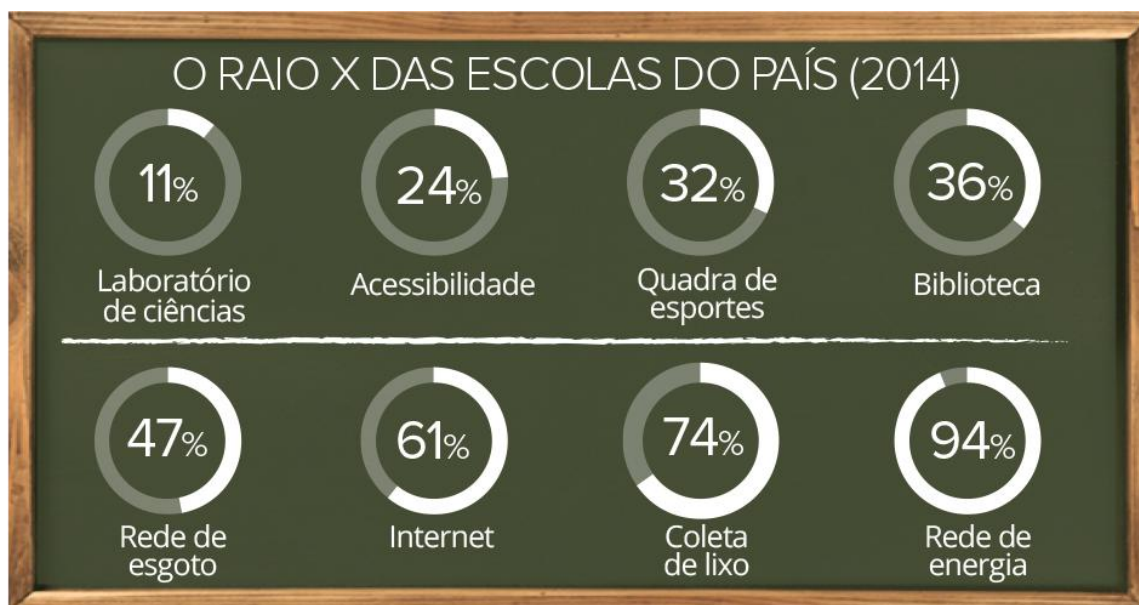
Fonte: <http://especiais.g1.globo.com/educacao/2015/censo-escolar-2014/assets/lousa-brasil-urbano-x-brasil-rural.png>

“A escola é a segunda casa dos estudantes”. É muito comum ouvir essa frase. Porém a estrutura precária em muitas delas impossibilita o aluno de pensar assim, pois ele não tem o conforto e não é acolhido como deve ser. Muitas escolas possuem salas de aulas que não proporcionam um ambiente de aprendizado, fato que dificulta ainda mais o trabalho do professor.

Como podemos ver na Figura 2, em pesquisa realizada em 2014, pela

Fundação Lemann e Meritt, a estrutura das escolas do país ainda se encontra longe do mínimo necessário. Condições imprescindíveis, como rede de esgoto e biblioteca só existiam em 47% e 36% das escolas do país em 2014, respectivamente.

Figura 2 - Raio X das escolas do país em 2014.



Fonte: <http://especiais.g1.globo.com/educacao/2015/censo-escolar-2014/assets/lousa-raio-x-das-escolas-do-pais.png>

Mas o que o professor pode fazer para tentar transpor esses obstáculos citados? Pode fazer muita coisa! A metodologia das aulas e a relação entre professor e aluno pode fazer muita diferença no processo de ensino e aprendizagem.

O aspecto afetividade influi no processo de aprendizagem e o facilita, pois nos momentos informais, os alunos aproximam-se do professor, trocando ideias e experiências várias, expressando opiniões e criando situações para, posteriormente, serem utilizadas em sala de aula. O relacionamento baseado na afetividade é, portanto, um relacionamento produtivo auxiliando professores e alunos na construção do conhecimento e tornando a relação entre os dois menos conflitante, pois permite que ambos se conheçam, se entendam e se descubram como seres humanos e possam crescer. (MULLER, 2002).

Em Física, a abordagem fenomenológica com o uso de experimentos é fundamental para o entendimento e apego com a disciplina.

Não existe nada mais fascinante no aprendizado da ciência do que vê-la em ação. E, contrariamente ao que se possa pensar, não são necessárias grandes verbas para montar uma série de demonstrações efetivas e estimulantes, tanto para o professor como para seus alunos. (GLEISER, 2000)

No ensino de Física o professor tem um papel fundamental de cativar e empolgar os alunos com as maravilhas que a disciplina pode apresentar e explicar.

Existem muitos experimentos que são de fácil manuseio e que principalmente focam na Física, e não na abordagem matemática envolvida, esta que causa grande tormento a boa parte dos estudantes.

A importância do uso de experimentos nas aulas de Física aliado com a teoria da aprendizagem significativa pode tornar o trabalho do professor mais proveitoso e eficiente. De maneira geral não precisa de aparatos modernos e equipamentos caros para montar esse tipo de atividade, existem muitas possibilidades que chama a atenção do aluno por sua simplicidade e riqueza de informações e detalhes. Nesse trabalho isso é feito com a mecânica, assunto da Física mais cobrado no ENEM nos últimos anos e ainda mais detalhado com o subtema cinemática, tema no qual suas definições estão cada vez mais presentes nas provas, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Conteúdos de física incidentes no ENEM de 2009 a 2016.

Física		
Assunto	1ª/2ª aplicações – 2009 a 2016	%
Mecânica	64	30,3
Elettricidade e energia	52	24,6
Ondulatória	40	19
Termologia	36	17,1
Óptica	19	9
211 itens		

Fonte:

http://www.portalsas.com.br/raiox/download/RAIO_X_Enem_2016_SAS_Plataforma_de_Educacao.pdf

Na Figura 3, observa-se a incidência de 64 questões de mecânica que foram cobradas no ENEM entre 2009 e 2016, delas, 16 foram de cinemática, ou seja, 25% das questões de mecânica são sobre cinemática, conteúdo usado como referência no experimento desse trabalho. Esse cenário é semelhante também nos vestibulares tradicionais. Diante deste cenário, este trabalho buscou motivar os alunos através do uso de experimento nesta área da Física que é bastante explorada no ENEM e em provas de vestibulares.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

Investigar como a atividade experimental motiva os alunos a participarem das aulas de Física, promovendo a aprendizagem significativa dos conteúdos de cinemática, a partir do experimento Canhão de Gauss.

1.2.2. Específicos

- Construir o experimento Canhão de Gauss para envolver os estudantes com material potencialmente relevante;
- Sondar os conhecimentos prévios dos estudantes para, a partir deles, promover intervenções que estimulem a aprendizagem significativa;
- Promover ações de intervenção, baseadas na problematização, com o uso do Canhão de Gauss;
- Acompanhar o desempenho do estudante nas 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;
- Aproximar o professor e o aluno através da metodologia do uso de experimentos;
- Ensinar Física de uma maneira mais atrativa e motivar os alunos ao interesse pela disciplina;
- Promover uma aprendizagem significativa com o uso de experimentos e a interação dos alunos na análise do experimento;
- Identificar as grandezas altura de lançamento, tempo de queda, velocidade de lançamento, alcance e identificar a relação entre elas.

2. Capítulo 02 – Fundamentação teórica

2.1. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

David Paul Ausubel, nasceu em outubro de 1918 em Brooklin, Nova York, Estados Unidos. Teve na sua infância uma educação escolar complicada, onde passou por traumas e humilhação. Em um de seus livros, ele conta uma situação que vivenciou durante sua infância na escola.

Escandalizou-se com um palavrão que eu, patife de seis anos, empreguei certo dia. Com sabão de lixívia lavou-me a boca. Submeti-me. Fiquei de pé num canto o dia inteiro, para servir de escarmento a uma classe de cinquenta meninos assustados. (AUSUBEL, 1968).

Depois de tantos traumas como esse, para ele a escola tornava-se uma prisão onde a aprendizagem era puramente mecânica e forçada. “A escola é um cárcere para meninos. O crime de todos é a pouca idade e por isso os carcereiros lhes dão castigos”, conta ele em seu livro *Psicologia Educacional*, de 1968.

Formou-se em psicologia e dedicou-se a teorias de aprendizagem onde pudesse dar significado ao conteúdo aprendido, dessa ideia desenvolveu a teoria da aprendizagem significativa que objetiva facilitar a aprendizagem do aluno.

2.1.1. Aprendizagem e estrutura cognitiva

O desenvolvimento intelectual tem na cognição sua principal ferramenta e meio de aprimoramento. A cognição está ligada aos processos mentais que influenciam o comportamento de cada indivíduo e seu desenvolvimento intelectual. A estrutura cognitiva representa o conteúdo de informações que cada pessoa armazena. O conteúdo previamente retido por uma pessoa e sua cognição, influenciam fortemente no processo de aprendizagem de um novo assunto. O novo tipo de informação e sua quantidade serão armazenados na mente do aprendiz conforme seja sua estrutura cognitiva atual, ou seja, se o aprendiz tiver um conhecimento prévio sobre o novo assunto, será mais eficiente e rápido o processo de aprendizagem.

Esse conhecimento anterior será um ponto de ancoragem do novo

conhecimento, onde a nova informação irá se juntar com a informação pré-existente. Porém, não se resume simplesmente a soma de conteúdos para evoluir criando assim um novo aprendizado, ele também influencia num fenômeno que pode ser definido como um reforço do conhecimento prévio, fazendo assim evoluir e aumentar a abrangência desse conhecimento prévio, ou seja, a capacidade de assimilação dos conteúdos vai aumentar, resultando na interação de evolução entre novos e velhos assuntos. Esse processo de interação entre conteúdos novos e velhos Ausubel chamou de aprendizagem significativa.

2.1.2. Aprendizagem mecânica e significativa

Ausubel menciona a presença e a recorrência da aprendizagem mecânica, que segundo ele, os conteúdos sempre são apresentados como novidade, não se relaciona com o conhecimento que o sujeito da aprendizagem já tem. Chega de maneira literal e arbitrária. O aluno aprende mas não entende o porquê, os significados e as aplicações, ou seja, é a “decoreba” sem o entendimento dos significados presentes.

Dessa forma, logo percebe-se que a aprendizagem significativa, em que o novo conteúdo se conecta com um conhecimento pré-existente e se assimila significados é mais vantajosa que a aprendizagem mecânica, pois nessa o conhecimento chega de forma arbitrária e não faz nenhuma assimilação com o conhecimento pré-existente, coisa que não acontece na aprendizagem significativa, pois nela se encontra o conceito âncora, o subsunçor, já existente na estrutura cognitiva, onde recebe o novo conhecimento com menor esforço e tempo.

2.1.3. Subsunçor e organizador prévio

O subsunçor é uma estrutura de conhecimentos prévios que faz com que uma nova informação se integre ao cérebro humano e tem uma organização superior além de deter uma quantidade de conceitos onde se armazenam todas as experiências do aprendiz. É através deles que os novos conhecimentos se ancoram na estrutura cognitiva do aluno, promovendo assim a aprendizagem significativa.

Mas quando não existem subsunçores na cognição do indivíduo, o que se pode fazer para criá-los e assim possibilitar a aprendizagem significativa? Nesse

caso partimos da aprendizagem mecânica, que é importante para a ancoragem de conceitos realmente novos, mas que futuramente passarão a se tornar ancoradouros de novos conteúdos relacionados, serão os futuros subsunçores. Esse princípio de aprendizagem mecânica se tornam os organizadores prévios, que interligam conceitos aparentemente não associáveis através da abstração.

A aprendizagem significativa é aquela que os novos conceitos vão se conectando a outros já existentes, pra isso é preciso saber do conhecimento prévio do sujeito da aprendizagem. Caso ele tenha o conhecimento prévio necessário dizemos que ele tem os subsunçores, caso ele não tenha pressupõe os organizadores prévios.

Mas para que a aprendizagem significativa aconteça não basta que o sujeito tenha os subsunçores ou os organizadores prévios. Para Ausubel, segundo Novak e Cañas (2010), existem três condições para que de fato ocorra a aprendizagem significativa:

- 1- O material assimilado seja potencialmente significativo, ou seja, a assimilação dele deve ter uma conexão com os subsunçores existente. Quando o material for arbitrário, literal, ele pode se tornar significativo através dos organizadores prévios;
- 2- O sujeito tenha uma mínima estrutura cognitiva com os subsunçores necessários para que ocorra a assimilação do conteúdo;
- 3- O indivíduo tenha uma pré-disposição ao aprendizado, a colaboração e participação no processo de ensino. O sujeito não pode participar simplesmente na intenção de decorar, prática muito comum no processo de ensino aprendizagem onde existem exercícios e avaliações repetitivas e padronizadas.

2.1.4. Aspecto geral da teoria

Como sabemos, a aprendizagem significativa não é coisa nova. Temos os primeiros textos escritos por Ausubel (1963) e os mais recentes por Moreira. É uma teoria que valoriza a cognição do aprendiz e condiciona a metodologia da aprendizagem ao que o aprendiz já sabe, e parte desse ponto para ancorar

conhecimentos complementares.

As escolas e congressos se apropriaram desse tema e existem muitas publicações. Porém, segundo Moreira (2010):

Não houve, no entanto, uma apropriação da teoria ou da filosofia subjacente a ela. A escola continua fomentando a aprendizagem mecânica, o modelo clássico em que o professor expõe (no quadro-de-giz ou com *slides PowerPoint*), o aluno copia (ou recebe eletronicamente os *slides*), memoriza na véspera das provas, nelas reproduz conhecimentos memorizados sem significado, ou os aplica mecanicamente a situações conhecidas, e os esquece rapidamente, continua predominando na escola, aceito sem questionamento por professores, pais e alunos, fomentado pelos exames de ingresso às universidades e exaltado pelos cursinhos preparatórios.

Essa teoria, com mais de 50 anos, não está ultrapassada pelo simples fato de sua principal ideia, que é ter o conhecimento prévio do aluno como guia, ainda não ser aplicada. Seu princípio é fundamental.

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo. (AUSUBEL, 1978)

A aplicação da teoria, como sugerida por Ausubel, possui grande eficiência na aprendizagem, evidenciamos isso na apresentação dos dados obtidos nesse trabalho.

2.2. A experimentação no ensino de Física

O uso de experimentos para aulas de física não é nenhuma novidade, pelo menos existem muitos exemplos de aplicações e de publicações em diversas revistas de Física e de educação. Revistas como Ciência e educação, Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, possuem um número grande de publicações nessa área, o que possibilita os profissionais a pesquisarem por boas práticas e também compartilharem suas práticas.

A seguir, algumas publicações que serviram de orientação para a produção do produto educacional e para a escrita desse trabalho.

Em “O papel da experimentação no ensino de física”, de Coelho e Nunes (2002), discute-se o papel da experimentação no ensino da Física com base em alguns exemplos práticos relacionados com a lei de Snell-Descartes e as maneiras e abordar o uso de experimentos em sala de aula. Concebe-se a experimentação como forma de ligar o mundo das teorias e o mundo real.

O trabalho “Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa”, de Moraes e Junior (2014), destaca a importância do uso de experimentação no ensino de ciências e relaciona com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, além de ressaltar o crescimento de publicações na área de ensino de Física com experimentos e destaca a relevância dessa prática.

Júnior e Silva (2013) propõem uma estratégia que é o uso de experimentos para melhorar o aprendizado em física em um caráter investigatório e crítico, pautado na teoria sociocultural de Vygotsky. Também são fornecidos exemplos de atividades experimentais de baixo custo e de fácil montagem e manipulação por professores e alunos.

No trabalho “Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades”, Araújo e Santos (2002) propõem uma análise das publicações sobre ensino de física com experimentos no intervalo de 1992 a 2001 da revista brasileira do ensino de física e relaciona as dificuldades e motivações de

muitos pesquisadores insistirem nesse assunto.

Tavares (2008) descreve os princípios teóricos que fundamentam a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e relaciona sua aplicação com uma ferramenta de aprendizagem e objetos de aprendizagem se propõem a facilitar a aprendizagem de significados dos conteúdos relacionados ao ensino de ciências, fazendo um uso integrado de mapas conceituais, animação interativa e textos, fazendo uso da codificação dual e se configurando como uma representação múltipla de um determinado acontecimento.

No trabalho “A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade”, Alves (2005) discute o ensino experimental de eletricidade, montando grupos de pesquisa, nas escolas de ensino médio, examinando as contribuições teóricas no ensino-aprendizagem de física, o que é a própria natureza do conhecimento em Física, baseada na teoria de Piaget.

Cerqueira (2004) apresenta um livro com quase 90 experimentos que seguem uma metodologia de aplicação para salas de aula no ensino médio através da sequência: título, objetivo, material, problematização, desenvolvimento, questões e complementos.

Giani (2010) demonstra a possibilidade do uso de protocolos experimentais nas aulas de ciências no ensino fundamental. A análise foi feita baseada na teoria da aprendizagem significativa. O trabalho conclui que o uso de atividades experimentais despertou o interesse dos alunos

O trabalho “O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica”, de Zanon (2012), trata do papel da experimentação no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, voltado para a química, a partir de um olhar à vivência de uma professora, em busca de entender teoricamente sua prática, na perspectiva da significação dos conceitos na escola.

Gleiser (2000), em “Por que ensinar Física?”, fala dos desafios do professor em ensinar física, destacando que não é uma missão fácil, mas mostrando um universo de ferramentas para que o professor torne sua aula mais motivadora e

interessante.

Maciel (2015), no trabalho intitulado “Proposta de uma sequência didática sobre tópicos de Física Quântica através do uso de simulações computacionais e da determinação da constante de Planck com LEDs aplicado ao ensino médio”, disserta a situação do ensino de Física ser uma área que enfrenta muitas dificuldades em relação ao processo de ensino-aprendizagem no Brasil por motivos variados, desde o contínuo ensino tradicionalista até o pouco investimento científico e tecnológico, além de Só recentemente ter sido estimulada a inclusão de conteúdos mais atuais nos currículos escolares por meio de orientações da LDB (2000) e dos PCNs (2002), que ressaltam a importância de vinculá-los ao cotidiano do aluno e faz isso com aulas de física quântica relacionadas a fenômenos cotidianos.

Todos esses trabalhos mostram a importância do uso de experimentos nas aulas de Física e alguns ressaltam a importância do uso de experimentos associados à Teoria da Aprendizagem Significativa. O presente trabalho, além disso, mostra uma minuciosa análise de dados coletados durante as aulas, dados que mostram a evolução no conhecimento do aluno após as intervenções feitas pelo professor. Testes que verificaram o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento sobre cinemática foram aplicados antes e depois de todas as atividades como parâmetro de análise. Além de a metodologia ser baseada na interação do aluno com o experimento, onde os mesmos manuseiam e tiram suas conclusões sobre a física envolvida no experimento.

2.3. Relação e Aplicação da teoria no trabalho

Apesar de todos os problemas, ainda existem exemplos de boas ações que podem aprimorar a situação de aprendizagem dos alunos. Em Física, o uso de multimídias, animações, experimentos, analogias com o cotidiano pode tornar seu ensino mais empolgante a aprendizagem mais eficiente e significativa.

Esse trabalho, que é resultado da criação e aplicação de um produto educacional baseado na aprendizagem significativa, foca no seu princípio básico: valorizar o conhecimento pré-existente na estrutura cognitiva do aluno, além de

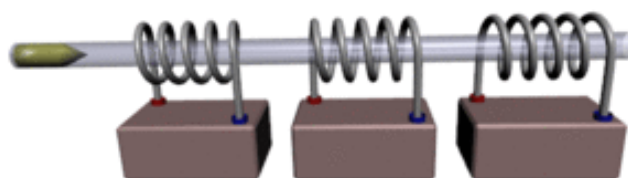
buscar saber se o aluno possui os subsunçores ou organizadores prévios pertinentes aos conteúdos ministrados. Isso foi possível através de testes que tinham como objetivo coletar quais informações os alunos possuem sobre o assunto.

Buscou-se identificar através de questionários se os alunos possuíam subsunçores necessários para a ancoragem de novos conteúdos e quais os organizadores prévios existiam na sua estrutura cognitiva. A partir disso, uma aula seria ministrada para que esses organizadores prévios se tornassem mais abrangentes a ponto de se transformar num subsunçor. Só então, a etapa em questão da aplicação do produto educacional seria finalizada e dada continuidade das demais etapas. As percepções e resultados desses testes serão apresentados nesse trabalho com gráficos e trechos transcritos pelos alunos participantes.

2.4. O experimento Canhão de Gauss.

Um canhão de Gauss, *Figura 4*, é um tipo de experimento que acelera projéteis ferromagnéticos com uso da ação da força magnética.

Figura 4 - Canhão de Gauss original com eletroímãs.



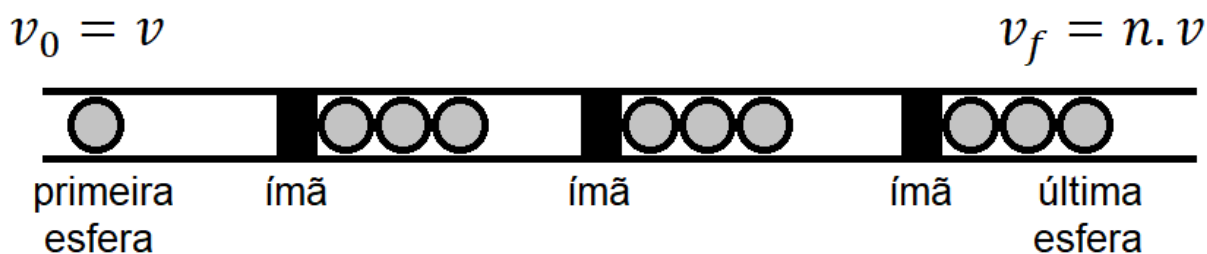
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Coilgun_animation.gif

Originalmente consiste em espiras usadas como eletroímãs configurado linearmente na configuração de indução que acelera um projétil ferromagnético a altas velocidades. O nome Canhão de Gauss é em homenagem a Carl Friedrich Gauss, quem primeiro formulou descrições matemáticas sobre o efeito magnético acelerador usado pelos canhões magnéticos. O primeiro canhão magnético operacional foi desenvolvido e patentado pelo físico norueguês Kristian Birkeland.

Nesse trabalho o canhão de Gauss é montado com ímãs permanentes de neodímio, que apesar de pequenos e frágeis, possuem forte atração magnética e

funcionam muito bem nesse experimento. A primeira esfera é lançada manualmente e através de colisões lineares e troca de energia e momento linear, a última esfera é lançada do canhão com velocidade aumentada de um fator n , conforme Figura 5.

Figura 5 - Representação do canhão de Gauss com ímãs permanentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3. Capítulo 03 - Metodologia

3.1. Local da aplicação do produto

O produto educacional foi aplicado na Escola Estadual de Ensino Médio Prefeito José Euclides Ferreira Gomes Junior, localizada na zona urbana de Sobral, no Estado do Ceará. A escola tem nível socioeconômico média-baixa e possui um indicador de permanência entre 60% e 80%, segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP.

3.2. Participantes

Os participantes foram 85 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, com média de idade entre 14 e 16 anos. Essa quantidade totaliza 3 salas de aula. A aplicação se deu com todos os alunos presentes e no final restaram 65 alunos que participaram de todas as etapas da aplicação do produto. Desses foi feita a colheita de dados acerca da aplicação.

3.3. Coleta dos dados

Em todas as etapas da aplicação do produto, os participantes responderam a questionários que visavam coletar informações sobre o raciocínio dos alunos, no total foram cinco questionários. Esses dados estão registrados por testes escritos em poder do autor do produto educacional. Outras informações foram coletadas de maneira mais subjetiva, como a percepção do professor durante a aplicação, registros fotográficos das etapas, áudios de conversas gravados durante a discussão de fenômenos físicos que ocorreram durante a prática do experimento. Por fim, um último questionário tratava sobre a aceitação dos alunos a respeito da metodologia usada.

3.4. Tratamento dos dados

Todos os dados foram analisados e organizados em uma planilha .xls (excel). A partir dessa planilha foram analisados os dados estatísticos de maneira qualitativa e quantitativa, essa última com mais frequência no trabalho.

3.5. Etapas da aplicação

Todas as etapas de aplicação ocorreram na própria sala de aula e durante as aulas de Física. O conteúdo ministrado foi cinemática, que é visto normalmente no primeiro ano do Ensino Médio nas escolas públicas. Portanto não houve prejuízo aos alunos em relação ao tempo investido por eles nesse produto, já que o conteúdo estava programado para essa etapa. A duração total da aplicação foi de 9 h/a, tempo que normalmente é usado para ministrar o conteúdo de maneira tradicional.

Antes de tudo, foi explicado aos alunos que esse material se tratava da aplicação de um produto educacional e que tinha relação com o MNPEF. A partir disso, foi ressaltada a importância da sinceridade deles nas respostas aos questionários aplicados. Todas as etapas aconteceram nas quartas feiras, e sempre acontecia uma única etapa por semana.

- 1ª etapa: Aplicação do questionário 01 (Q1). A função dele foi de verificar o conhecimento prévio de termos que servem como base para o entendimento dos conceitos de cinemática. A duração da aplicação foi de 50 minutos e foi aplicada em três salas de aula como se pode observar na Figura 6, Figura 7 e Figura 8 a seguir. As orientações que os alunos tiveram era que não podiam pedir ajuda ao professor e nem ter conversa com os colegas, pois qualquer informação poderia interferir no resultado. Concluído a aplicação do primeiro questionário os dados foram analisados e organizados em planilha.

Figura 6 - Aplicação do questionário para verificação de conhecimentos prévios da turma do 1º ano A



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 7 - Aplicação do questionário para verificação de conhecimentos prévios da turma do 1º ano C.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 8 - Aplicação do questionário para verificação de conhecimentos prévios da turma do 1º ano D.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

- 2ª etapa: na semana seguinte, após análise das respostas do questionário 01, foi ministrada uma aula com duração de 100 min. Essa aula foi ministrada porquê de acordo com a análise dos dados do questionário 01, observou-se que muitos não tinham o conhecimento prévio necessário para que se pudesse dar continuidade à aplicação das demais etapas. Nessa aula, o objetivo era que os participantes adquirissem o conhecimento prévio necessário para a segunda etapa. As ferramentas usadas nessa aula foram:
 - Slides produzidos pelo professor em PowerPoint;
 - Vídeos disponíveis no YouTube;
 - Animação sobre lançamento horizontal do site Phet Colorado;
 - Conversa dialogada com os alunos observando suas ponderações sobre o tema.
- 3ª etapa: passado mais uma semana da aula teórica sobre os conhecimentos necessários do questionário 01, foram feitas pequenas alterações no questionário 01 e foi reaplicado. Por terem essas pequenas alterações, ele será chamado de questionário 02 (Q2). O mesmo foi aplicado com a ideia de analisar se na aula teórica da semana anterior os conhecimentos foram fixados na estrutura cognitiva do aluno e se seria possível tratá-los como subsunçores para ancorar mais conteúdos nas próximas etapas.
- 4ª etapa: nesta etapa os alunos tiveram o primeiro contato com o canhão de Gauss. No material apresentado a eles existia um texto sobre o experimento e seu funcionamento em uma situação de lançamento horizontal onde canhão de

Gauss é usado como propulsor do lançamento do projétil, que no caso é uma esfera metálica. A partir desse texto e dos conhecimentos adquiridos com a aula ministrada na segunda etapa, eles resolveram o questionário 03 (Q3), conforme apresentado na Figura 9, Figura 10 e Figura 11, que envolve conteúdos de cinemática, como relação do tempo de queda com a altura, influência da velocidade inicial no alcance do projétil e algumas situações comparativas de lançamento horizontal. Também foi tratado sobre a configuração mais adequada do canhão de Gauss em relação à quantidade de ímãs e de esferas usadas. Os dados foram coletados e analisados em planilha.

Figura 9 - Aplicação do questionário 03 no 1º ano A.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 10 - Aplicação do questionário sobre cinemática no 1º ano C



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 11 - Aplicação do questionário sobre cinemática no 1º ano D



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

- 5ª etapa: nesta etapa aconteceu o primeiro contato físico dos alunos com o canhão de Gauss. Após terem o conhecimento do experimento somente por leitura do texto na etapa anterior (questionário 03), os alunos puderam observar como é seu funcionamento através da exposição feita pelo professor em sala de aula. Após essa exposição ministrada pelo professor, a sala dividiu-se em 4 equipes e cada uma delas recebeu um canhão de Gauss com a mesma configuração para todos: o trilho de madeira, três ímãs e 10 esferas. Da Figura 12 a Figura 16 pode-se observar os alunos interagindo com o experimento.

Figura 12 - Foto dos alunos manuseando o experimento



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 13 - Foto dos alunos manuseando o experimento.



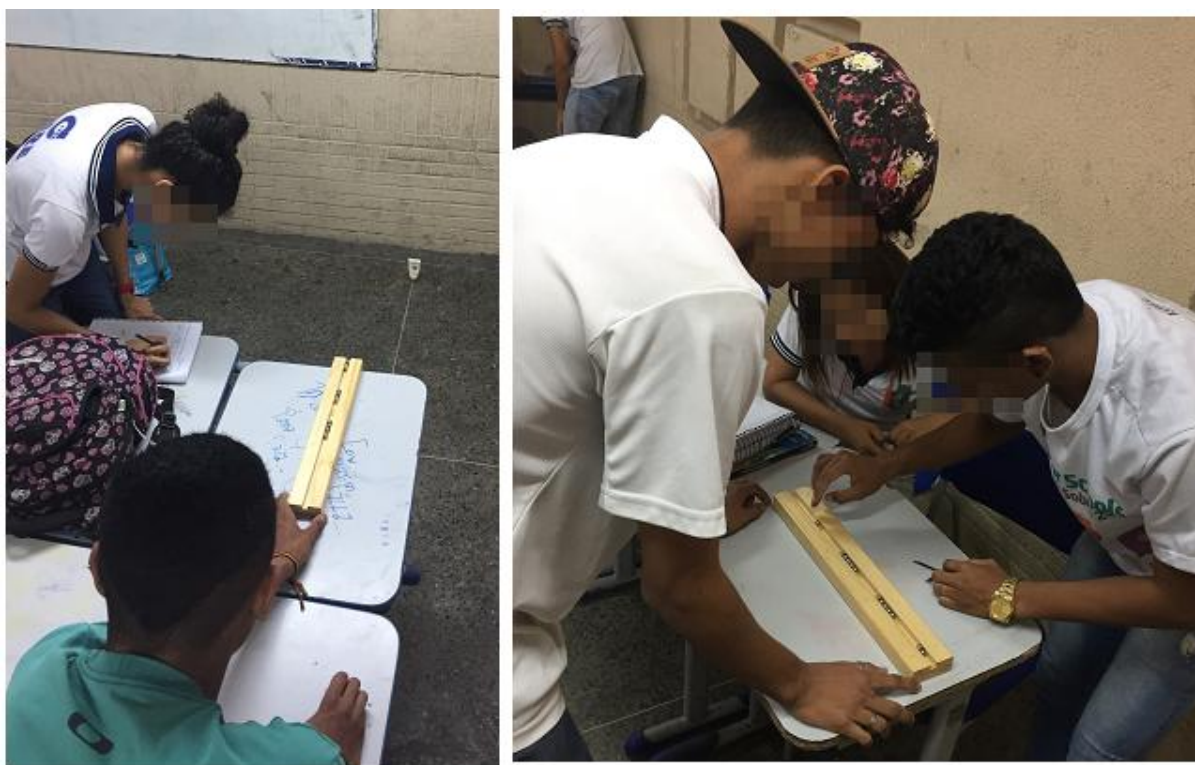
Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 14 - Foto dos alunos manuseando o experimento.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 15 - Foto dos alunos manuseando o experimento.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 16 - Foto dos alunos manuseando o experimento.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

Figura 17 - Canhão de Gauss pronto para uso.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

A divisão da sala em equipes teve como objetivo criar uma com competição entre elas propondo alguns desafios que deveriam ser realizados. Cada equipe ficou com o experimento durante 50 minutos para conhecer o seu funcionamento e suas técnicas de manuseio.

Figura 18 - Competição entre equipes.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

A competição se resume em cada equipe realizar três desafios e foi

organizada como se observa na Figura 18.

Os desafios foram:

Desafio 01: Domínio de força:

Mais forte: A equipe deveria configurar o canhão de Gauss e fazer lançamentos com o maior alcance possível. Ganhou a equipe que conseguiu lançar com maior distância.

Mais fraco - A equipe deveria configurar o canhão de Gauss e fazer lançamentos com o menor alcance possível. Ganhou a equipe que lançou a esfera mais próxima.

Desafio 02 - Domínio da precisão:

A equipe deveria configurar o canhão de Gauss e fazer lançamentos com o objetivo de atingir um alvo no chão. Cada equipe teria disponível o mesmo material. E ganharia a equipe que conseguisse acertar o alvo três vezes no menor intervalo de tempo.

Regras: Nesse desafio a posição do alvo foi definida por sorteio e cada equipe teve a liberdade de mudar a altura de lançamento do canhão de Gauss. No caso das 4 equipes, as medidas dos alcances dos alvos foram três valores diferentes. A definição de cada valor de alcance dos alvos de cada equipe foi dada de acordo com o maior e menor valor do alcance encontrado no desafio 01. Para padronizar esse dado foi usada a equação a seguir.

$$\text{maior alcance} - \text{menor alcance} = y$$

$$\text{distância do alvo da equipe 01} = \text{menor alcance} + \frac{2y}{5}$$

$$\text{distância do alvo da equipe 02} = \text{menor alcance} + \frac{3y}{5}$$

$$\text{distância do alvo da equipe 03} = \text{menor alcance} + \frac{4y}{5}$$

Os valores dos cálculos foram arredondados para o número natural mais próximo.

Desafio 03: Cálculo da velocidade inicial do lançamento do projétil

Esse desafio consistiu em fazer o cálculo da velocidade de lançamento usando somente uma trena que estava em poder do professor, que foi o juiz em todos os desafios. O caminho usado nesse desafio foi explicado em aulas anteriores, inclusive antes da aplicação do questionário 03. A seguir temos a metodologia usada nesse cálculo.

O alcance do projétil se dá pela equação 1. Para isso é preciso saber o tempo de queda, que se encontra representado pelas informações da equação 2.

$$x = v \cdot t_q \quad (1)$$

$$t_q = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad (2)$$

Pode-se substituir o valor de t_q da equação 2, na equação 1, e assim encontra-se o valor da velocidade inicial de lançamento independente do tempo. Na equação 3, tem-se:

$$v = x \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h}} \quad (3)$$

Onde x é o alcance do projétil; h é a altura de lançamento e g é o valor da gravidade.

No final dessa etapa foi discutido entre o professor e as equipes quais características influenciavam no lançamento do projétil e quais as dificuldades apareceram no decorrer do experimento.

- 6ª etapa: aplicação do questionário 04 (Q4), que é basicamente o questionário 03 (Q3) com algumas modificações. Com as práticas da etapa 05 a ideia foi que o aluno tivesse mais domínio sobre os conceitos apresentados nos questionários e

fosse mais assertivo nas respostas. As respostas foram coletadas e colocadas em planilhas

- 7ª etapa: exposição do experimento para toda a escola no pátio durante o intervalo entre aulas. Nessa etapa, 8 alunos voluntários das três salas foram apresentar o experimento para os colegas de outras turmas no intervalo. A apresentação contou com a presença de professores e coordenadores da escola conforme se pode observar na Figura 19 e motivou mais alunos a verem a apresentação. Muitos alunos participaram e alguns deixaram um depoimento para o professor responsável.

Figura 19 - Apresentação para os alunos de outras salas no pátio da escola.



Fonte: Fotografia feita pelo autor.

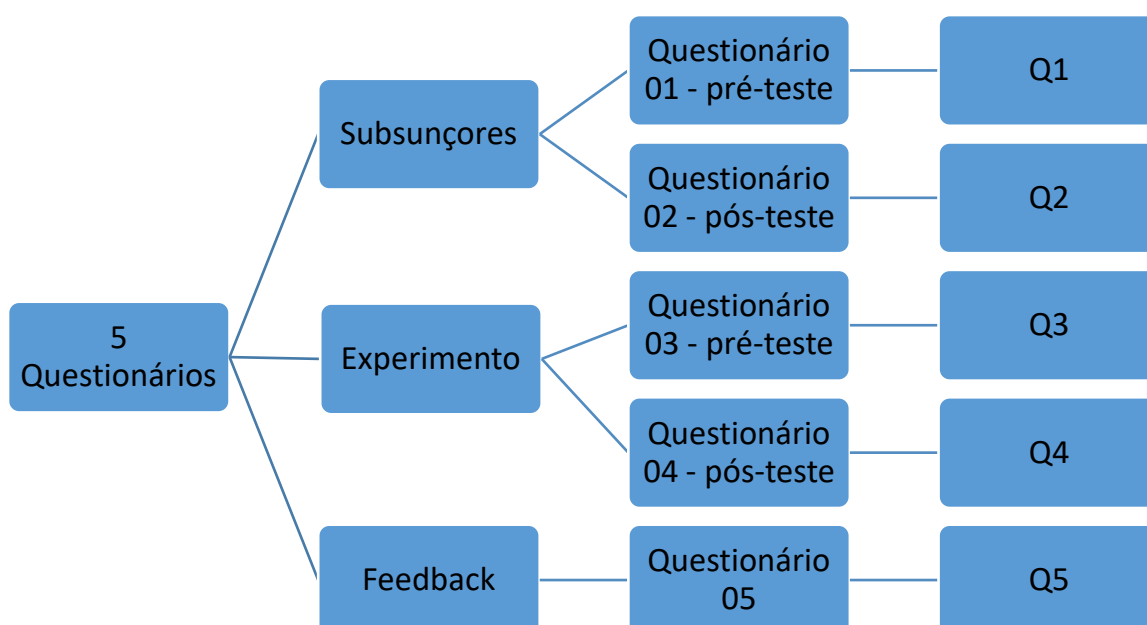
- 8ª etapa: aplicação do quinto questionário. Esse foi destinado ao *feedback* do alunos em relação a atividade e metodologia do professor bem como a opinião e o sentimento de cada um sobre a disciplina de Física.

4. Capítulo 04 - Resultados e discussões

Será feita agora a análise dos dados obtidos durante a aplicação do produto educacional. Iniciando pelos questionários 01 e 02, que são relacionados à análise do conhecimento prévio do aluno.

Vale ressaltar que esse o produto educacional foi aplicado durante sua criação, nesse caso tem-se os questionários de pré e pós-teste com algumas alterações que considera-se que melhora a avaliação das atividades. A sequência da análise será feita pela ordem de aplicações dos questionários, conforme mostra a Figura 20.

Figura 20 - Organograma de análises dos dados.



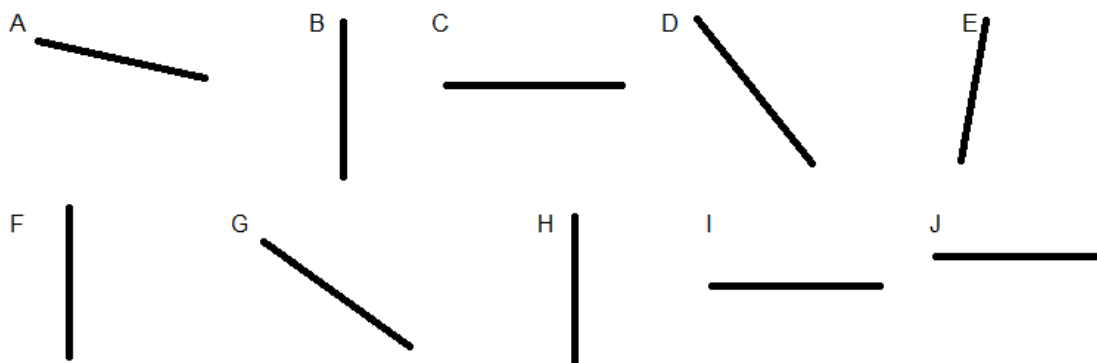
Fonte: Dados da aplicação do produto educacional.

4.1. Análise dos resultados dos questionários Q1 e Q2

Pela análise das perguntas do Q1 e Q2, a seguir, observa-se os resultados das respostas obtidas. Nas perguntas em que se pede para que o aluno justifique sua resposta, eventualmente serão expostos alguns dos comentários com o intuito de demonstrar a evolução do conhecimento do aluno acerca do conteúdo ministrado.

4.1.1. Análise da questão 01 nos questionários Q1 e Q2

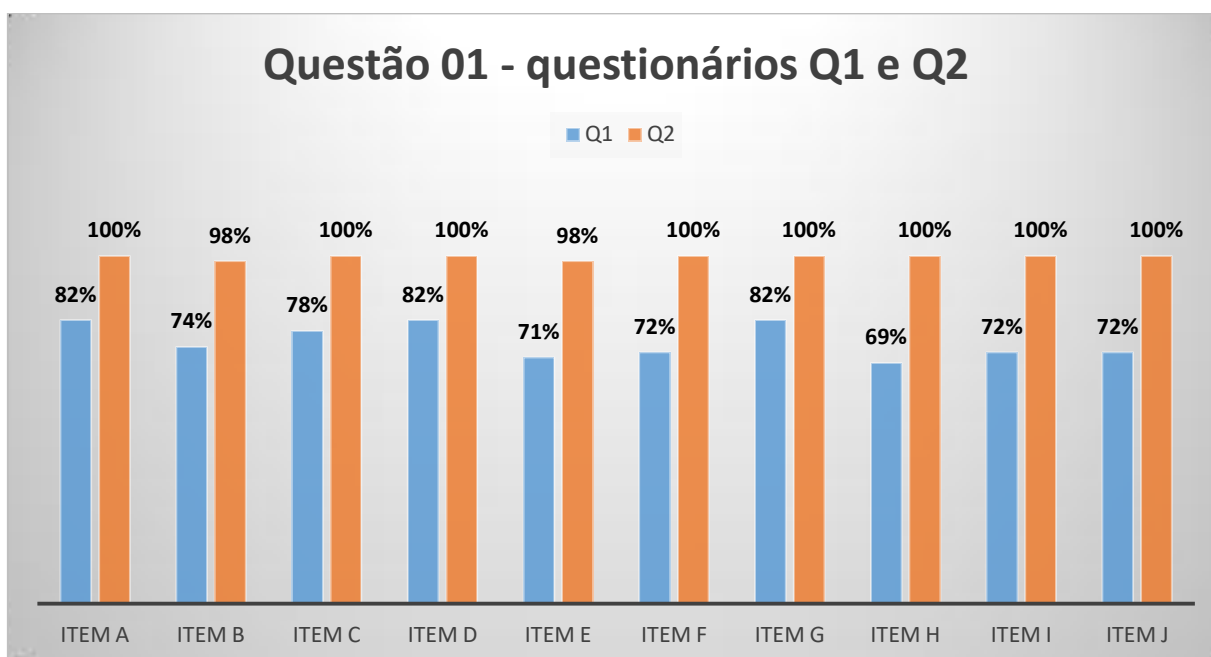
1. Observe a figura abaixo e preencha na opção correspondente se a linha desenhada está na posição vertical, horizontal ou inclinada.



O objetivo dessa questão foi avaliar se o aluno tinha o conhecimento básico sobre a posição de um segmento de reta. Esse conhecimento é simples e fundamental para o entendimento de lançamentos horizontal, vertical e oblíquo em cinemática. Sabendo que a quantidade de alunos participantes (65 alunos) e a quantidade de itens na questão 01 (10 itens), tem-se um conjunto de 650 respostas possíveis.

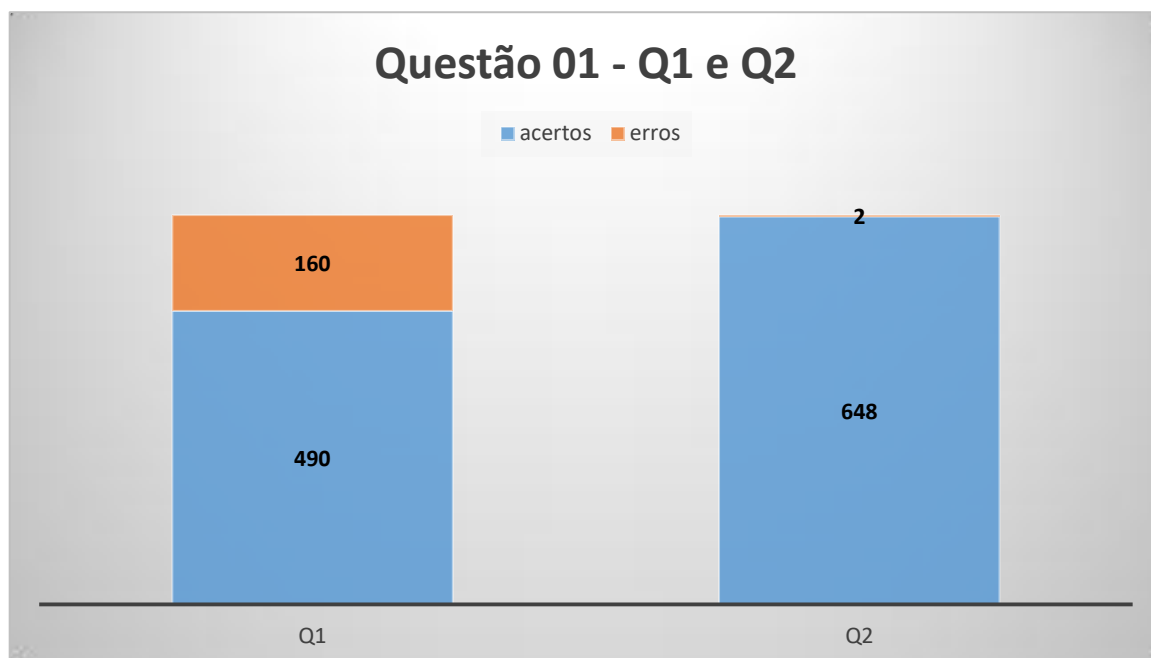
O Gráfico 1 mostra o percentual de acertos por item da questão 01 e o Gráfico 2 apresenta os dados obtidos em relação à quantidade de acertos em toda questão.

Gráfico 1 - Percentual de acertos por item da questão 01 nos questionários Q1 e Q2.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Gráfico 2 - Comparativo de acertos e erros na questão 01 nos questionários Q1 e Q2.



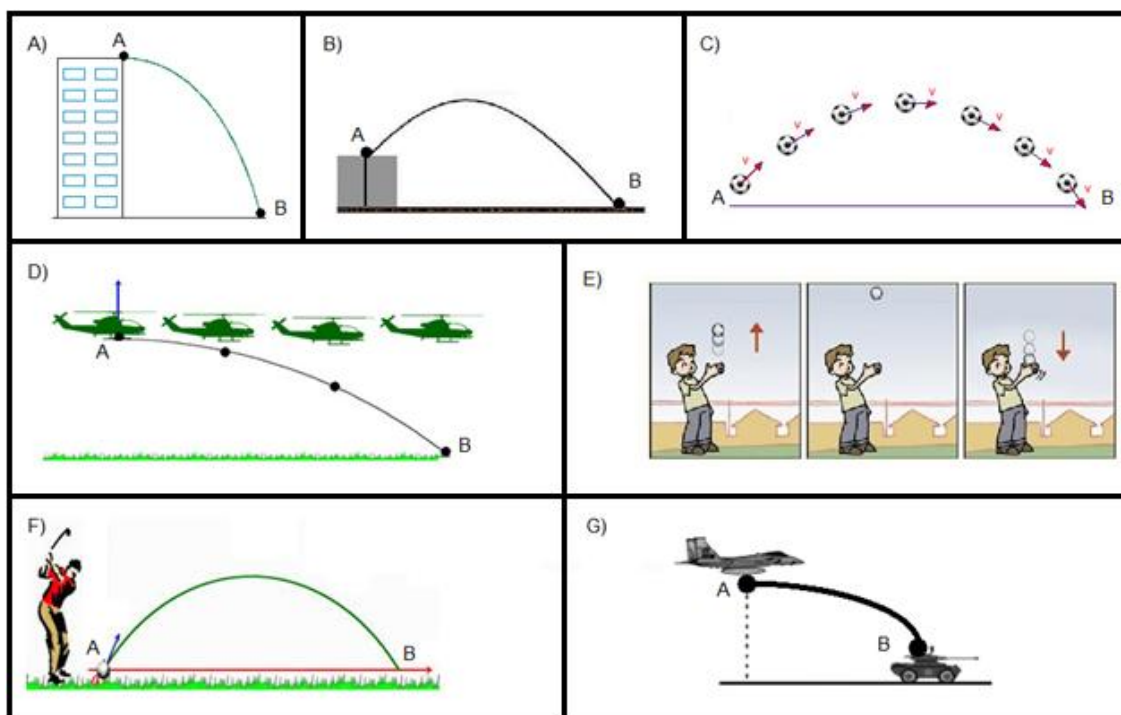
Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Analisando o Gráfico 1, é nítida a evolução das respostas dos alunos por

item, sendo o percentual de acertos igual ou acima de 98% para todos os itens no Q2. No Gráfico 2, considerando a questão com todos os itens e a quantidade de alunos, podemos observar um aumento percentual de aproximadamente 25% na quantidade de acertos (de 490 para 648 acertos), isso mostra um resultado geral de somente 2 erros em 650 itens respondidos no Q2. Ou seja, a taxa de assertividade com a aula aumentou para quase 100%. Um resultado bastante satisfatório, mostrando que o aluno já tem domínio sobre as definições abordadas na questão.

4.1.2. Análise da questão 02 dos questionários Q1 e Q2

2. As figuras de A a F a seguir representam lançamentos de um objeto do ponto A ao ponto B. De acordo com o observado, preencha as lacunas seguintes fazendo a associação de acordo com o tipo de lançamento representado na figura. Use a equivalência: lançamento horizontal – LH, lançamento oblíquo – LO e lançamento vertical – LV para fazer o preenchimento dentro dos parênteses.

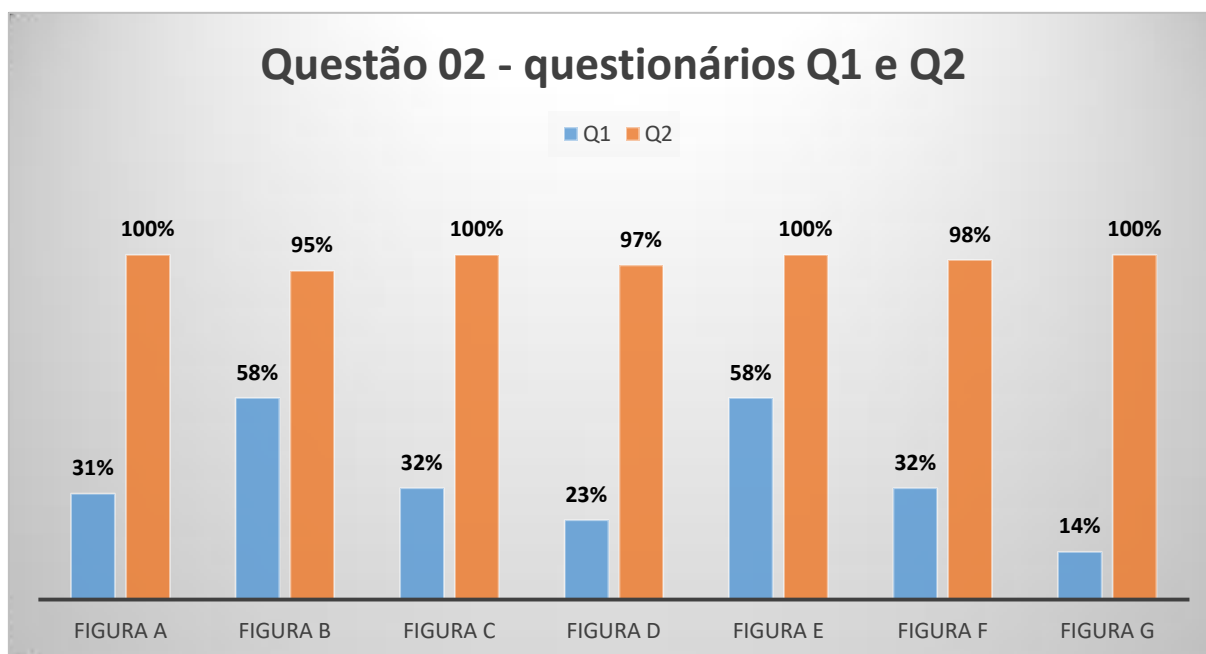


Essa questão tem o objetivo de analisar se o aluno sabe identificar os três tipos de lançamentos mencionados na questão. Conhecimento que é necessário para diferenciá-los e compreender as características e conceitos físicos de cada um. Nessa questão os mesmos 65 alunos participantes responderam e a questão possui

7 itens, o que indica 455 respostas possíveis.

O Gráfico 3 apresenta o percentual de acertos por item da segunda questão e o Gráfico 4 mostra os dados obtidos em relação a proficiência dos alunos em toda a questão.

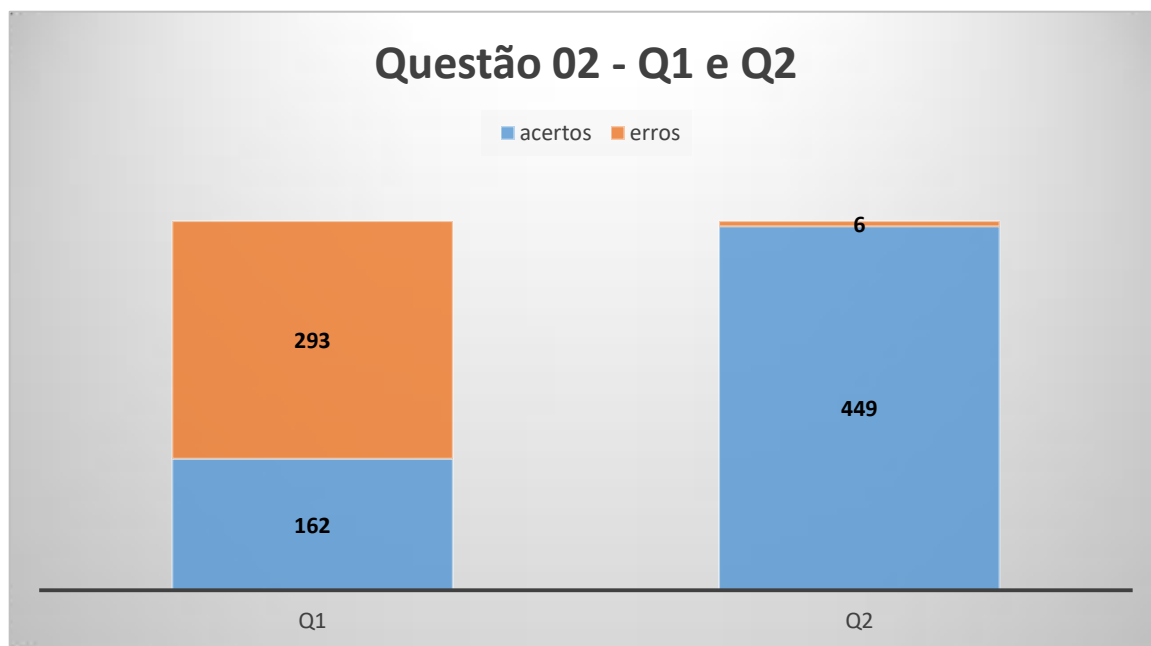
Gráfico 3 - Percentual de acertos por item na questão 02 dos questionários Q1 e Q2.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Nesse caso, por ser um conhecimento não trivial a um aluno do 1^o ano do Ensino Médio que ainda não estudou esse conteúdo, observou-se um resultado não satisfatório em relação à quantidade de acertos no Q1, que foi inferior ou igual a 58% para todos os itens. Isso mostra que aproximadamente 2 em cada 3 alunos da turma não tinham o conhecimento sobre esses tipos de lançamentos, o que impossibilitaria avançar aos conteúdos seguintes.

Gráfico 4 - Comparativo de acertos e erros no Q1 e Q2.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

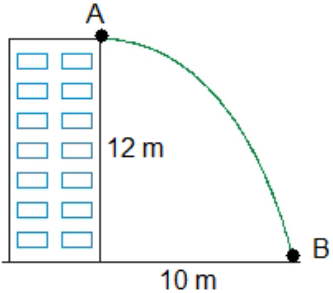
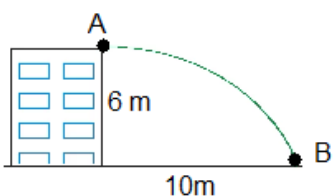
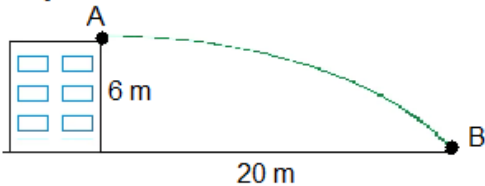
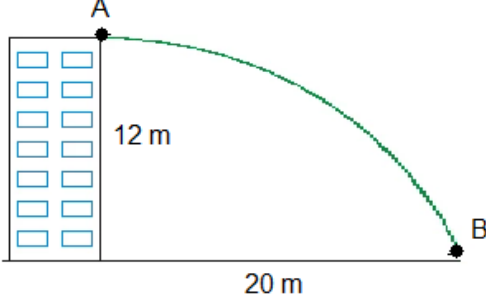
Ainda no Gráfico 4, comparando os dados, observa-se que a proficiência dos alunos melhorou bastante após a aula. Números que informam que as definições apresentadas nas aulas foram fixadas na estrutura cognitiva do estudante.

Mais uma vez, semelhante à questão 01 do Q2, o percentual de acertos chegou próximo de 100%. Inclusive pode-se associar esses erros a uma possível falta de atenção do aluno ao responder as questões.

4.1.3. Análise da questão 03 dos questionários Q1 e Q2

Essa questão é a mais técnica do Q1 e a mais direcionada ao experimento do produto, pois nela o aluno deve conhecer as definições físicas e detalhes importantes sobre lançamento horizontal, como por exemplo, quais grandezas influenciam diretamente no alcance e a relação da altura com o tempo de queda. Observar essas habilidades é o objetivo da questão a seguir.

3. De acordo com a figura abaixo, na qual está sendo representado um objeto sendo lançado do ponto A para um ponto B em diferentes situações, responda as perguntas abaixo e explique seu raciocínio.

Situação 01 	Situação 02 
Situação 03 	Situação 04 

a. Em quais situações podem ser observadas que as alturas iniciais dos lançamentos são as mesmas?

b. Em quais situações podem ser observados que os alcances dos lançamentos são os mesmos?

c. Em quais situações o tempo de queda é o mesmo?

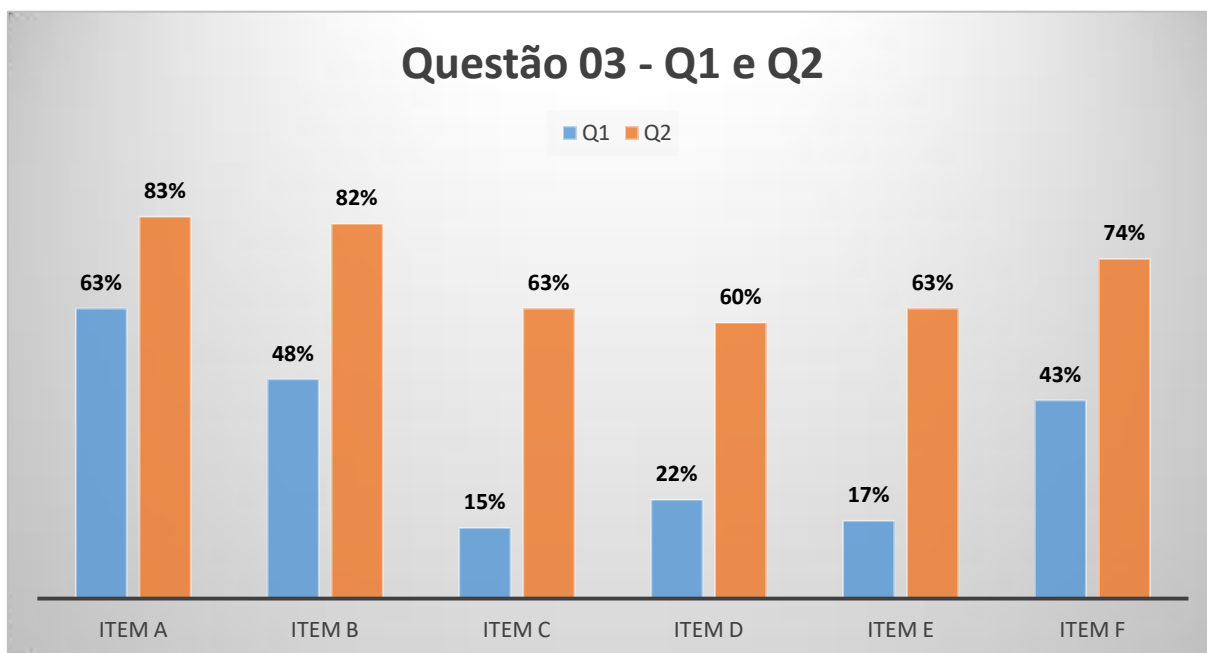
d. Em qual situação a velocidade inicial do lançamento é maior? Justifique sua resposta.

e. Em qual situação a velocidade inicial do lançamento é menor? Justifique sua resposta.

f. Em qual situação a partícula percorreu o maior deslocamento?

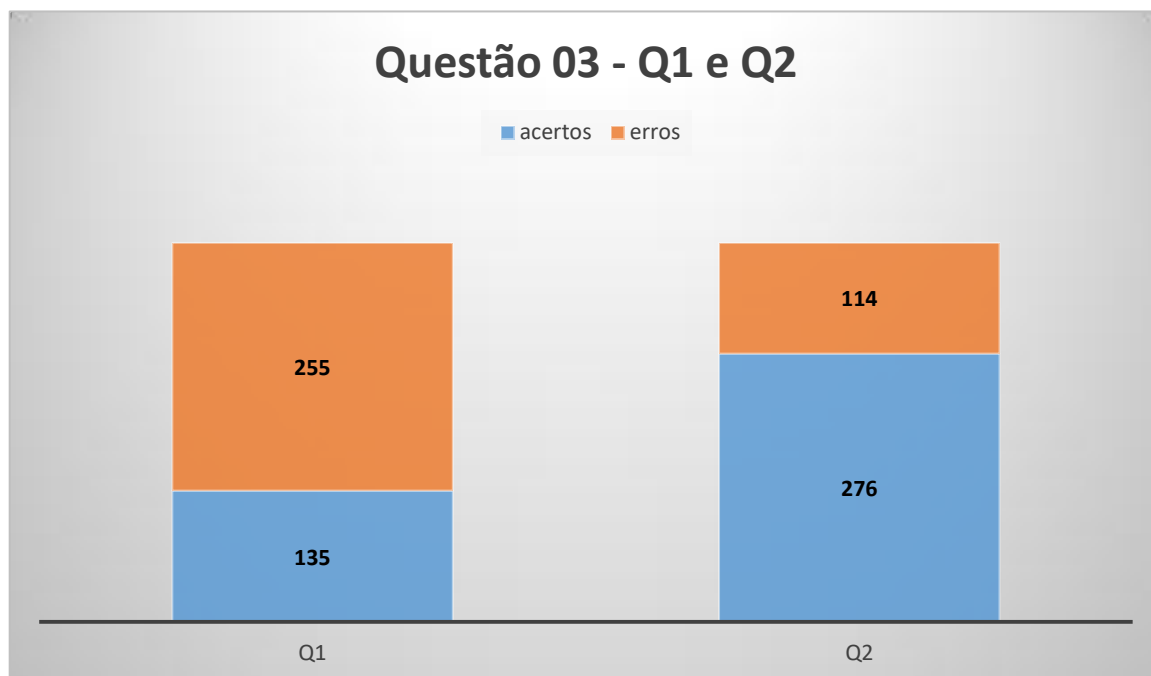
Como se pode observar, os itens da questão 03 podem ter mais de uma resposta. Tomando como exemplo o item (a) da questão, nela é possível ter três respostas: o aluno pode responder que somente as situações 01 e 04 ou somente as situações 02 e 03 ou as situações 01 e 04 junto com as situações 02 e 03. Na análise, todas elas foram consideradas corretas, porém, mesmo assim, o número de acertos não foi satisfatório no Q1, em torno de 34%. A seguir, no Gráfico 5 tem-se a quantidade de acertos nos questionários por item e no Gráfico 6, a análise dos dados obtidos pelas respostas dos alunos referentes à questão toda.

Gráfico 5 - Percentual de acertos por item na questão 03 dos questionários Q1 e Q2.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Gráfico 6 - Número de acertos e erros na questão 03 do Q1 e Q2.



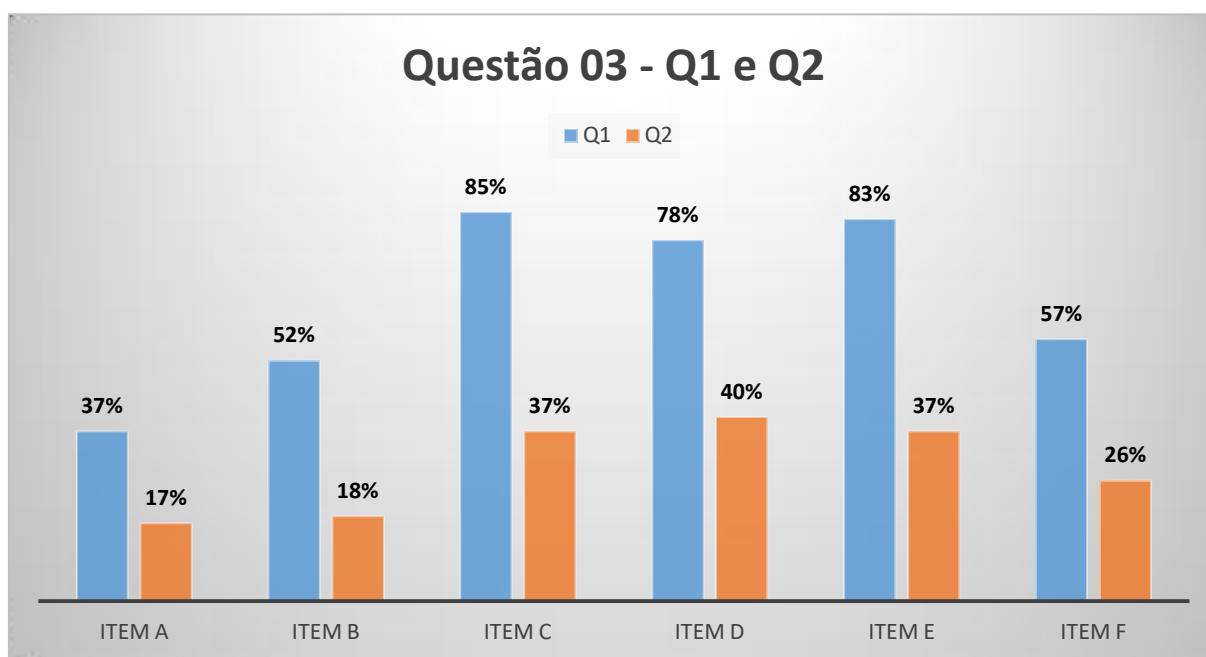
Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Nessa questão a cobrança em relação aos conteúdos começa nos itens (a) e (b) para saber se o aluno identifica em um lançamento horizontal as suas grandezas

características, como altura do lançamento e alcance.

A análise a seguir se baseia nos dados apresentados no Gráfico 7, que mostra proficiência dos alunos na questão três do Q1 e Q2.

Gráfico 7 - Percentual de erros por item na questão 03 dos questionários Q1 e Q2.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Para o item (a), 24 dos 65 alunos não conseguiram identificar em um lançamento horizontal a altura inicial do movimento no Q1, ou seja, aproximadamente 37% dos alunos não possuíam essa habilidade. No Q2, esse número baixou para 11 dos 65 alunos que ainda não sabiam identificar essa característica, ou seja, aproximadamente 17% dos alunos ainda não possuíam essa habilidade.

No item (b), 34 dos 65 alunos não conseguiram identificar em um lançamento horizontal o alcance que o projétil atinge no Q1, ou seja, aproximadamente 52% dos alunos não possuíam essa habilidade. No Q2, esse número baixou para 12 dos 65 alunos que ainda não sabiam identificar essa característica, ou seja, aproximadamente 18% dos alunos ainda não possuíam essa habilidade.

Percebe-se certa coerência nesses resultados, pois acredita-se que a característica alcance e altura inicial são conceitos que se complementam, ou seja,

se o aluno conhece uma delas, ele deve conhecer a outra. E o percentual de alunos que não conhece as duas foi coerente no Q2, 17% não identifica a característica da altura inicial do lançamento e 18% não identifica a característica altura alcance do lançamento.

No item (c), esperava-se que o aluno relacionasse o tempo de queda com a altura inicial do lançamento. Nesse item, 55 dos 65 alunos não conseguiram fazer essa relação no Q1, ou seja, aproximadamente 85% dos alunos não possuíam esse conhecimento. No Q2 esse número baixou para 24 dos 65 alunos que ainda não sabiam identificar essa característica, ou seja, aproximadamente 37% dos alunos ainda não possuíam essa habilidade. O número mostra uma melhora do conhecimento da turma participante, mas ainda pode ser considerado um número não satisfatório, considerando que se trata de uma informação importante na cinemática dos lançamentos.

Nos três primeiros itens são cobrados conhecimentos não aprofundados, mas que são fundamentais para o entendimento de lançamento horizontal.

No item (d) e (e), o intuito era que o aluno usasse todas as características dos lançamentos e conseguisse descobrir a intensidade da velocidade inicial do lançamento.

No item (d), quando perguntado sobre qual das situações apresentava uma velocidade inicial de lançamento maior, esperava-se que o aluno relacionasse o tempo de queda com o alcance do lançamento, pois é a partir dessas características que a resposta correta é obtida. No Q1, 51 dos 65 estudantes não souberam responder corretamente, ou seja, aproximadamente 78% dos alunos não possuíam essas habilidades. No Q2, esse número baixou para 26 dos 65 alunos que ainda não sabiam identificar essa característica, ou seja, aproximadamente 40% dos alunos ainda não possuíam essa habilidade, um percentual ainda elevado. Essa análise também poderia ser feita pela altura inicial do lançamento (que define o tempo de queda) e a velocidade inicial do lançamento, que relacionada com o tempo de queda, obteria o alcance do projétil, ou seja, nas duas análises o aluno deveria concluir que quanto menor fosse o tempo de queda e maior fosse o alcance, seria porque a velocidade inicial é a máxima. Nesse caso, a quantidade de informação e

sua complexidade fez com que seu rendimento não fosse satisfatório.

No item (e), quando perguntado sobre qual das situações apresenta uma velocidade inicial de lançamento menor, esperava-se que o aluno raciocinasse semelhante ao item (d). No Q1, 54 dos 65 estudantes não souberam responder corretamente, ou seja, aproximadamente 83% dos alunos não possuíam essas habilidades. No Q2 esse número baixou para 24 dos 65 alunos que ainda não sabiam identificar essa característica, ou seja, aproximadamente 37% dos alunos ainda não possuíam essa habilidade. Resultado coerente com o item (d) pelos mesmos motivos citados.

O item (f), um pouco mais simples, o aluno deveria analisar o alcance e a altura de lançamento para determinar o deslocamento do projétil. Esse item pode ser considerado mais simples pelo fato de sua solução poder ser retirada através da relação triangular e pelo uso do teorema de Pitágoras. Nesse item no Q1, 37 dos 65 alunos não conseguiram fazer essa relação, ou seja, aproximadamente 57% dos alunos não possuíam ou não conseguiram aplicar esse conhecimento. No Q2 esse número baixou para 17 dos 65 alunos que ainda não sabiam identificar essa característica, ou seja, aproximadamente 26% dos alunos ainda não possuíam essa habilidade.

O resultado foi satisfatório, a redução no percentual de acertos após as aulas é bem evidente, mas observamos que nessa questão os alunos ainda tem alguma deficiência de conhecimento. Contudo, identificar dados como altura e alcance seria trivial tratando-se de alunos nessa série.

Nessa questão foi observada uma maior dificuldade dos alunos em respondê-las, mas ainda é possível identificar algumas evoluções e coerências nas justificativas dessas respostas. A seguir, pode-se observar na Tabela 1 as justificativas de alguns alunos em relação as suas respostas no Q1 e a evolução na coerência de suas justificativas no Q2.

Tabela 1 - Comentários de alguns alunos na questão 03 no Q1 e Q2.

Justificativas as respostas da questão 03			
Aluno	Item	Justificativa (Q1)	Justificativa (Q2)

9	c	Elas tem o mesmo tempo ou pode ser que nenhuma tenha o mesmo tempo.	Pois as alturas são as mesmas.
23	d	Porque a altura é muito menor que o alcance causando pouca força de queda.	Pois com uma altura menor ela foi a um deslocamento maior.
38	c	10 metros, significa a altura da queda que ele pulou.	Se a altura é igual o tempo de queda também vai ser não importa seu alcance.
41	c	Porque todas vão ser jogadas ao mesmo ponto sem mudar a distância.	Quanto menor é a altura menor é o tempo de queda.
49	c	Não sabe pois não tem nenhuma informação.	O tempo de queda depende só da altura.
56	d	Por causa do seu tempo ou da velocidade.	Pois com pouco tempo ela foi mais longe.

Fonte: Dados obtidos nos questionários.

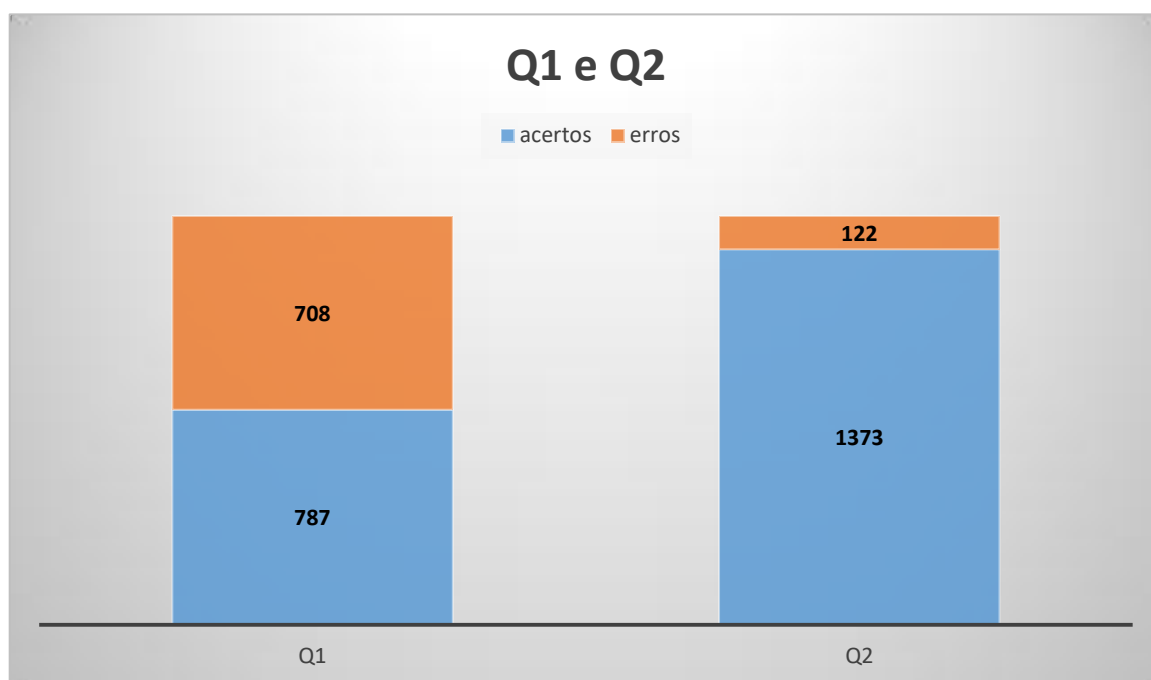
4.1.4. Análise geral dos questionários Q1 e Q2

Os questionários aplicados até agora tiveram como principal função identificar se o estudante possui os subsunçores necessários para o conteúdo de lançamento horizontal. No Q1, observou-se que alguns alunos não tinham o mínimo conhecimento sobre os conceitos cobrados. Na primeira questão 5 alunos erraram todos os itens, ou seja, não tinham a noção do significado de vertical, horizontal ou inclinado, dado preocupante tratando-se de alunos do Ensino Médio. Na questão 02, que tem 7 itens, 19 alunos erraram seis ou sete itens, desses, 9 erraram todos os sete itens.

Após a aula sobre os conteúdos cobrados nos questionários, notou-se uma melhora significativa do resultado em relação à proficiência dos alunos. Observou-se uma redução significativa da quantidade de erros, apesar de chegar a uma taxa de aproximadamente 8% em todo o questionário, como mostra o Gráfico 9, o que ainda pode ser considerado um número relativamente alto, no entanto vale ressaltar que

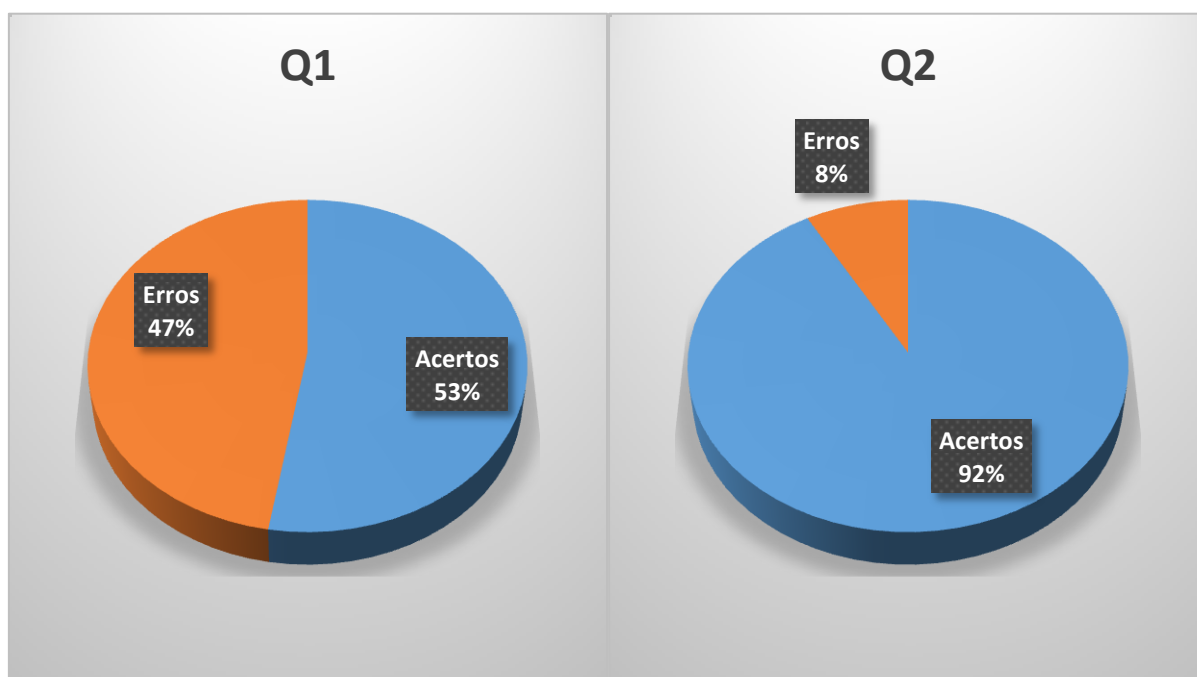
dos 122 erros no Q2, mostrados no Gráfico 8, 114 tratam-se da questão 3 mostrando que essa questão é a principal responsável por esse índice.

Gráfico 8 – evolução dos acertos nos questionários Q1 e Q2.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Gráfico 9 - Evolução no pré-teste e pós-teste.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Todo o trabalho desenvolvido nessa primeira etapa fez o percentual de acertos passar de 53% para 92%, obviamente não chegou a 100%, pois isso depende de muitos fatores.

Não basta ter-se um material ou uma aula potencialmente significativa, caso o aprendiz não possua determinadas ideias que servirão de âncora para a aprendizagem do novo conteúdo (segundo a estratégia dos organizadores prévios), e/ou se ele não apresenta real interesse em aprender significativamente, ele poderá aprender mecanicamente. (PRASS, 2012)

Portanto no que se refere a metodologia e ao material utilizado pode-se entender que houve uma aprendizagem dos conteúdos que são pré-requisitos para a etapa seguinte. Os dados apresentados no Gráfico 9 mostra também que a intervenção pedagógica do professor durante as aulas foi favorável para a assimilação do conteúdo pelos alunos. O intervalo entre a aula e o Q2 mostra que a aprendizagem desses conteúdos podem ser considerada significativa, pois na aprendizagem mecânica, o tempo da retenção do conhecimento é relativamente muito curto.

Em primeiro lugar, uma vez que o equipamento cognitivo humano, ao contrário do de um computador, não consegue lidar de modo eficaz com as informações relacionadas consigo numa base arbitrária e literal, apenas se conseguem interiorizar tarefas de aprendizagem relativamente simples e estas apenas conseguem ficar retidas por curtos períodos de tempo, a não ser que sejam bem apreendidas. Em segundo, a capacidade de relação arbitrária e literal para com a estrutura cognitiva torna as tarefas de aprendizagem por memorização altamente vulneráveis à interferência de materiais semelhantes, anteriormente apreendidos e descobertos de forma simultânea ou retroativa. É este tipo de capacidade de relação basicamente diferente para com a estrutura cognitiva (arbitrária e literal *versus* não arbitrária e não literal) que justifica a diferença fundamental entre os processos de aprendizagem por memorização e significativa. (AUSUBEL, 2000).

Deste modo, com uma taxa de acertos próxima de 92%, foi viável passar a diante no conteúdo com a evidência que os alunos agora possuem conhecimento prévio para reter novos conhecimentos previstos na próxima etapa.

4.2. Análise dos resultados dos questionários Q3 e Q4.

Esses questionários são os mais importantes aplicados no trabalho, pois neles estão registrados e cobrados conhecimentos técnicos sobre cinemática e a partir deles tem-se a ideia se houve aprendizagem dos conteúdos. Em relação ao Q3, foram substituídas questões do Q4 que se notou não ter relevância aprofundada sobre o conteúdo de cinemática. A questão 3 dos questionários 01 e 02 foi inserida novamente no Q4 por perceber que o índice de respostas corretas no questionário 02 ainda não foi satisfatório, para isso, faz-se a análise de como a prática experimental influenciou os alunos na solução dessa questão. Inicialmente serão analisadas as questões comuns aos Q3 e Q4. As novas questões adicionadas serão analisadas individualmente ao final da seção de tal forma que se perceba a absorção pelos alunos do conhecimento abordado nelas.

4.2.1. Análise da questão 01 dos questionários Q3 e Q4.

Nesse item pretendeu-se analisar se o aluno tinha o conhecimento sobre a influência da velocidade inicial do lançamento no alcance do projétil. Sabe-se que, para lançamentos de altura constante, quanto maior a velocidade de lançamento maior será o alcance, que depende exclusivamente dessa grandeza no lançamento horizontal. A seguir, tem-se a questão respondida pelos alunos e no Gráfico 10 o percentual de acertos no Q3 e Q4.

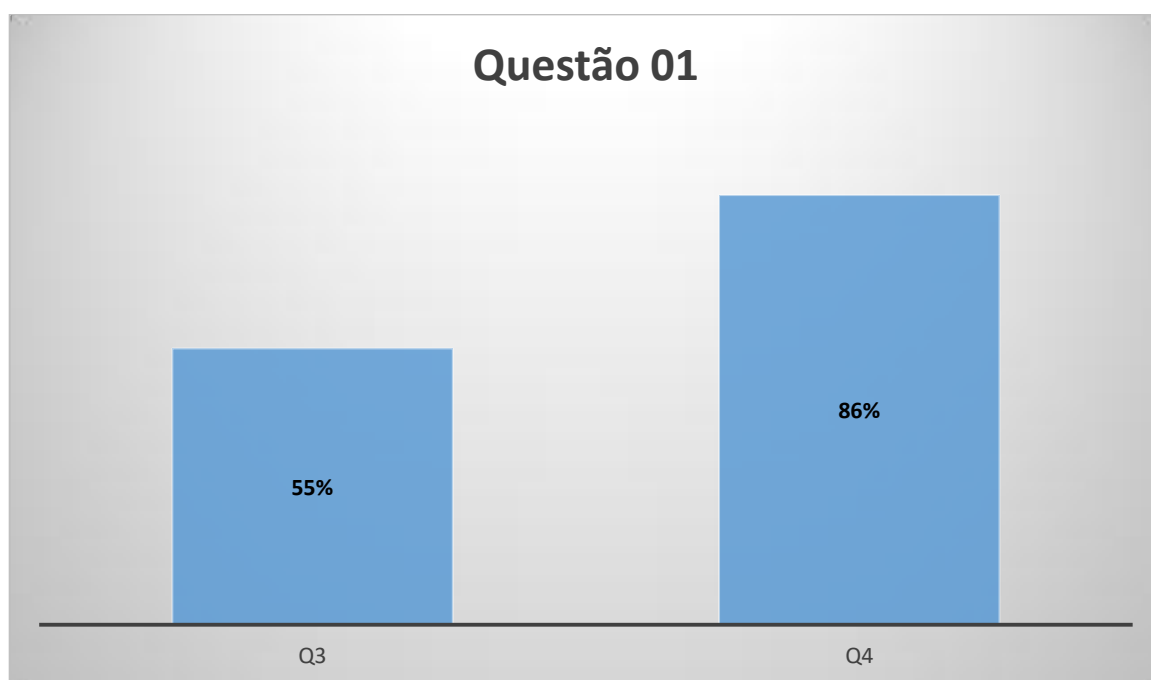
1. Supondo vários lançamentos horizontais de mesma altura, qual a relação entre velocidade inicial do lançamento e o alcance da esfera? Marque a(s) opção(ões) que julgar correta(s) e justifique sua resposta.
- a. Quanto maior a velocidade maior será seu alcance;
 - b. Quanto maior a velocidade menor será seu alcance;
 - c. Quanto menor a velocidade maior será seu alcance;
 - d. Quanto menor a velocidade menor será seu alcance.

Como pode-se observar, nessa questão existem duas respostas corretas, os itens (a) e (d). O aluno poderia marcar os dois itens ou somente um deles para que a

resposta fosse considerada correta.

O Gráfico 10 mostra que no Q3 o percentual de acertos chega a 55%, que corresponde a 36 acertos. Desses, 31 alunos marcaram a opção (a), dois alunos marcaram a opção (d) e três alunos marcaram as opções (a) e (d). Isso mostra que ao ler a questão o aluno não lê atentamente aos quatro itens das respostas ou simplesmente se contentou em ter achado uma opção correta.

Gráfico 10 - Percentual de acertos da questão 01 no Q3 e Q4.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

No mesmo Gráfico 10, percebe-se que a quantidade de acertos aumentou para 86% em Q4, que corresponde a 56 acertos. Desses, 10 alunos marcaram somente a opção (a), seis marcaram somente a opção (d) e 40 marcaram as duas opções como correta, resultado que mostra a eficiência da aula com o experimento e da dinâmica praticada por eles com o experimento. Além do aumento percentual na quantidade de acertos, de 55% para 86%, tem-se um aumento significativo na qualidade das respostas, pois como o ideal era que o aluno marcasse as opções (a) e (d) juntas, essa opção teve um aumento de três alunos para 40, o que confirma que o participante teve mais atenção e conhecimento para a solução dessa questão.

4.2.2. Análise da questão 02 dos questionários Q3 e Q4

Nesse item, esperava-se que o aluno aplicasse o conhecimento obtido no Q1 e Q2. O conceito abordado era que o tempo de queda dependeria exclusivamente da altura inicial do lançamento. Pode-se observar no Gráfico 11 que o percentual de acertos no Q3 já é superior a 50% (33 acertos), o que mostra que os conhecimentos obtidos nas etapas anteriores ainda estão presentes na estrutura cognitiva da maioria dos alunos, evidenciando assim a aprendizagem significativa.

2. No lançamento horizontal, qual a relação entre a altura inicial do lançamento e o tempo que a esfera passa no ar. Marque a opção que julgar correta e justifique sua resposta.
- a. Nenhum, pois o tempo da esfera no ar depende somente de sua velocidade inicial;
 - b. Quanto maior for a altura de lançamento maior será o tempo que a esfera passa no ar;
 - c. A altura inicial do lançamento e o tempo que ela passa no ar depende da velocidade inicial do lançamento;
 - d. Quanto maior for a altura do lançamento da esfera, menor será o tempo que a esfera passa no ar.

No Q4, após a dinâmica com o experimento, ainda no gráfico, nota-se um aumento na quantidade de acertos para quase 85% (56 acertos). Isso mostra que além da relação de tempo de queda com altura de lançamento, o aluno conseguiu identificar isso numa situação problema em que foi questionado diretamente sobre o assunto.

Gráfico 11 - Percentual de acertos da questão 02 no Q3 e Q4.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

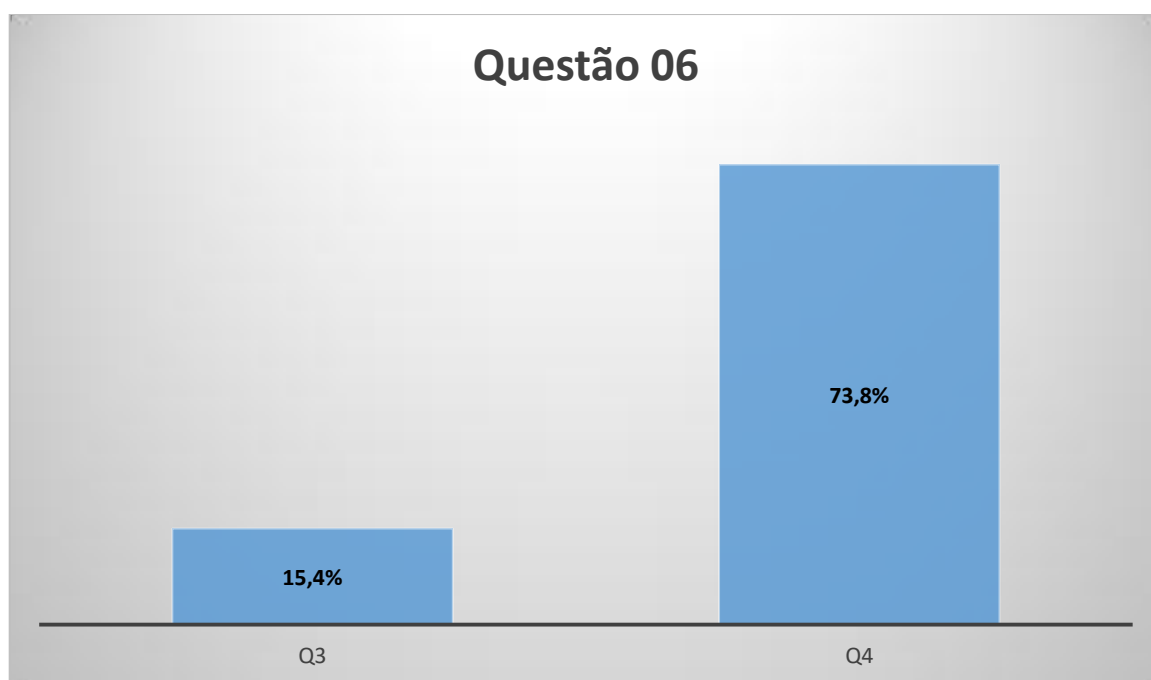
4.2.3. Análise da questão 06 dos questionários Q3 e Q4.

Uma das atividades do experimento era o cálculo da velocidade inicial do lançamento a partir da análise e coleta dos dados do experimento. Os procedimentos desse cálculo foram apresentados na etapa 05 da metodologia da aplicação do produto educacional.

6. Quais informações são necessárias para saber a velocidade inicial de lançamento da esfera com bastante precisão no experimento citado e sem uso de cronômetro?
- a. O alcance e o tempo;

- b. O tempo e a altura de lançamento;
- c. O alcance e a altura do lançamento;
- d. O tempo, a altura e o alcance do lançamento.

Gráfico 12 - Percentual de acertos da questão 06 no Q3 e Q4.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

O Gráfico 12 apresenta o percentual de acertos no Q3 e Q4. No Q3, pode-se observar que pouco mais que 15% das pessoas acertaram essa questão (10 acertos), após a aula com dinâmica do experimento houve um aumento percentual de acertos para próximo de 74% (48 acertos). Ou seja, um aumento percentual de quase 60% (de 10 para 48 acertos) nos acertos.

4.2.4. Análise da questão 07 dos questionários Q3 e Q4.

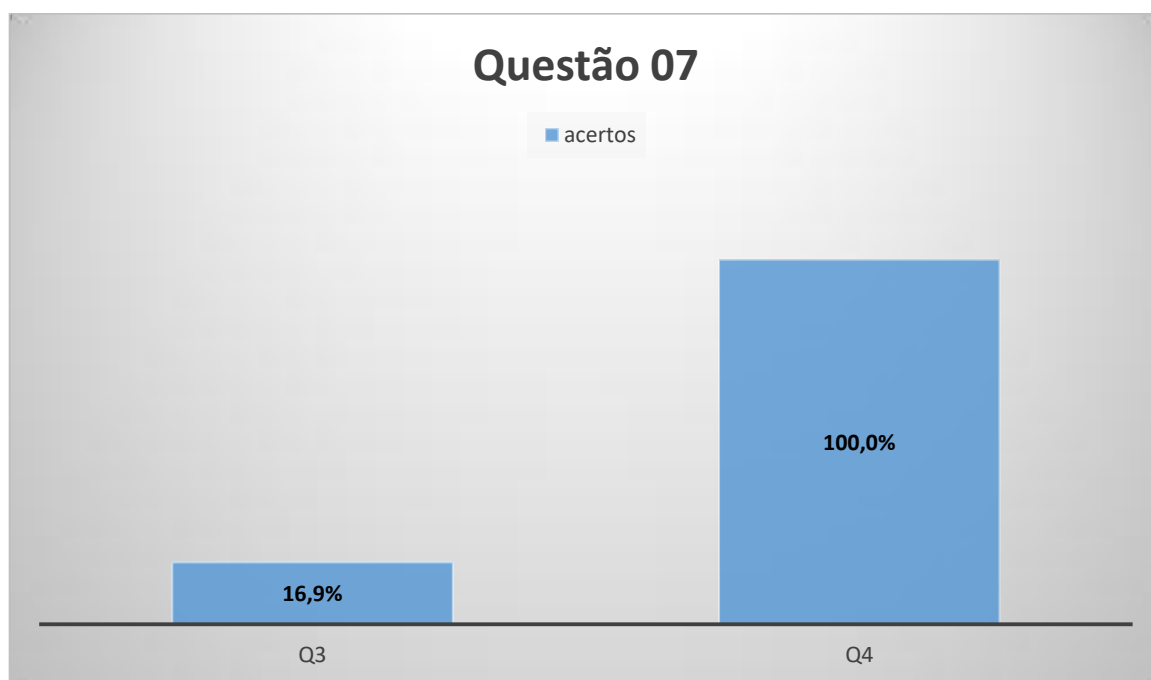
A solução dessa questão é simples e obtida através da prática do experimento. No Q3 o aluno só faria uma estimativa baseado na ideia apresentada sobre o canhão de Gauss. Como se pode observar nessa questão, ela dá duas

informações para se obter a velocidade inicial do lançamento, que é a altura inicial do lançamento e o alcance.

7. Configurando o canhão com três ímãs e três esferas em cada ímã e posicionando-o na horizontal a uma altura de 1 metro, qual será o alcance aproximado da esfera lançada?

- a. Menos de 1 metro
- b. Entre 1 metro e 1,4 metros
- c. Entre 1,4 e 1,8 metros
- d. Acima de 1,8 metros

Gráfico 13 - Percentual de acertos da questão 07 nos questionários Q3 e Q4.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

No Gráfico 13 pode-se observar o percentual de acertos no Q3 e Q4 para a questão 07. No Q4 o percentual de acertos foi de 100% por que no momento da solução dessa questão o experimento já havia sido executado e os próprios alunos coletaram essa informação, ou seja, o dado foi coletado no momento do experimento. O valor encontrado no experimento foi de aproximadamente 1,6 metros, valor que é representado pela opção (c). A principal função dessa dinâmica foi fornecer dados para a solução da questão 08.

4.2.5. Análise da questão 08 dos questionários Q3 e Q4.

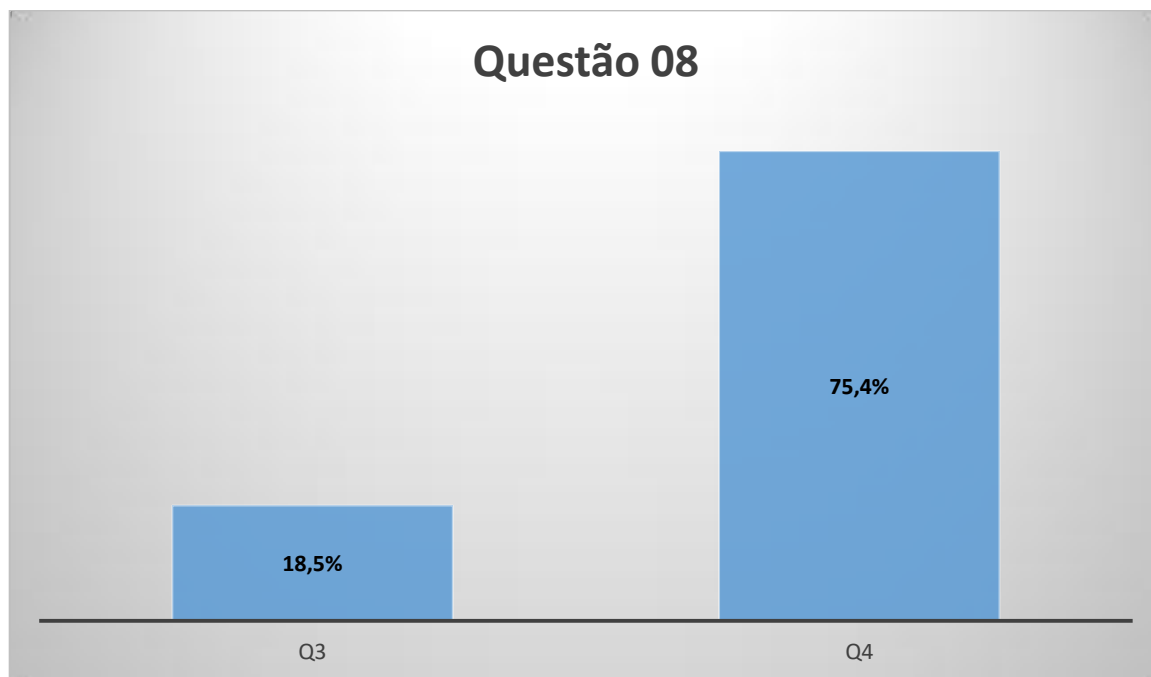
A solução dessa questão se deu pela resposta obtida na questão anterior a ela, ou seja, questão 7. O aluno deveria usar esses dados para obter a velocidade inicial de lançamento do projétil. Através da altura de lançamento e alcance obtidos na questão 07, calcula-se a velocidade de lançamento usando a equação 03 na etapa 05 da metodologia.

8. Com as informações obtidas no item 7, qual a velocidade inicial de lançamento da esfera?
- a. Menos que 1 m/s;
 - b. Entre 1 m/s e 3 m/s;
 - c. Entre 3 m/s e 5 m/s;
 - d. Acima de 5 m/s;

Na questão 7, coletou-se que a uma altura de 1 m, o alcance é aproximadamente 1,6m. De posse dessa informação, encontra-se que a velocidade inicial corresponde a opção (c) da questão 08.

No Gráfico 14 observa-se o percentual de acertos na questão nos questionários Q3 e Q4. No Q3 o percentual de acertos foi de aproximadamente 18% (12 alunos), já no Q4, tem-se um valor percentual de acertos maior que 75% (49 alunos). O que ainda mostra que apesar da posse dos dados corretos, quase 25% dos alunos não souberam fazer a substituição dos valores na equação 3 e encontrar o valor solicitado. Nessa atividade os alunos puderam usar calculadora.

Gráfico 14 - Percentual de acertos da questão 08 nos questionários Q3 e Q4.



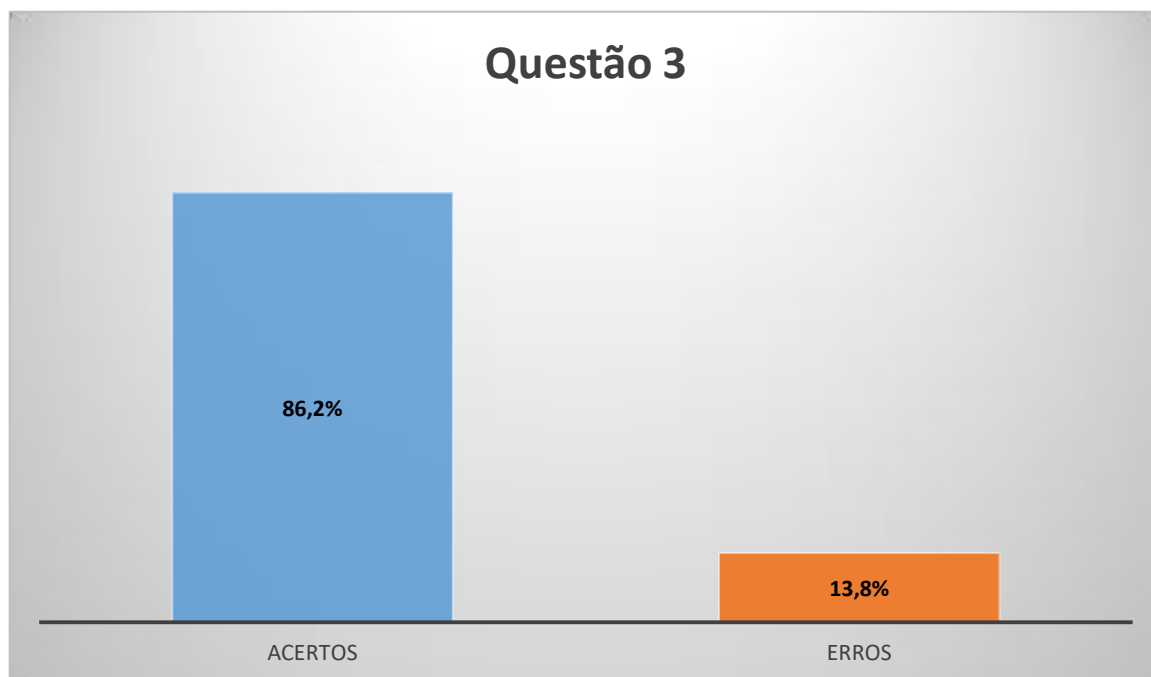
Fonte: Dados obtidos nos questionários.

4.2.6. Análise da questão 03 do Q4.

Nessa questão o conhecimento abordado está relacionado ao pensamento proporcional do aluno, pois a altura inicial de um lançamento de um projétil e seu alcance são grandezas proporcionais.

3. No lançamento horizontal, qual a relação entre a altura inicial do lançamento e o alcance da esfera. Marque a opção que julgar correta e justifique sua resposta.
- a. Nenhum, pois são informações independentes;
 - b. Quanto maior for a altura de lançamento maior será o alcance;
 - c. A altura inicial do lançamento depende da velocidade inicial do lançamento
 - d. Quanto maior for a altura do lançamento da esfera maior será sua velocidade inicial.

Gráfico 15 - Percentual de acertos da questão 3.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

Como essa questão foi aplicada somente uma vez no Q4, a análise dela será baseada se o aluno, depois das etapas da aplicação do produto, apresenta o conceito abordado nela. No Gráfico 15 percebemos que mais de 86% (56 alunos) sabem relacionar a altura do lançamento com o alcance do projétil. Esse conteúdo foi trabalhado durante as aulas da aplicação do produto educacional.

4.2.7. Análise da questão 04 do Q4.

Nessa questão a aplicação de uma situação problema, que relaciona as grandezas e variáveis de um lançamento horizontal, demonstra se o aluno conseguiu analisar as informações presentes na questão e interpretou a fim de se obter a resposta correta.

4. Em dois objetos de mesma altura, duas esferas são lançadas. A esfera 01 foi a um alcance de 8 metros, a esfera 02 foi a um alcance de 6 metros. A partir dessas informações, marque a opção correta abaixo e justifique sua resposta.

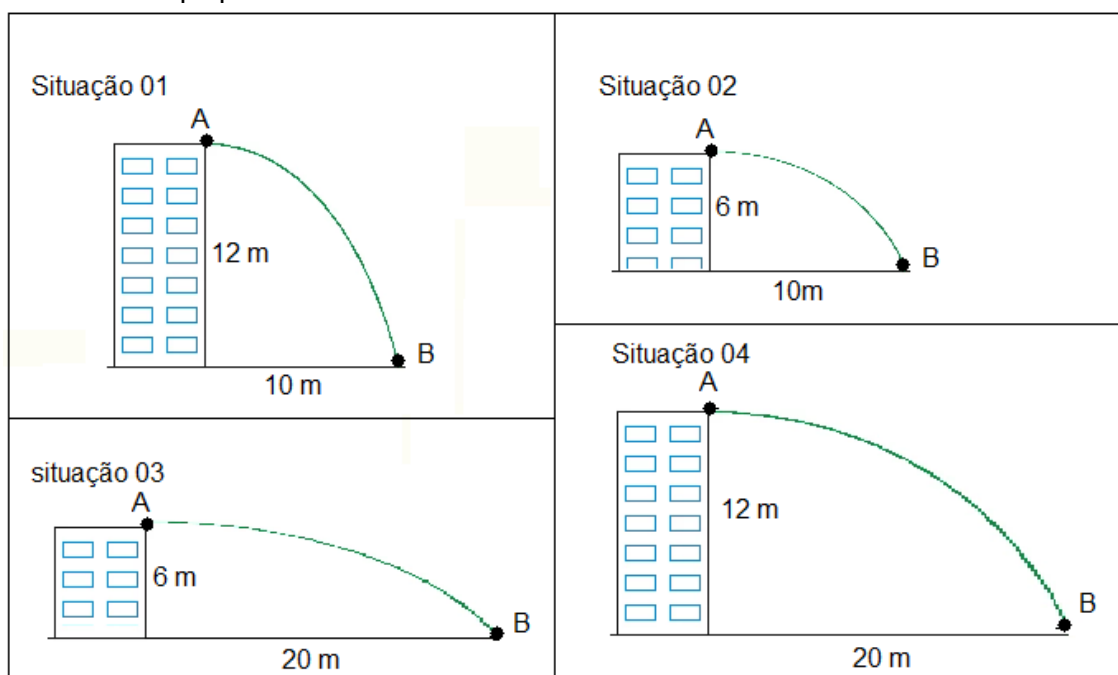
- a. A esfera 01 gastou menos tempo para chegar até o chão;
- b. A esfera 02 gastou menos tempo para chegar até o chão;
- c. A esfera 02 tinha velocidade inicial maior que a esfera 01;
- d. As duas esferas chegaram ao chão gastando o mesmo tempo.

Nesse caso, aproximadamente 82% (53 alunos) conseguiram encontrar a resposta correta para a questão, mostrando que a maioria dos alunos assimilou o conteúdo após a aplicação do produto educacional

4.2.8. Análise da questão 05 dos questionários Q1, Q2 e Q4.

A seguinte questão foi aplicada no Q1, reaplicada em Q2 e novamente aplicada em Q4, visto que no Q2 a quantidade de acertos não foi satisfatória. Sua reaplicação no Q4 acontece com a exclusão do item (f) por perceber que não foi uma questão que o alunos apresentaram dificuldades.

5. De acordo com a figura abaixo, na qual está sendo representado um objeto sendo lançado do ponto A para um ponto B em diferentes situações, responda as perguntas abaixo e explique seu raciocínio.



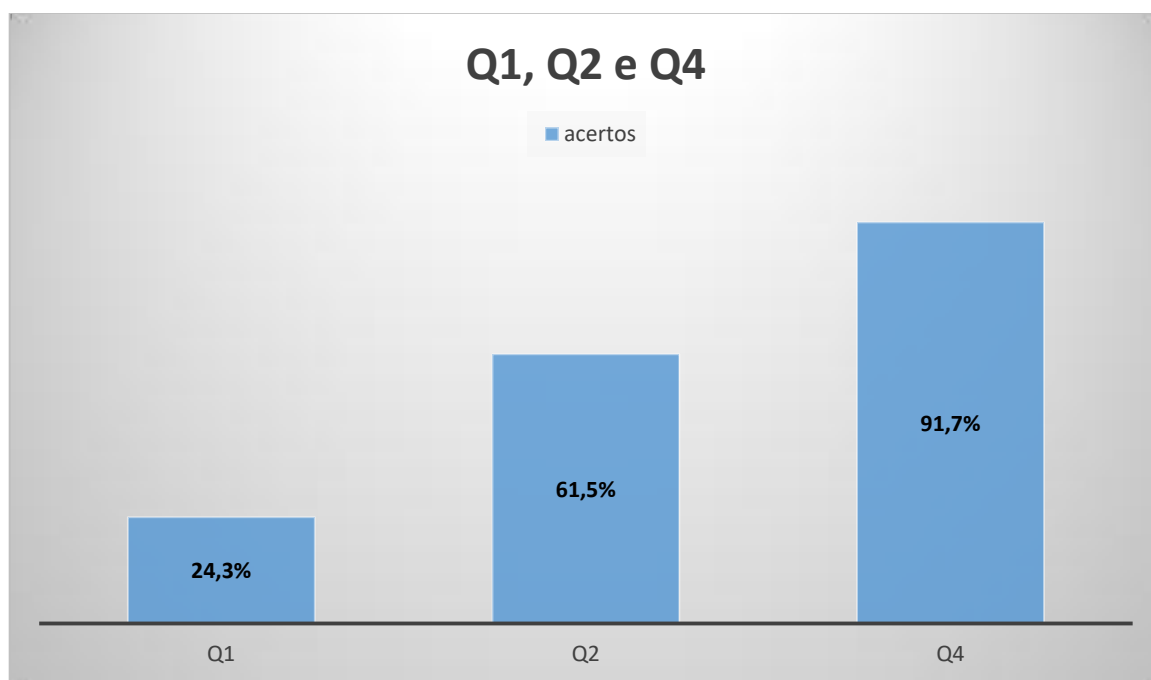
- a. Em quais situações podem ser observadas que as alturas iniciais dos lançamentos

são as mesmas?

- b. Em quais situações podem ser observados que os alcances dos lançamentos são os mesmos?
- c. Em quais situações o tempo de queda é o mesmo?
- d. Em qual situação a velocidade inicial do lançamento é maior? Justifique sua resposta.
- e. Em qual situação a velocidade inicial do lançamento é menor? Justifique sua resposta.

Na aplicação da questão no Q4, pode-se observar uma evolução na quantidade de acertos como mostra no *Gráfico 16*. Pode-se considerar que essa evolução se deve a aula experimental, que ajudou o aluno a internalizar melhor os conceitos aprendidos na aula teórica.

Gráfico 16 - Percentual de acertos da questão em Q1, Q2 e Q4.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

4.3. Análise do questionário Q5

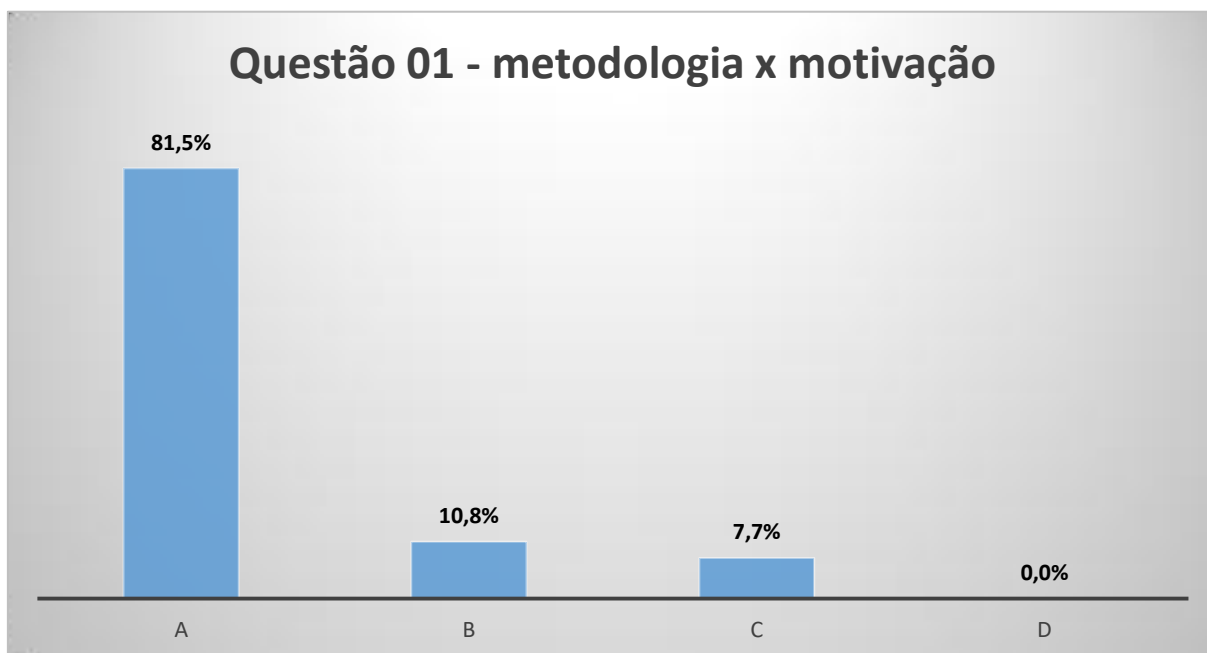
Por fim, será analisado agora o questionário que relata a percepção dos alunos a respeito da atividade experimental com o canhão de Gauss, que é um resultado da aplicação do produto educacional. O questionário possui 7 questões, 5 delas são objetivas e 2 subjetivas. Seu principal objetivo foi captar a opinião do aluno sobre a metodologia da aplicação do trabalho. Nesse questionário o aluno não precisou se identificar.

4.3.1. Questão 01

1. Você acha que a metodologia do uso do canhão de Gauss como experimento lhe motivou a participar das atividades?
- a. Sim, motivou muito.
 - b. Sim, motivou pouco.
 - c. Normal.
 - d. Não, desmotivou.

Nessa questão, o objetivo é que o aluno avalie a metodologia e diga se ela foi atrativa no seu ponto de vista. A seguir, no Gráfico 17 observa-se que 81,5% dos alunos optaram pela opção (a), ou seja, analisaram que a metodologia aplicada foi motivadora, que era um dos objetivos desse trabalho.

Gráfico 17 – Percentual de alunos por item na questão 01.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

4.3.2. Questão 02

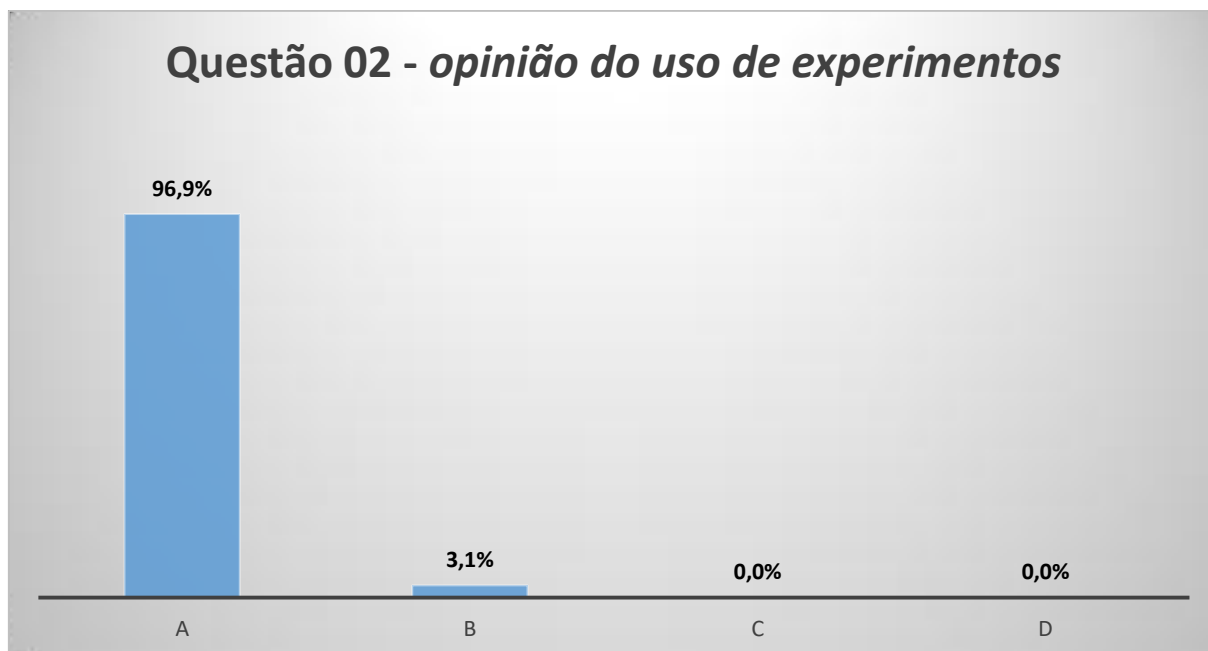
2. O que você acha do uso de experimentos em sala de aula?
- a. Melhora o entendimento do aluno e a motivação para participar da aula.
 - b. É mais legal mas não aprendi nada a mais.
 - c. Não vejo diferença, é a mesma coisa.
 - d. É ruim, prefiro sem experimentos.

Nesse item pretendeu-se analisar como é a aceitação do uso de experimentos em sala de aula. Com unanimidade, o Gráfico 18 mostra que quase 97% dos alunos acham que é mais fácil entender com experimentos e essa prática ainda motiva a turma a participar das aulas. Sabe-se que a participação dos alunos por vontade própria é um dos pré-requisitos para que aconteça a aprendizagem significativa que é a predisposição ao aprendizado. Portanto, conclui-se que o experimento favorece a aprendizagem significativa.

Um dado importante no Gráfico 18 é que nenhum aluno, dos 65, acha que o

uso de experimentos durante as aulas é ruim, ou que não faz diferença, reforçando assim a importância da utilização dessa metodologia.

Gráfico 18 - Percentual de alunos por item na questão 02.



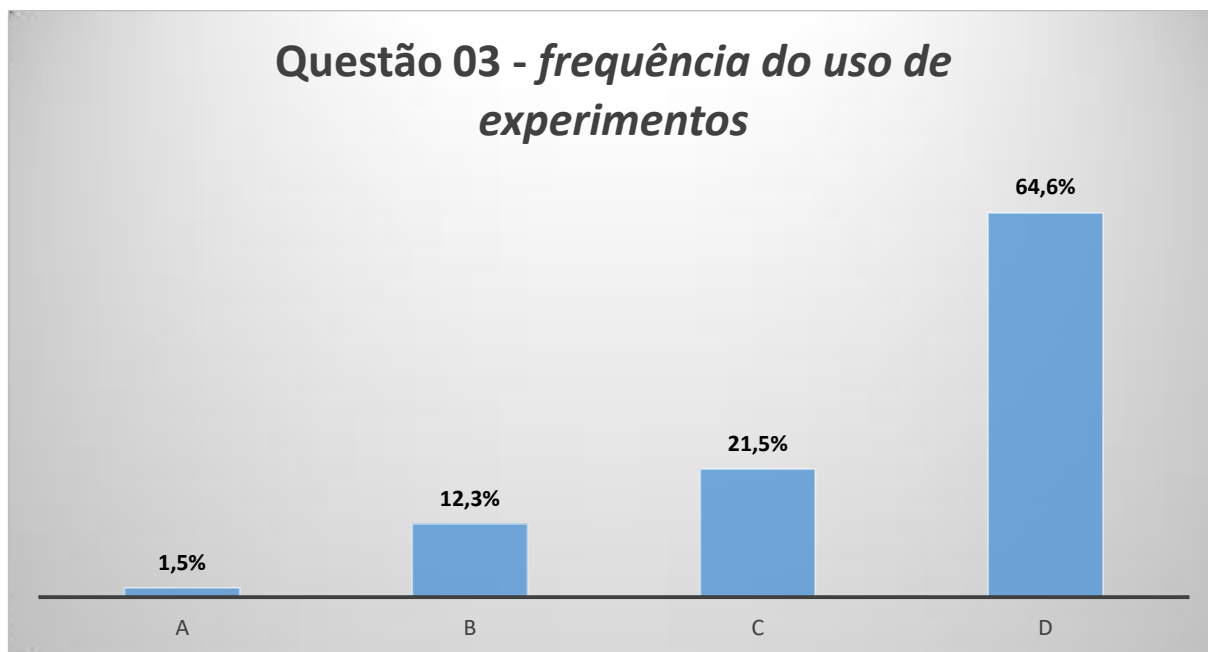
Fonte: Dados obtidos nos questionários.

4.3.3. Questão 03.

3. Os professores de física que você teve anteriormente usavam experimentos nas aulas de física ou de ciências?
- a. Sim, muitas vezes.
 - b. Sim, as vezes.
 - c. Quase nunca.
 - d. Nunca.

Essa questão fala sobre a frequência do uso de experimentos nas aulas de Física com os professores que tiveram anteriormente. No Gráfico 19, observa-se que mais de 86% dos alunos nunca, ou quase nunca, tiveram aulas com experimentos, desses, 64,6% nunca tiveram uma aula de Física ou Ciências com uma aplicação experimental. Um dado preocupante perante a necessidade e aceitação dessa metodologia.

Gráfico 19- Percentual de alunos por item na questão 03.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

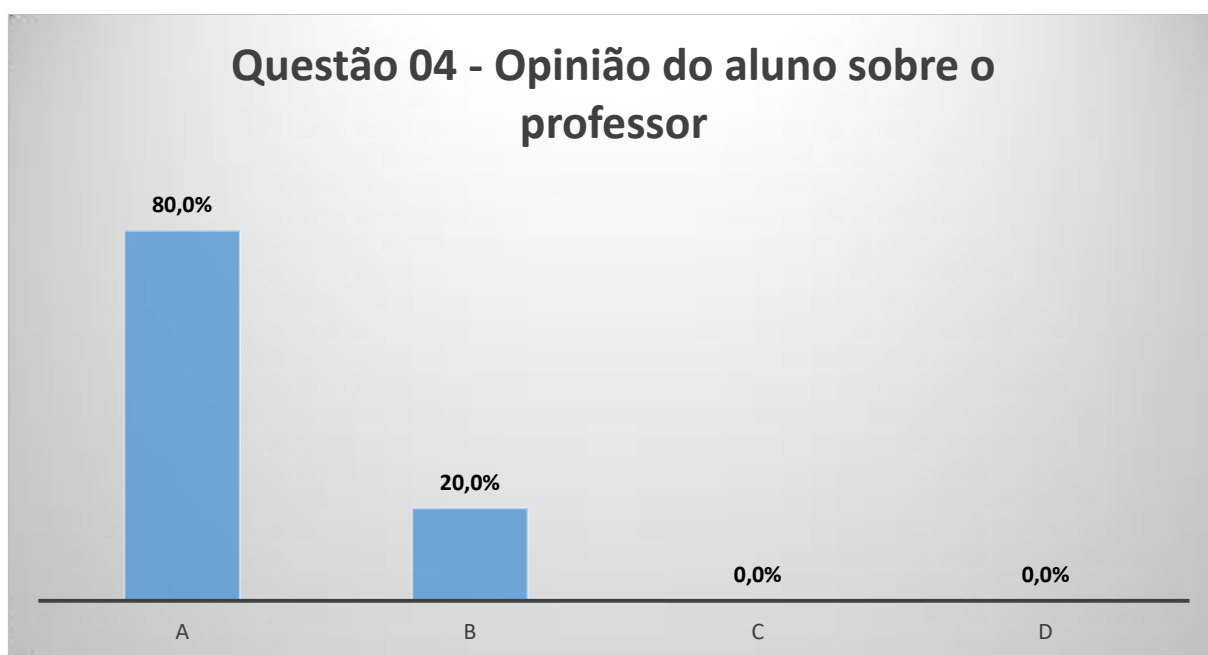
4.3.4. Questão 04

4. Qual sua avaliação a respeito do seu atual professor de física? (Professor Neto Ferreira)
- a. Gosto. Ele é muito bom e explica muito bem.
 - b. Gosto. Mas não gosto muito de física.
 - c. Não gosto. Ele não explica bem.
 - d. Não gosto. Ele é chato e não explica bem.

Esse item trata da opinião dos alunos a respeito do professor de Física (autor desse trabalho). As respostas desses itens estão combinadas de tal forma que atinja a máxima abrangência de opinião possível. O Gráfico 20 mostra que 80% dos alunos gostam do professor e acham que ele explica bem, 20% gostam do professor, mas não gostam muito da disciplina. Ainda no Gráfico 20 observa-se que nenhum aluno marcou que não gosta do professor, representados pelas opções nos itens (c) e (d).

Uma análise mais detalhada sobre as opções (a) e (b) mostra que 80% dos alunos marcaram o item (a), que elogia o professor em seu enunciado. O item (b) tem um argumento para o aluno demonstrar que não gosta de Física, 20% da turma marcou esse item. O número de alunos que não gosta de Física pode ser superior a 20% da turma, porém entre as opções (a) (que elogia o professor) e (b) (que não gosta de Física), 80% da turma prefere elogiar o professor a dizer que não gosta de Física. Essa relação de admiração e carinho com o professor é uma motivação pessoal muito importante para o profissional querer sempre melhorar, e além de tudo, melhora o relacionamento professor aluno o que torna as aulas mais agradáveis.

Gráfico 20- Percentual de alunos por item na questão 04.



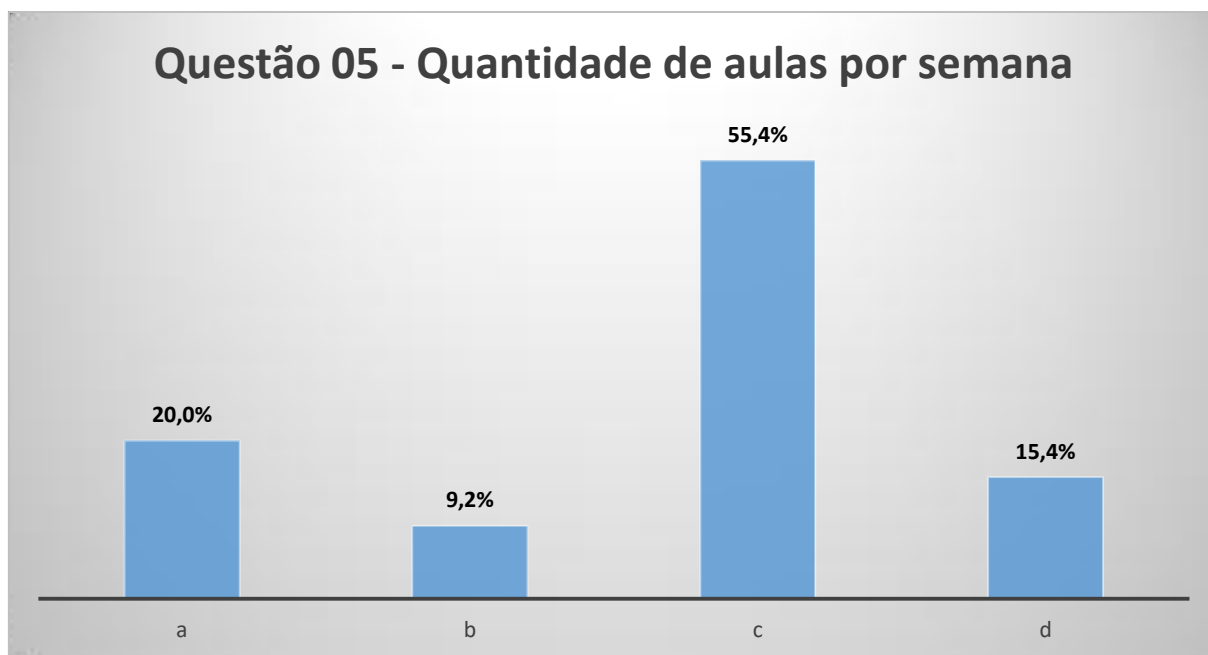
Fonte: Dados obtidos nos questionários.

4.3.5. Questão 05

5. Você acha que duas aulas de física por semana são suficientes para se aprender a Física no ensino médio e se preparar para o ENEM? (Cada aula tem duração de 50 min).
- Sim, são suficientes, devemos focar em outras matérias mais importantes.
 - Sim, mas seria melhor se fosse só uma aula de física por semana.
 - Não é suficiente. Seria melhor se fossem mais aulas de física por semana.
 - Por mim qualquer quantidade está boa.

Quando questionado sobre a quantidade de horas/aula por semana na disciplina de Física seriam suficientes para fazer a prova do ENEM, mais de 55% dos alunos acreditam que deveriam ter mais aulas por semana, conforme mostra o *Gráfico 21*. Somente 20% acham que essa quantidade de aulas é suficiente.

Gráfico 21- Percentual de alunos por item na questão 05.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

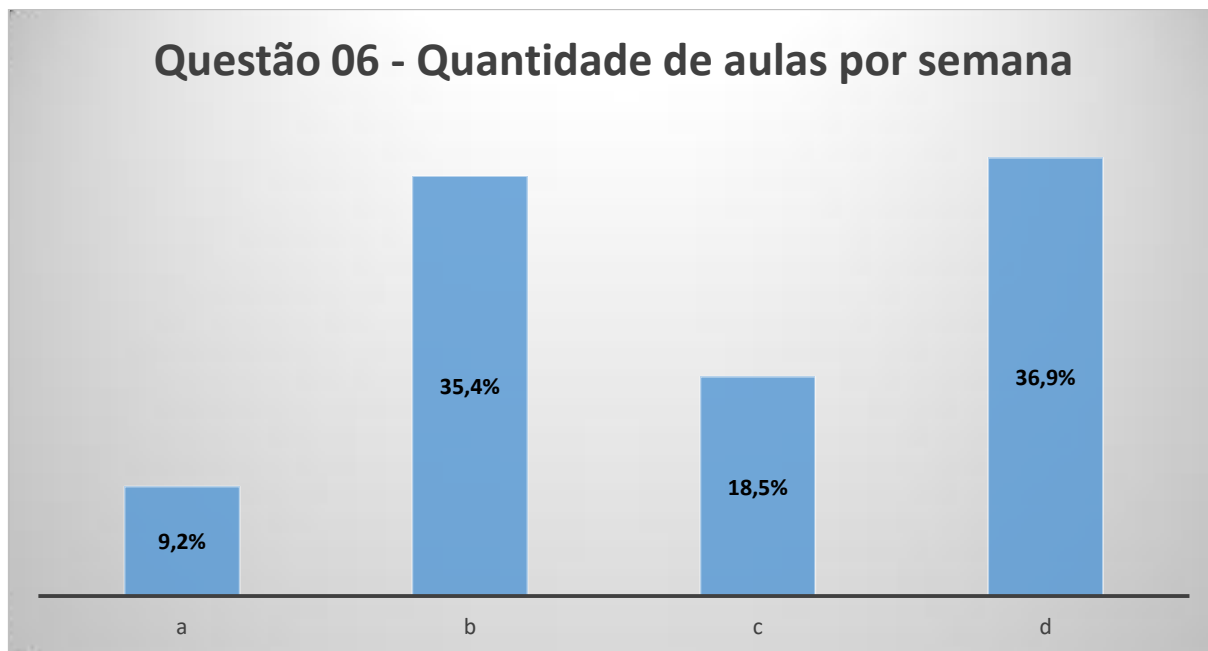
4.3.6. Questão 06

6. Na sua opinião, quantas aulas de Física semanais seriam suficientes para aprender mais o conteúdo?
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. Outro (_____)

Essa questão é um complemento da questão 05. Nela, conforme mostra o *Gráfico 22*, 35,4% dos alunos acham que 2 h/a semanais, situação atual, são suficientes. 18,5% dos alunos acham que deveriam ser 3 h/a semanais. E 36,9% dos alunos marcaram a opção (d) que mostra a opção outros. Dos 36,9% (24 alunos) que marcaram a opção (d), 20 alunos acham suficiente 4 h/a semanais de física e 4

alunos acham suficiente 5 h/a semanais de física. No total, 55,4% (36 alunos) dos alunos que acham que deveria ter mais aulas por semana do que tem atualmente.

Gráfico 22- Percentual de alunos por item na questão 05.



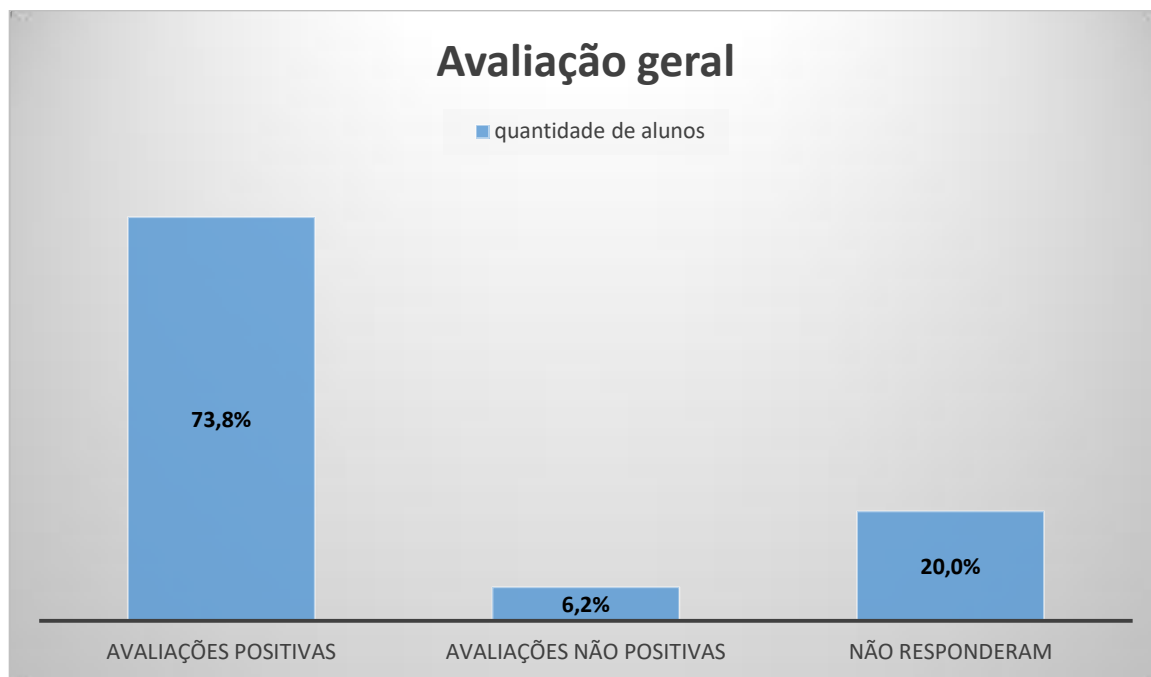
Fonte: Dados obtidos nos questionários.

4.3.7. Questão 07

7. O que você achou das aulas de física no ano letivo de 2017 levando em consideração a escola, professor, metodologia? Escreva um pequeno texto que explique sua percepção sobre isso.

Nessa questão pretendeu-se que o aluno comentasse o que ele achou do ano letivo em relação a todo o conjunto escolar. Nesse caso a análise é subjetiva, mas pode-se analisar pelo teor das respostas. Foi feita a análise em três tipos de respostas: se são avaliações positivas, avaliações não positivas e alunos que não responderam.

Gráfico 23- Percentual de alunos por item na questão 07.



Fonte: Dados obtidos nos questionários.

O Gráfico 23 mostra que 73,8% das avaliações foram positivas, nesse caso, essas avaliações são consideradas positivas por serem semelhantes as apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Comentário positivos dos alunos.

O professor tem uma maneira de ensinar diferente dos outros professores.
Não gostava de Física e passei a gostar pois o professor neto ensina muito bem, quero ele esse ano novamente.
Foram ótimas, eu consegui aprender mais.
Gostei muito que ele sabe a maneira certa de ensinar.
Achei ótimas, o professor ensina muito bem e os conteúdos ficaram mais fáceis com sua explicação.
Suas aulas foram muito legais e suas técnicas de ensino facilitam no aprendizado.
Gostei, muito bom. Aprendi muito, amei a escola e gostei de como o professor ensina. O método dele incentiva a estudar mais e mais.
As aulas foram muito boas, pois o professor explica muito bem e eu aprendi várias coisas.
Em 2017 eu aprendi mais Física do que em toda minha vida e gostei muito das aulas com o canhao de Gauss.
Eu achei muito interessante, principalmente o canhao de Gauss.

Gostei muito. Pois nunca tinha visto a matéria e tive a oportunidade de conhecer, dos conteúdos que mais gostei foi força resultante.
Foram boas, tive experiências que nunca tive pois e a primeira vez que tenho professor de física.
Gostei, pois ele explica muito bem e brinca com todo mundo. Não é todo professor que e assim.
Foram muito boas e melhor ainda quando teve o experimento.
Eu já gostava de Física, mas com suas aulas eu melhorei mais. Que haja mais aulas com experimento.
O melhor professor de Física que já tive.

Fonte: Dados dos questionários.

Os comentários não positivos, por serem poucos, estão expostos por completo na Tabela 3.

Tabela 3 - comentários não positivos dos alunos.

Não tivemos aula de Física em 2017.
Foi cada dia mais difícil, ele explica bem mas não entendi nada.
O professor explica bem, mas não consigo aprender como nas outras matérias.
O professor faz a parte dele, mas nós nem sempre. Mas acho que o professor poderia ser mais liberal e menos bipolar.

Fonte: Dados dos questionários.

5. Conclusão

Neste estudo, os objetivos foram aplicar a Teoria da Aprendizagem Significativa em sala de aula com a utilização de um experimento chamado canhão de Gauss, que envolve a cinemática, conteúdo com alta incidência no ENEM. O uso do Canhão de Gauss mostrou que as aulas de física com experimentos atraíram bastante os alunos a participarem de maneira mais presente e atuante nas aulas e também se mostrou que a motivação do aluno para estudar melhora quando o relacionamento com o professor é natural e isso influencia diretamente na relação com a disciplina, inclusive na melhora de comportamentos e postura do aluno em sala de aula, além da relação de respeito com professor.

Considera-se que os objetivos foram alcançados com eficiência, pois durante a realização desse trabalho notou-se um aumento significativo de participação dos alunos nas atividades propostas, além de se notar que o interesse dos alunos com as aulas e o aumento da atenção e concentração nas atividades. A evolução nesses quesitos foi notada, principalmente, durante a aplicação dos questionários. Percebeu-se que no começo os alunos não tinham concentração e paciência para resolver os primeiros questionários, acredita-se que isso aconteceu pelo fato deles não terem os conhecimentos disponíveis para a solução do questionário e o interesse no princípio era menor. À medida que as atividades foram avançando, notou-se que a dedicação e concentração na solução dos questionários foram mais presentes, ou seja, estavam mais motivados a melhorar seus desempenhos.

Nos questionários Q1 e Q2, constatou-se que a evolução no conhecimento prévio dos alunos foi bastante satisfatória. O aumento no percentual de acertos passou de 53% no Q1 para 92% no questionário Q2, isso significa que a quantidade de erros baixou de 708 no Q1 para 122 no Q2, considerando todas as questões dos questionários. Esse aumento no percentual de acertos aconteceu devido à intervenção do professor com a aula teórica em que ensinava os conteúdos cobrados nos questionários. As ferramentas das aulas foram animações, *slides*, vídeos, anotações no quadro e discussão na turma.

Nos questionários Q3 e Q4, cada um tinham oito questões, dessas, cinco repetiam-se nos dois. Considerando as questões idênticas em ambos, também

constatou-se uma evolução no conhecimento técnico dos alunos satisfatória. O aumento percentual de acertos passou de 32% no Q3 para 84% no Q4. Isso representa uma redução na quantidade de erros, de 222 erros no Q3 para 52 erros no Q4. Nesse caso, essa melhora nos resultados aconteceu devido a duas intervenções, a primeira sendo a aula sobre os conteúdos teóricos, com o uso das animações, *slides*, vídeos, anotações no quadro e discussão na turma, e depois, a segunda, com a atividade experimental com o uso do canhão de Gauss e a competição que aconteceu entre os alunos.

O questionário 05, teve a finalidade de captar o *feedback* dos alunos, foram retiradas informações interessantes, por exemplo, nele continha a informação que 92,3% dos alunos sentiram-se motivados com o uso da metodologia, que 96,9% dos alunos dizem que o uso de experimentos melhora o entendimento do aluno e a motivação para participar das aulas, mostrou também que 64,6% dos alunos nunca tinham tido aulas de Física ou Ciências com experimentos e que 55,4% dos alunos gostariam de ter mais de duas h/a de Física por semana. Ainda teve a informação no questionário que 100% dos alunos gostam do professor de física, mas 20% mencionaram que não gostam da disciplina. Esse resultado, além de tudo mostra que a relação dos alunos com a disciplina e com o professor é satisfatória. Vale mencionar novamente que os alunos não se identificavam nesse questionário.

Apesar de os resultados serem satisfatórios, vale mencionar algumas dificuldades da aplicação desse trabalho. Primeiramente fazer com que os alunos tenham interesse em iniciar a atividade, no começo foi observada bastante rejeição em participar das atividades, obstáculo que foi parcialmente superado pela fala do professor em relação à importância desse trabalho para as partes envolvidas e depois completamente superada com o desenvolvimento das atividades. A falta de estrutura na escola também foi um empecilho, pois muitas vezes ao precisar de cópias dos materiais, não era fácil o processo de obtê-las, materiais como *Datashow*, *notebook*, caixa de som e extensões eram bem sucateados na escola. No começo eram 85 alunos participantes e no final restaram somente 65 alunos, ou seja, 20 alunos não participaram de ao menos uma das etapas, o que foi um número alto de alunos não participantes, mas na maioria dos casos isso aconteceu devido à ausência do aluno no dia da atividade.

Em todo contexto, a vontade do grupo envolvido em fazer o trabalho acontecer superou os mais diversos desafios. A ferramenta e sua aplicação se mostraram eficientes e trouxe resultados positivos no conhecimento do aluno e diante da realidade escolar. As ferramentas aplicadas nesse trabalho estão disponíveis no produto educacional no apêndice A, além dessa, existem muitas outras que estão disponíveis na rede. O site Phet Colorado (https://phet.colorado.edu/pt_BR/) possui muitas animações de fenômenos em Ciências da Natureza, além do Banco Internacional de Objetos Educacionais (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>) que apresenta ferramentas de ensino para todas as disciplinas. Existe também uma gama de aplicativos disponíveis para as plataformas *Android* e *iOS*, que pode ser uma ferramenta usada nos *smatphones* dos alunos em conjunto com a orientação do professor nas aulas. Vídeos de como montar experimentos não faltam no *Youtube*, e a metodologia de aplicação pode ser definida pelo professor de acordo com sua realidade.

Está cada vez mais comum se observar espaços nos livros didáticos que falam de práticas experimentais e fazem sugestões de experimentos, isso mostra que a experimentação é realmente uma ferramenta facilitadora do aprendizado. Cabem as escolas e professores tornar essa pratica mais frequentes, pois os ganhos são gratificantes.

Que não falem ideias e atitudes para tornar o ensino de física mais acessível, e que torne a aprendizagem significativa e definitiva, assim, a ciência e tecnologia vão alçar voos cada vez mais altos.

Referências

ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. **A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade**. XVI Simpósio Nacional de ensino de Física-SNEF. Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, Presidente Prudente-SP, 2005.

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

ATAÍDE, A. R. P. **Física, o monstro do ensino médio: A voz do aluno**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.

AUSUBEL, D.P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D.P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge (2000).

CERQUEIRA, F. E. M. **Atividades experimentais para ensinar Física**. IEDUC. ITAUNA, 2004.

COELHO, S. M. NUNES, A. D. **O papel da experimentação no ensino de física** Marie-Geneviève Séré, DidaScO. França, PUCRS. 2002.

GIANI, K. **A Experimentação no Ensino de Ciências: Possibilidades e Limites na Busca de uma Aprendizagem Significativa**, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GLEISER, M. **Porque ensinar Física?** Física na escola. Publicação da Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2000.

MACIEL, G. S. **Proposta de uma sequência didática sobre tópicos de Física**

Quântica através do uso de simulações computacionais e da determinação da constante de Planck com LEDs aplicado ao ensino médio. Vitória, 2015.

MARQUES, A. **nós e a educação.** CBPF-CS-001/11, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa - Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.** Porto Alegre. 2016

MOREIRA, M. A. e MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo, Editora Moraes (2006). 2ª ed.

MORAES, J. U. P. SILVA, R. S. J. **Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa.** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(3), pp. 61-67, 2014.

MULLER, Luiza de Souza. **A Interação professor-aluno no processo educativo.** Revista Integração, USJT-SP, ano VIII, n.31, novembro/2002.

NOVAK, J. D; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los.** Práxis Educativa, Ponta Grossa, v.5, n.1, p 9-29, jan.-jun. 2010a. Disponível em <http://www.periodicos.uepg.br>

PRASS, A. R. **Teorias de aprendizagem.** 2012. Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

REIS, E. M., SILVA, O. H. M. **Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino da Física.** Cadernos Intersaberes, Rio Grande do Sul, v. 1, n.2, p.38-56, 2013.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. **Teoria Da Aprendizagem Significativa De Ausubel: Reflexões Para O Ensino De Física Ante A Nova Realidade Social.** Imagens da Educação, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. XXVIII Reunião Anual da ANPEd - Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação – Caxambu.

ZANON, L. B.; UHMANN, R. I. M. **O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica** Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ) UFBA, UESB, UESC e UNEB. Salvador, BA. 2012.

Globo educação - <http://especiais.g1.globo.com/educacao/2015/censo-escolar-2014/o-raio-x-das-escolas-do-pais.html>. Acessado em 15/01/2018.

SAS - <http://portalsas.com.br/raiox/>. Acessado em 15/01/2018.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL