

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

**ATIVIDADES PARA O ENSINO DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE
MOVIMENTO PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Alexandre Beneteli Guimarães

Monografia de Conclusão de Curso

Vitória – 2016

Alexandre Beneteli Guimarães

**ATIVIDADES PARA O ENSINO DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE
MOVIMENTO PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Departamento de Física/CCE, Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Giuseppe Camiletti

Vitória – 2016

Alexandre Beneteli Guimarães

“ATIVIDADES PARA O ENSINO DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE MOVIMENTO PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO”

Monografia apresentada ao Departamento de Física/CCE, Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Física.

Vitória, 21 de Dezembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giuseppe Camiletti (DFIS/UFES)

Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga (CEUNES/UFES)

Profª. Dra. Romarly Fernandes da Costa (DFIS/UFES)

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais Jarbas e Veranelma que tanto se esforçaram para me manter estudando e me apoiando muitas vezes, a minha esposa que teve muita paciência ao longo deste tempo que estamos juntos me dando força a cada fracasso e comemorando a cada sucesso que obtive, a minha finada avó que cuidou de mim quando comecei minha primeira faculdade, me dando força e me consolando pelos mais diversos motivos.

O meu muito obrigado a todas essas pessoas por fazerem parte de minha vida.

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus, por ter me dado minha vida, por ter me colocado em minha família, por todas as oportunidades que me proporciona e aos dons que me deu para percorrer minha caminhada.

Aos meus Pais, Jarbas e Veranelma, por terem me criado, me dado carinho e amor, ter me ensinado a ser essa pessoa que sou e acima de tudo serem não só meus Pais mas as melhores pessoas que poderia querer ao meu lado.

Aos meus irmãos Cláudio e Edson por muitas vezes terem me apoiado e tantas outras terem discordado de mim, mostrando meus erros.

A minha esposa Elizangela, por todo afeto, paciência e apoio durante esses longos anos de estudo. Afinal era com ela que eu contava em tantos momentos difíceis.

A minha finada vó, com quem tive o prazer de morar durante alguns anos e de quem eu nunca vou esquecer, não só pela doçura, bondade, carinho e amor que tinha por mim, mas por todas as vezes que ficava ao meu lado mesmo eu estando arrasado por vários motivos.

A todos os meus familiares que participaram desta minha caminhada.

Ao meu orientador, Professor Doutor Giuseppe Gava Camiletti, pela paciência que me dispensou, pelas chamadas de atenção para me chamar a realidade da monografia, pelos ensinamentos, incentivos e motivação que me deu, não me deixando desistir do curso. E posso dizer que para mim é muito mais que um professor, é um grande amigo que está sempre tentando me ajudar.

Ao Professor Doutor Alfredo Gonçalves Cunha, pelos conhecimentos dispensados a mim, pelas conversas que tanto me ajudaram em meu curso e minha carreira.

A todos os professores que cruzaram meu caminho desde as séries iniciais até o término desse curso, por terem compartilhado seus conhecimentos e experiências durante essa minha caminhada.

Agradeço ao Colégio Linus e todos os seus funcionários, pois sem eles esse trabalho não teria dado certo. Agradeço aos alunos do primeiro ano do ensino médio do Colégio Linus, que participaram desta pesquisa.

A secretária administrativa Luzinete, que por tantas vezes me ajudou durante o curso.

Ao meu amigo Sanderley que, tive o prazer de conviver e de fazer matérias junto. Por muitas vezes me deu força falando que eu era capaz. Que me ajudou em várias matérias inclusive nessa monografia. Um cara que ainda está aprendendo a ser professor, mas que tem um grande coração e um futuro promissor, pois nunca desiste de seus ideais. Em resumo um grande amigo.

Aos meus amigos Felipe, Jordany, Carolina, Bernardo, Rhayla, Matheus, Raphael dentre outros por várias vezes terem me ajudado de alguma forma.

Foi um grande prazer ter convivido com todos. Obrigado.

“Deus não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende de nossa vontade e perseverança.”

ALBERT EINSTEIN

Resumo

Esta monografia é o relato da aplicação de um plano complementar de atividades ao livro texto, abordando conceitos relacionados à Quantidade de Movimento. O estudo foi realizado com a turma de primeiro ano do ensino médio do Colégio Linus em Jacaraípe.

O trabalho foi produzido baseando-se nos pressupostos Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e Moreira (2012) e da Motivação de Bzuneck (2010). Como instrumento de avaliação foi utilizada a prova trimestral e questionário de opinião dos alunos, que constam no apêndice 2 e 3.

O bom desempenho dos alunos na avaliação aplicada no final da intervenção, sugere que houve um bom domínio dos conceitos relacionados a quantidade de movimento. Os *concept tests*, se mostraram uma boa ferramenta para a promoção da negociação de significados e foram muito bem aceitos pelos alunos. A utilização de experimentos e vídeos também se mostraram recursos instrucionais eficientes, capazes de atrair a atenção dos alunos para o conteúdo em estudo.

O questionário de opinião dos alunos e os relatos das impressões do professor apontaram que, os experimentos, os desafios, a utilização de diferentes recursos instrucionais, parecem ter contribuído para motivar os estudantes para o estudo do conteúdo abordado. Os resultados apontam que o plano complementar de atividades ao livro texto promoveu impactos positivos na aprendizagem dos conceitos da Quantidade de Movimento para alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

Palavra-Chave: Quantidade de Movimento, Experimentos, Plano Complementar de Atividades, Aprendizagem Significativa, Motivação.

ABSTRACT

This monograph is the report of the application of an additional activity plan to the text book, approaching the concepts of linear momentum. The study was made with high school students at the first year from the high school Linus at Jacaraípe.

It was produced based on the Theory of Significant Learning from Ausbel (2003) and Moreira (2012) and on the Theory of Motivation from Bzuneck (2010). The trimestral test was used as avaliation instrument, as well as an opinion quizz, they are on the appendix 1 and 2.

The good performance of the students on the test that was applied in the end of the intervention, suggests that the concepts related to linear momentum were well known for the students. The concept tests, were shown to be a good tool for the negotiation of meanings and were well accepted for the students. The utilization of experiments and videos also were effective instructional resources that were capable of atract the students attention for the studied content.

The opinion quizz and the report of the teacher's impression show that the experiments, challenges and the utilization of different instructional resources, seem to have contributed for the students motivation on study the subject. The results point that the additional activity plan to the book promoted positive impact on the learning of the linear momentum concepts for students from the first year of high school.

Key words: Linear momentum, experiments, additional activity plan, Significant Learning, Motivation.

Sumário

1 – Introdução	10
2 - Referencial Teórico.....	13
3 - Metodologia	20
3.1 – Objetivos.....	20
3.2 – Sujeitos	20
3.3 – Descrição do Plano Complementar de Atividades	21
3.4 - Instrumentos de Coleta de Dados.....	24
4 - Análise de Dados	26
5 - Conclusão	33
6 – Referências Bibliográficas.....	34
APÊNDICES.....	35
APÊNDICE 1 - Plano Complementar de Atividades ao Livro Texto.....	36
APÊNDICE 2 – Prova utilizada como avaliação	53
APÊNDICE 3 – Questionário de opiniões dos alunos.....	56
APÊNDICE 4 - Opiniões dos Estudantes.....	57

1 – Introdução

Prender a atenção dos alunos durante uma aula, fazer com que eles tenham interesse pela matéria de física, conseguir que eles façam ligações das teorias vistas em salas com seu cotidiano, talvez sejam as maiores dificuldades de um professor de física atualmente. Mesmo tendo a tecnologia ao nosso lado como ferramenta em sala de aula para o professor ou como exemplo para o aluno visualizar um efeito físico. Vez por outra, algum aluno pergunta sobre a relação entre o que está sendo estudado e algum aparelho que tem costume de utilizar. E é nesse momento que os próprios têm que possuir algum conhecimento e habilidade em ciências naturais, para poder fazer uma relação e entender a tecnologia por ele utilizada. E de todas as ciências, a física talvez seja a que mais está ligada com as tecnologias (celulares, aparelhos de som, computadores, dentre outros) utilizadas pelos alunos em seu dia-a-dia.

Ao longo dos meus 11 anos como professor de ensino médio da rede pública e particular, foi possível constatar que apesar de todo o avanço tecnológico da sociedade moderna e principalmente a facilidade de acesso a ela pelo estudante, este pouco sabe sobre a origem dos conceitos subjacentes as mesmas. Trabalhando na rede estadual de ensino desde 2005 e na rede particular desde 2008 pude ver a dificuldade enfrentada por meus alunos ao se depararem com a necessidade de aprenderem os tópicos de física lecionados. E também da minha dificuldade de lecionar para eles, ao tentar fazê-los entender a matéria. Ou ainda por desinteresse deles, por não verem aplicabilidade da matéria lecionada em suas vidas cotidianas.

As dificuldades que eu pude constatar na prática da sala de aula e as constantes reclamações de desmotivação, tanto por parte dos professores quanto por parte dos alunos, culpando uns aos outros por não alcançarem seus objetivos, sempre me incomodou muito. E tal incomodo me motivou a buscar a todo o momento formas diferenciadas de expor minha matéria, objetivando atrair a atenção dos alunos em minhas aulas.

Somado aos meus incômodos, temos um cenário não animador revelado pelo Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (PEBES), que foi criado no ano de 2000 e tem como objetivo diagnosticar o desempenho dos alunos e subsidiar as políticas públicas do estado na melhoria do processo das aprendizagens desses alunos das redes públicas de ensino (estadual e municipal) e escolas particulares participantes (ESPÍRITO SANTO, 2014, p. 14). Com isso tem buscado fomentar mudanças na educação oferecida pelo estado, vislumbrando a oferta de um ensino de qualidade.

Mesmo tendo sido criado no ano de 2000, o Programa só começou a avaliar os alunos do terceiro ano do ensino médio em 2011. Os resultados mostrados na Figura 1.1 abaixo revelam que praticamente a metade dos estudantes, ao final do ensino médio, apresenta um desempenho abaixo do básico na disciplina de Física. Apenas pouco mais de 10% dos estudantes apresenta desempenho proficiente ou avançado.

RESULTADOS DE DESEMPENHO E PARTICIPAÇÃO POR SRE - Física - 3ª Série do Ensino Médio

SRE	Edição	Proficiência Média	Desvio Padrão	Padrão de Desempenho	Nº Previsto de Estudantes	Nº Efetivo de Estudantes	Participação (%)	% de Estudantes por Padrão de Desempenho				
								0	250	325	375	500
AFONSO CI ALAUDIO	2011	263,4	61,7	BÁSICO	1.301	1.177	84,6	41,3%	47,5%	8,1%	3,1%	
	2013	273,0	57,8	BÁSICO	1.326	1.177	88,8	38,7%	42,4%	13,1%	5,8%	
	2015	281,7	59,8	BÁSICO	1.384	1.228	88,7	32,4%	45,3%	15,3%	7,0%	
BARRA DE SÃO FRANCISCO	2011	241,3	44,2	ABAIXO DO BÁSICO	929	756	81,4	61,6%	34,0%	3,8%	0,5%	
	2013	250,7	51,2	BÁSICO	965	868	89,9	54,0%	37,6%	6,8%	1,6%	
	2015	253,1	50,9	BÁSICO	875	820	93,7	52,7%	37,9%	7,2%	2,2%	
CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	2011	249,1	46,9	ABAIXO DO BÁSICO	3.197	2.449	76,6	54,9%	38,3%	5,8%	1,0%	
	2013	253,9	55,7	BÁSICO	3.068	2.482	80,9	51,9%	37,4%	7,2%	3,5%	
	2015	260,1	53,6	BÁSICO	3.019	2.627	87,0	47,7%	40,5%	8,9%	2,9%	
CARAPINA	2011	250,1	51,5	BÁSICO	7.255	4.407	60,7	55,3%	35,9%	6,8%	1,9%	
	2013	258,3	58,1	BÁSICO	6.303	4.462	70,8	49,1%	37,6%	9,2%	4,1%	
	2015	263,6	58,8	BÁSICO	5.969	4.531	75,9	47,0%	37,7%	10,2%	5,1%	
CARIACICA	2011	238,6	45,9	ABAIXO DO BÁSICO	3.227	2.209	68,5	63,2%	32,1%	4,2%	0,6%	
	2013	243,8	53,6	ABAIXO DO BÁSICO	3.196	2.324	72,7	60,1%	32,4%	4,8%	2,8%	
	2015	246,9	52,4	ABAIXO DO BÁSICO	3.204	2.511	76,5	50,3%	33,6%	5,3%	2,0%	
COLATINA	2011	253,4	48,6	BÁSICO	2.186	1.649	75,4	51,5%	39,5%	7,6%	1,4%	
	2013	259,6	54,8	BÁSICO	1.890	1.540	81,5	47,6%	40,3%	8,5%	3,6%	
	2015	262,1	55,7	BÁSICO	1.972	1.613	81,8	47,5%	39,5%	9,1%	3,9%	
COMENDADORAJUREMA	2011	250,2	47,2	BÁSICO	1.385	1.106	79,9	54,0%	38,2%	6,2%	1,5%	
	2013	258,7	57,1	BÁSICO	1.356	1.086	80,1	47,5%	40,1%	7,6%	4,7%	
	2015	259,1	54,0	BÁSICO	1.440	1.236	85,8	48,2%	40,4%	8,3%	3,1%	
ESPÍRITO SANTO	2011	248,9	49,0	ABAIXO DO BÁSICO	27.826	20.185	72,5	55,5%	36,9%	6,2%	1,5%	
	2013	255,6	56,1	BÁSICO	26.200	20.370	77,7	51,0%	37,4%	8,0%	3,6%	
	2015	261,4	56,8	BÁSICO	26.528	21.646	81,6	47,6%	39,1%	9,1%	4,3%	

Abaixo do Básico
 Básico
 Proficiente
 Avançado

Figura 1.1: Resultados do PAEBES de 2011 a 2015, por SRE e consolidado do Estado do Espírito Santo.

A partir dos problemas constatados por mim, na prática da sala de aula, e do rendimento dos estudantes revelado pelo PAEBES (ibid.), iniciei uma busca por possíveis orientações em documentos oficiais de organização da educação básica. No caso do ensino de Física, o principal documento norteador é o que está compilado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 1996). De modo geral, o documento estabelece que um dos objetivos do ensino de Física no Ensino Médio é: “(...) construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.”

Outro aspecto que me chamou a atenção foi a necessidade de considerar o desenvolvimento das competências básicas, tanto para o exercício da cidadania quanto para o desempenho de atividades profissionais, que são: abstração, desenvolvimento do pensamento sistêmico, desenvolvimento do pensamento divergente, capacidade de trabalhar em equipe, desenvolvimento do pensamento crítico dentre outras. Essas competências devem estar presentes na educação sócio cultural.

Adicionalmente, o documento (ibid.) aponta que a aprendizagem das Ciências da Natureza deve proporcionar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e resinificados, que as trate como processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos. O aprendizado deve proporcionar conhecimento técnico e cultural, salientando meios para a compreensão de fenômenos naturais, de

procedimentos e equipamentos do dia a dia social e profissional e também para uma visão natural e social do mundo.

Tal aprendizado tem como conteúdo elementos do domínio vivencial dos educandos, não restringindo o tamanho do conhecimento tratado, mas dando significado ao aprendizado. Muitas vezes, a vivência, tomada como ponto de partida, já se abre para questões gerais, tais como: através de meios de comunicação os alunos adquirem conhecimento para discutir o aquecimento global ou problemas econômicos de seu bairro ou cidade. Todas estas orientações vão ao encontro dos meus anseios. Mas, como implementar de fato em sala de aula este ensino da Física apontado no PCN+?

O documento não apresenta orientações explícitas de como ensinar, no sentido de se alcançar o que está indicado nestas orientações gerais. Diante desta situação, pensei que o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) poderia ser direcionado para buscar formas de melhorar minhas aulas e contribuir para um ensino de Física de melhor qualidade. Assim, em conversas com o meu orientador, surgiu a ideia de utilizarmos os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL 2003, MOREIRA 2012) e da Motivação (BZUNECK 2010) para orientar as minhas ações em sala de aula. Nossa expectativa inicial foi a de desenvolver um conjunto de atividades que possibilitasse uma melhoria da qualidade das minhas aulas, de acordo com as diretrizes gerais apresentadas nos PCN+, e contribuindo também para a melhoria do desempenho dos estudantes, para uma situação melhor do que aquela revelada pelo PAEBES.

Portanto, no próximo capítulo são apresentados os principais pressupostos teóricos que orientaram o desenvolvimento e a realização de atividades de ensino em sala de aula.

2 - Referencial Teórico

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi inicialmente proposta por David Ausubel¹ (1918-2008). No Brasil, o principal estudioso e propagador de suas ideias tem sido o Prof Marco Antônio Moreira (<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>). Segundo Moreira (2012), Aprendizagem Significativa (AS) é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, Ausubel chamava de *subsunçor* ou *ideia-âncora*.

Neste trabalho, não pretendemos apresentar em detalhes todos os conceitos e nuances da TAS de Ausubel (2003) e Moreira (2012). Vamos nos concentrar em discutir as condições para que ela ocorra, bem como suas implicações para a ação concreta do professor na sala de aula. Os autores (ibid.) afirmam que três condições essenciais precisam ser satisfeitas para que ocorra a Aprendizagem Significativa:

- i) A existência de conhecimentos prévios adequados ao assunto que será estudado;
- ii) Deve ser usado um material instrucional de aprendizagem que seja potencialmente significativo.
- iii) O aluno deve apresentar uma predisposição para aprender;

Sobre a primeira condição, a própria definição de AS estabelece o papel central da interação de novos conhecimentos com o que ao aluno já sabe. Portanto, daí decorre a importância do conhecimento prévio como uma condição básica para a ocorrência da AS. Segundo Ausubel (2003):

“...se fosse possível isolar uma variável para ser considerada a mais importante para que ocorra a Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos, essa variável seria o conhecimento prévio”.

Sobre a segunda condição, a teoria estabelece a necessidade de uso de um material de aprendizagem, que pode ser um livro, um aplicativo, um vídeo, entre outros, que seja potencialmente significativo. Isso porque o significado está nas pessoas, e não no material em si. Portanto, um material só pode ter o potencial de ser significativo. Para a realização deste TCC, foi elaborado um Plano Complementar ao Livro Texto, que estabelece e organiza atividades, dentro e fora da sala de aula, para o estudo do conceito de quantidade de movimento para alunos do Ensino Médio e que pode ser consultado no Apêndice 1.

Sobre a terceira condição, a TAS afirma que o aluno deve querer relacionar os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios, enriquecendo-os, elaborando-os e dando novos significados. Os autores (ibid.) afirmam ainda que não se trata exatamente de

¹ David Ausubel (1918-2008), graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no *Teacher's College* por muitos anos; dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional.

motivação, ou de gostar do conteúdo. Neste sentido, a TAS reconhece a importância da predisposição do aluno, mas não apresenta nenhuma orientação ou discussão sobre como essa predisposição pode ser criada ou despertada no aluno. E, justamente por isso, buscamos compreender melhor este processo, estudando as recomendações de Bzuneck (2010) para motivar o aluno em sala de aula e consequentemente despertar essa predisposição para aprender.

Discutiremos a seguir os pressupostos que utilizamos para elaborar um material de apoio que nos permitisse alcançar a segunda e terceira condições para que a Aprendizagem Significativa ocorra.

Material Potencialmente Significativo

Para que um material possa ser potencialmente significativo, Ausubel (2003) e Moreira (2012) destacam os principais pressupostos que devem ser levados em consideração na exposição dos conteúdos aos alunos: levar em conta o *Conhecimento Prévio* do aluno; a *Organização Sequencial* do conteúdo; a *Consolidação* dos conteúdos e a realização de uma *Avaliação Recursiva e Formativa*. Discutiremos na sequência sobre cada pressuposto apresentado.

Embora a TAS faça algumas recomendações para o caso dos alunos não possuírem **conhecimento prévio** adequado sobre a matéria a ser estudada, neste trabalho partimos do princípio de que os alunos já dominavam os conteúdos necessários até aquele momento. Por isso, não foi desenvolvida nenhuma atividade específica para suprir possíveis dificuldades dos alunos.

Com relação à **organização sequencial**, partindo do pressuposto que a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados, é importante tirar vantagem das possíveis sequências hierárquicas naturais em algumas matérias, pois fica mais fácil ao aluno organizar seus subsunçores de maneira hierárquica (MOREIRA 2012). Essa hierarquia, portanto, não é permanente, pois à medida que a AS avança em conteúdo a estrutura cognitiva vai mudando.

Feito isso, o ensino deve começar com a discussão de aspectos mais gerais para os mais específicos. Isto é, do que é mais concreto, ou mais comum à vivência do aluno, para o que é mais abstrato. Na Física, o mais concreto e palpável, em geral, é o fenômeno a ser estudado. Assim, uma sequência possível para a abordagem do conteúdo seria partir de uma apresentação e discussão do fenômeno, com o uso de um experimento ou vídeo por exemplo, e progressivamente ser conceituado até se chegar na modelagem matemática necessária ao completo entendimento do assunto.

Moreira (2012) destaca que isso significa que o conteúdo curricular deveria, inicialmente, ser mapeado conceitualmente de modo a identificar as ideias mais gerais, mais inclusivas, os conceitos estruturantes, as proposições-chave do que vai ser ensinado. Essa análise permitiria identificar o que é importante e o que é secundário, supérfluo, no conteúdo curricular.

Com relação à **consolidação**, se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos (MOREIRA 2012). Portanto, antes da introdução de novos conhecimentos é necessário que haja domínio por parte dos alunos dos conhecimentos anteriores, ou seja, os conhecimentos prévios para o novo conteúdo. Este é o processo de Consolidação.

A aprendizagem depende da captação de significados que envolve um intercâmbio, uma negociação, de significados, que depende essencialmente da linguagem. Assim, a cada novo conteúdo apresentado, deve ocorrer a **Negociação de Significados** até que se tenha evidências de que os alunos adquiriram um significado para tal conceito, ou seja, evidências que houve a Consolidação do conteúdo ou conceito.

Nas palavras de Moreira (2012):

Em um episódio de ensino e aprendizagem, a professora ou professor apresenta aos alunos os significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino e que ela ou ele já domina. Apresentar aqui não significa aula expositiva, nem passividade da parte dos alunos, os quais devem “devolver” ao docente os significados que estão captando. Se estes significados não forem aqueles contextualmente aceitos na matéria de ensino, cabe ao professor ou professora apresentá-los novamente, provavelmente de outra maneira, aos alunos. Estes devem outra vez “devolvê-los” ao docente. Quer dizer, a captação de significados implica diálogo, negociação de significados. O aluno tem que externalizar os significados que está captando.

As atividades de resolução de exercícios, trabalhos colaborativos, desenvolvimento de experimentos, análise e resposta de alguma situação proposta pelo professor, entre outras, se constituem de ações que podem promover a negociação de significados, buscando-se a consolidação dos conteúdos. Outra estratégia que tem sido muito utilizada, com resultados muito promissores (DESLAURIERS, SCHELEW e WIEMAN 2011) é o uso do método conhecido como *Peer Instruction*, que em uma tradução livre significa Instrução pelos Colegas (IpC), proposta por Araújo & Mazur (2013).

De modo geral, o IpC busca promover a aprendizagem com o foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor (ARAÚJO & MAZUR, 2013). O método IpC vem sendo desenvolvido desde a década de 90 pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard (EUA) e desde então vem sendo utilizado amplamente, aplicado em diversas escolas e universidades em todo o mundo.

Neste método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais (*concept tests*). Estas devem ser respondidas individualmente pelos alunos e num segundo momento, discutidas com os colegas. O foco principal das questões são os conceitos envolvidos em cada situação.

Araújo & Mazur (2013) apresentam uma sequência para a aplicação do método, também ilustrada na Figura 2.1:

- i) Inicialmente uma breve exposição oral do conteúdo pelo professor (aproximadamente 15 minutos);
- ii) É apresentada aos alunos uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha;
- iii) A cada aluno é solicitado a pensar em sua escolha da alternativa correta, bem como em uma justificativa para a sua opção (aproximadamente 2 minutos);
- iv) É aberta então a votação para mapeamento das respostas;
- v) Com base nas respostas informadas pela classe, porém ainda sem indicar a resposta correta, o professor deve decidir entre três opções:
 - Caso mais de 70% da turma votou na resposta correta, deverá explicar a questão e iniciar uma nova questão conceitual, ou outro tópico;
 - Se o número de alunos que acertou o teste ficarem entre 30% e 70%, os alunos deverão ser agrupados (de 2 a 5 integrantes), preferencialmente que tenham escolhido alternativas diferentes, onde tentarão convencer uns aos outros usando as justificativas pensadas ao responderem individualmente. Após alguns minutos, o processo de votação é aberto novamente;
 - Caso menos de 30% da turma escolher a alternativa correta, o professor deverá revisar o conceito através de nova exposição. Ao final da explicação, outra questão conceitual é aplicada.

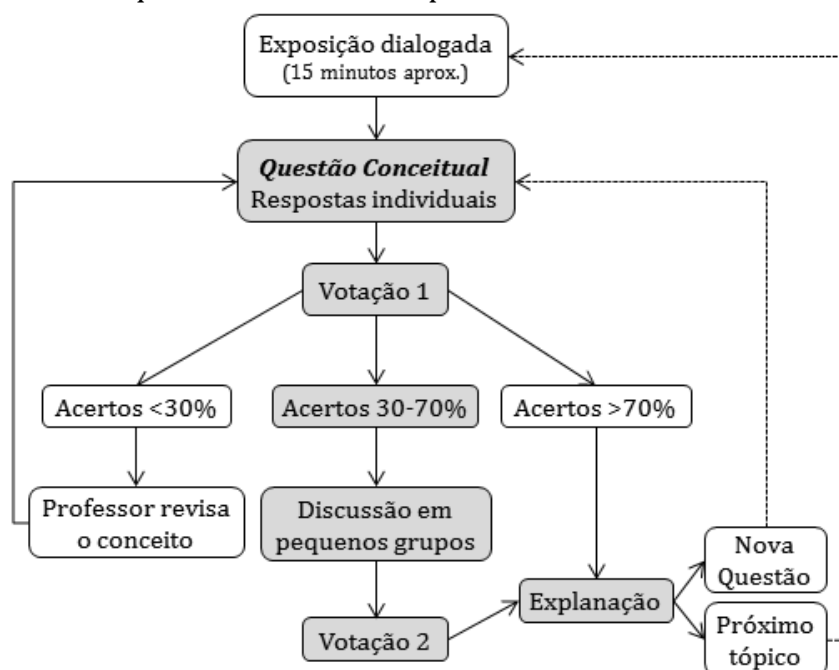


Figura 0.1: Diagrama do processo de implementação do Peer Instruction. (ARAÚJO & MAZUR, 2013)

É importante destacar que durante a Votação 1 os alunos darão suas respostas individuais, por isso não poderão ver as respostas dos seus colegas. Usualmente a votação é feita por meio de algum sistema de resposta como *flashcards* (cartões de resposta) ou *clickers*, espécie de controles remotos individuais que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor. A Figura 2.2 ilustra esses instrumentos.



Figura 0.2: Exemplo de um cartão resposta (*flashcard*) à esquerda, e um receptor de radiofrequência USB e sistema remoto de resposta (*clicker*) à direita. (ARAÚJO & MAZUR, 2013)

Mais recentemente, sistemas de resposta envolvendo quaisquer dispositivos com acesso a internet, tais como *notebooks*, *smartphones* e *tablets* vêm se mostrando uma alternativa promissora, tanto por se valerem de aparelhos que os próprios estudantes já possuem, quanto por viabilizar o envio de respostas para questões abertas. É comum usar um sistema de cartões com cores diferentes e com as letras correspondentes às alternativas (*flashcards*), para que os alunos indiquem suas escolhas individuais. (ARAÚJO & MAZUR, 2013).

Com relação à **avaliação**, elas tem sido realizadas, em geral, na modalidade de “provas” do que o aluno sabe ou não sabe. Esse tipo de avaliação baseada no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e geralmente não contribui para uma aprendizagem significativa dos conceitos, pois não entra na questão do significado, da compreensão, da transferência. Assim, a avaliação deve implicar em outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas.

Portanto, a avaliação deve ser predominantemente **recursiva**, ou seja, deve-se permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. Mais relevante do que determinar se ocorreu ou não a aprendizagem, é necessário buscar evidências de sua ocorrência. É importante que o aluno externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas.

Outro aspecto fundamental ao se avaliar o aluno é ela deveria possuir um caráter **formativo** (LUCKESI - www.luckesi.com.br/artigosavaliacao.htm). É preciso diferenciar avaliação de exame. Em geral, as provas são aplicadas como recursos técnicos para examinar o conhecimento do aluno, tal como ocorre em um vestibular ou concurso. Uma avaliação deve ser diagnóstica, inclusiva, democrática e dialógica. Visa subsidiar a construção do melhor resultado possível e não pura e simplesmente aprovar ou reprovar alguém.

Predisposição do Aluno

A terceira condição que Moreira (2012) apresenta como essencial para que ocorra a aprendizagem significativa é que o aluno deve apresentar uma predisposição para aprender. A TAS não apresenta orientações sobre como despertar essa predisposição no aluno. Para isto recorreremos ao trabalho de Bzuneck (2010), sobre como motivar o aluno para aprender no contexto de sala de aula, e encontramos quatro sugestões:

- i) Deixar claro a utilidade dos conteúdos que serão estudados;
- ii) Propor atividades desafiadoras aos alunos;

- iii) Usar diferentes recursos instrucionais, também chamados de embelezamentos por Bzuneck;
- iv) Fornecer *feedback* adequado a partir das reações dos alunos e cumprimentos das tarefas atribuídas a eles.

Na primeira sugestão Bzuneck (2010) destaca que a motivação do aluno depende, além das expectativas pessoais de êxito, de ele ver **significado** e acreditar na **importância** ou valor da tarefa. Para que o aluno dê importância e significado ao novo conteúdo proposto, Bzuneck apresenta duas recomendações: o conteúdo deve estar relacionado com a sua vida, seu mundo, suas preocupações e interesses pessoais; demonstrar que os conhecimentos ou habilidades que agora devem ser dominadas são pré-requisitos para outros que virão.

Para a segunda sugestão Bzuneck (2010) descreve que o tédio e apatia dos alunos não serão necessariamente superados apenas com a demonstração da relevância das aprendizagens. Para a motivação, as próprias tarefas devem ser estimulantes. Para promover o estímulo, Bzuneck defende o uso de atividades que apresentam **desafios** aos alunos. É importante na elaboração de desafios adotar um nível de dificuldade intermediário, respeitando as atuais capacidades dos alunos. Bzuneck destaca, nas palavras de Csikszentmihalyi (1985), que os desafios excessivamente difíceis para um aluno imediatamente causarão ansiedade alta e, a seguir, lhe acarretarão fracasso e frustração, além de irritação e, provavelmente, uma auto-avaliação de baixa capacidade.

A terceira sugestão, sobre uso de diferentes recursos instrucionais ou também chamados de embelezamentos, Bzuneck defende que eles são indicados para provocar o interesse pelas atividades de aprendizagem e, adicionalmente, para quebrar a mesmice, para suavizar o caráter de obrigatoriedade das tarefas, para combater o tédio e para corrigir a aridez de certos conteúdos. São destacados 13 tipos de embelezamentos: manipulação objetos e movimento físico; conflito cognitivo; introdução de novidades; relação com comestíveis; interação com amigos do grupo; autor explícito, nas narrativas escritas; modelação; jogos; escolha de conteúdos atraentes para aquela classe; relacionamento com a vida, animal ou vegetal; humor; e apresentação de casos ilustrativos.

A quarta sugestão de Bzuneck aponta que o comportamento e resposta do professor (**feedback**) às demandas do aluno podem afetar tanto no processo de aprendizagem como a própria motivação. Define ainda que suas funções para motivação estão intimamente ligadas às suas duas formas básicas: *feedback* negativo e positivo.

Alguns cuidados precisam ser tomados para os dois casos. O *feedback* negativo tem uma característica de correção do erro, sendo também chamado de *feedback* corretivo. É necessário que o professor indique que houve um erro, para que o aluno não o incorpore como se fosse verdade. É imprescindível que seja explicado ao aluno por que ele errou e o que é preciso para superar os erros, o que está inteiramente sob seu controle, eventualmente com a ajuda do professor ou dos colegas.

É preciso ainda tomar cuidado para que o *feedback* negativo não desmotive o aluno. Se o professor constatar que o motivo do erro do aluno na tarefa foi ocasionado por falta de esforço do mesmo e for dado o *feedback* negativo, poderão ocorrer duas situações: caso o aluno aceite sua falta de esforço, poderá se sentir culpado, e assim se empenhar mais na

próxima atividade; caso o aluno tenha a consciência que se empenhou o máximo que pôde, poderá concluir, eventualmente, que não tem capacidade. O *feedback* negativo não deve atribuir o erro do aluno à sua falta de capacidade. Em qualquer caso, é necessário ampliar a busca pela causa do erro para além do esforço ou capacidade do aluno, considerando ao menos outras duas variáveis: conhecimentos prévios e uso de estratégias. Por fim, os erros podem ser benéficos para uma melhor aprendizagem e os fracassos podem servir para o sucesso, dependendo de como forem tratados o *feedback*.

O *feedback* positivo deve ser dado sempre que o aluno tiver atingido os objetivos de aprendizagem, ou quando mostrar que está no caminho adequado. Este tipo de *feedback* pode ser classificado em dois tipos: *feedback* positivo simples e elogio. O *feedback* positivo simples deve ser uma confirmação do acerto do aluno e, como regra geral, deve ser dado sempre que o aluno não saiba claramente que acertou a tarefa. Já o elogio é uma forma de *feedback* positivo ampliado, e deve ser dado como ênfase de aprovação e enaltecimento com valorização peculiar do que o aluno realizou. Mas é preciso tomar alguns cuidados para que o elogio não acabe por causar efeito contrário ao desejado, que é motivar o aluno.

As recomendações são: o elogio deve ser feito ao esforço, ao capricho, à persistência e ao comportamento do aluno durante a realização da tarefa; não atribuir o avanço por obra da sorte ou facilidade da tarefa; não elogiar a capacidade ou inteligência do aluno, pois ele pode passar a se descuidar do esforço por confiar demasiadamente em sua capacidade, perdendo assim a motivação; elogiar o progresso verificado; o elogio deve ser dado em tom natural, fazendo parecer como sincero; o elogio deve ser individual, jamais comparando o desempenho do aluno aos demais colegas.

3 - Metodologia

Os processos investigativos em ensino têm sido desenvolvidos utilizando-se basicamente dois tipos de abordagem: qualitativa e quantitativa (MOREIRA 2010).

Em uma abordagem qualitativa o professor/pesquisador observa de dentro do ambiente estudado e registra cuidadosamente os eventos relevantes, coletando informações pertinentes que possam influenciar a aprendizagem dos estudantes. Esses registros são posteriormente transformados em dados e analisados qualitativamente de modo a tornar possível a avaliação de alguns fatos e situações que não seriam possíveis através de outro tipo de avaliação.

Já a abordagem quantitativa tem como ideia básica a manipulação e o controle objetivo das variáveis. Os instrumentos são uma maneira de alcançar medições precisas de objetos e eventos com existência própria. O pesquisador quantifica registros de eventos, faz uso de meios científicos e busca fiabilidade e validade dos mesmos.

Assim, o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso eu tive a disposição apenas uma turma para fazer a intervenção, o que nos possibilitou a realização de uma abordagem investigativa do tipo qualitativa.

3.1 – Objetivos

Elaborar e aplicar um Plano Complementar de Atividades baseado em pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL 2003, MOREIRA 2012) e da Motivação (BZUNECK 2010), para o ensino do conceito de quantidade de movimento, tendo em vista a avaliação dos impactos no aprendizado dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.

Os objetivos específicos foram:

- ✓ Verificar a ocorrência de possíveis melhorias no desempenho dos alunos na avaliação trimestral definida pela escola;
- ✓ Analisar a opinião dos estudantes sobre as estratégias implementadas a partir desta proposta de intervenção em sala de aula.
- ✓ Fazer uma auto avaliação sobre a implementação destas estratégias, visando identificar os aspectos positivos desta ação, bem como os aspectos que ainda carecem de melhorias.

3.2 – Sujeitos

Esta pesquisa foi desenvolvida com uma turma de 20 alunos do primeiro ano do ensino médio do Colégio Linus localizado em Jacaraípe no município da Serra. A turma consta de oito meninos e 15 meninas com uma média de idade de aproximadamente 15 anos. Destes, seis moram em bairros afastados de Jacaraípe e o restante mora relativamente próximo a escola.

Sobre o comportamento destes alunos, eu tinha uma percepção de grupo apático, sem interesse e com alta frequência de conversas paralelas. Acredito que um dos fatores que podem leva-los a este comportamento é o fato da orientação da instituição de atribuir grande

percentual da pontuação das disciplinas, a cada trimestre, pela realização de atividades diversas (em geral eventos culturais em que os alunos “se aproveitam” para ganhar pontos) que não possuem necessariamente conexão com a matéria em estudo.

De minha parte, também vinha atuando como aquele professor que dá a matéria, sem muita preocupação com respeito ao rendimento da turma, apesar de me esforçar para prender a atenção dos alunos. Agia assim mais pela desmotivação a respeito do interesse que os alunos demonstravam. Seguiu a apostila tentando ajudar quem procurava auxílio.

3.3 – Descrição do Plano Complementar de Atividades

A instituição onde este projeto foi desenvolvido adota para o primeiro ano do Ensino Médio o material didático da FTD. Na disciplina de Física, ele é dividido em 4 módulos e dezesseis subdivisões que são conhecidas como F1, F2,...,F16 e tem como autor Adriano F. de Medeiros e Cristiano G. Barbosa (MEDEIROS e BARBOSA 2012).



O material disponibiliza também um complemento na internet (central.se.ftd.com.br) onde os alunos podem acessar de suas casas e ter a seu dispor algumas formas diferenciadas de contato com a matéria, tais como textos, simuladores, entre outros. O tema quantidade de movimento é abordado no módulo 3, no capítulo F9.

O currículo da escola prevê a abordagem do conceito de quantidade de movimento em sete aulas, de acordo com o mostrado na primeira coluna do Quadro 3.1 abaixo. A segunda coluna apresenta as atividades complementares que foram elaboradas no contexto deste TCC.

Quadro 3.1: Planejamento das aulas sobre o conceito de quantidade de movimento.

Aulas	Conteúdos ministrados a serem	Atividades Complementares
1ª aula	Teorema do Impulso e Quantidade de Movimento.	Uso do experimento que simula o bate-estacas. Discussão sobre o fenômeno observar com o experimento.
2ª aula	Exercícios.	Conceito de quantidade de movimento. Realização de testes conceituais. Sugestão de construção de um foguete, com premiação de 1,0 ponto para aquele que atingir a maior altura.
3ª aula	Conservação da Quantidade de Movimento.	Realização de testes conceituais e conceito de impulso.
4ª aula	Exercícios.	Apresentação dos foguetes.
5ª aula	Colisões.	Exercícios. Colisões. Realização de testes conceituais.
6ª aula	Tipos de Colisões.	Conservação da quantidade de movimento. Exercícios.
7ª aula	Exercícios.	Realização de testes conceituais e exercícios para fixação.

Portanto, tendo em vista o estabelecido pelo currículo escolar, serão descritos a seguir os objetivos de cada ação desenvolvida durante as aulas para explicitar como foi colocado em prática cada um dos pressupostos levados em consideração, relativos às teorias citadas (ibid.). Os detalhes de cada atividade podem ser conferidos no Anexo I.

Na primeira aula, é apresentado aos alunos o experimento do bate-estacas, cujo objetivo é trazer para eles uma situação real de aplicação dos conceitos da Física. Esta ação foi baseada na recomendação da teoria da motivação, no aspecto que ressalta que é importante deixar claro para os alunos a **utilidade dos conteúdos** que estão ou serão estudados. Em seguida, foi perguntado a eles qual seria a origem da força aplicada ao prego. Tendo em vista as respostas dos alunos o professor prosseguiu até a definição do conceito de quantidade de movimento e da origem da força a partir da variação temporal do seu valor.

Na segunda aula, foi proposto aos alunos a construção de um foguete, onde eles tiveram liberdade de fazer da forma que quisessem, com o material que eles achassem melhor. A única condição que coloquei foi que eles teriam de me explicar o experimento utilizando os conceitos físicos por eles aprendidos e que todos os participantes do grupo teriam que participar tanto da execução do experimento como da apresentação da teoria. Tal atividade valeria um ponto extra a ser somada a média no final do trimestre. A proposição desta atividade aos alunos se baseou na recomendação da teoria da motivação, no aspecto que ressalta que é importante **desafiá-lo** durante as tarefas escolares.

Ainda nesta aula, foi realizado um teste conceitual sobre o conceito de quantidade de movimento. Esta atividade se baseou na recomendação da teoria da Aprendizagem Significativa de promover a **consolidação** dos conteúdos, que pode ser articulada através da **negociação de significados** promovida pelo procedimento do método de instrução pelos colegas (IpC) proposto por Araújo & Mazur (2013) e apresentado no referencial teórico deste trabalho (pag 15 e 16).

Ainda nessa terceira aula, foram apresentados dois vídeos sobre colisões entre carros, visando discutir aplicação do conceito de quantidade de movimento no cotidiano dos alunos. Foi mostrado também o funcionamento do *airbag* e de outros equipamentos de segurança e justificada sua necessidade a partir do entendimento da aplicação de uma força sempre que

ocorrer a variação da quantidade de movimento, novamente deixando claro aos alunos a **utilidade dos conteúdos**. A proposição desta atividade aos alunos se baseou também na recomendação da teoria da motivação, no aspecto que ressalta que é importante o uso de **embelezamentos**, que pode ser traduzido como o uso de diferentes recursos instrucionais na realização das aulas. Neste sentido, os dois referenciais teóricos deste trabalho coincidem quanto a recomendação e importância do uso de diferentes **recursos instrucionais** para a apresentação e discussão dos conteúdos em sala de aula.

Na quarta aula os alunos puderam apresentar o experimento do foguete, sendo que apenas dois deles não o fizeram. O restante da turma me apresentou o experimento e a respectiva explicação, mas nem todos os experimentos funcionaram adequadamente. As apresentações duraram uma aula inteira e foram realizados no palco de teatro da escola, que é uma área descoberta e ampla, adequada para a realização do mesmo. As explicações também foram feitas no próprio pátio do teatro.

Ainda nessa aula foi entregue uma sequência de exercícios numéricos para que eles resolvessem e me entregassem na próxima aula. A proposição destas atividades também teve o objetivo de promover a **consolidação** dos conteúdos, de acordo com as recomendações da teoria da Aprendizagem Significativa.

Na quinta aula foi feita a correção dos exercícios e foi apresentado um vídeo de colisões de carros, buscando dar continuidade às discussões sobre colisões. Também foi realizado um teste conceitual sobre o assunto em discussão.

Na sexta aula foi discutido com a turma o conceito de conservação da quantidade de movimento, utilizando imagens de pendulo balístico, que pôde ser visualizado pelos alunos durante a visita que fizeram à UFES na semana em que ocorreu a Mostra de Física e Astronomia. Novamente, pensamos na questão do uso de diferentes **recursos instrucionais**. Em seguida, discuti sobre o coeficiente de restituição e os tipos de colisões. E para finalizar, foram passados alguns exercícios numéricos e teóricos com o intuito de promover a **consolidação** dos conteúdos.

Na sétima aula foi resolvido e discutido todos os exercícios que havia passado na aula anterior e realizado alguns testes conceituais, novamente buscando a **consolidação** dos conteúdos.

Durante todas as aulas, também abri espaço para questionamentos sobre eventos diários em suas vidas, do tipo “por que a moto perde velocidade mais rápido do que o carro quando colocada em ponto morto?”, que foi levantado por um de meus alunos, estendendo a discussão para todos os alunos da turma. Também me políciei para dar **feedback** adequado às demandas dos alunos. De acordo com Bzuneck (2012), o feedback do professor pode afetar tanto a aprendizagem quanto a motivação do aluno.

Por fim, foi permitido aos alunos refazerem a avaliação, cujo objetivo é dar nova oportunidade ao aluno de rever seus erros e poder estudar novamente a matéria, possivelmente alcançando um melhor entendimento do assunto em estudo. De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, o aprendizado é um processo com avanços e retrocessos. Daí decorre a importância da **recursividade** na realização das atividades de sala de aula,

sobretudo das avaliações. Após refazerem a avaliação, fiz a correção e, em caso de acerto, foi atribuído um percentual de 40% da nota total da questão, o que ocasionou também um aumento da nota final da mesma.

3.4 - Instrumentos de Coleta de Dados

Nesta seção, são descritos os instrumentos utilizados para coletar os dados, que permitirão discutir e avaliar as ações previstas nos objetivos do trabalho.

Avaliação

Um dos instrumentos utilizados para a coleta de dados foi a avaliação trimestral dos alunos, atendendo as orientações da escola que estabelece um valor de 11 pontos para esta avaliação, em 40 possíveis. Cada questão de 01 a 09 recebeu 1,0 (um) ponto e a questão 10 recebeu 02 (dois) pontos. As questões 07 e 10 abordam aspectos conceituais e as demais exigem habilidades de cálculos. Oito questões são do tipo objetivas com apenas uma resposta correta, e as questões 02 e 05 são discursivas. Todas foram baseadas em exames vestibulares, com algumas adaptações e está disponível no Anexo 2.

Esperamos que a análise das respostas desta avaliação nos dê subsídios para avaliar o nível de domínio e de qualidade da articulação dos conceitos que foram abordados durante as aulas compreendidas nesta proposta.

Opinião dos Estudantes

Utilizamos também um questionário para ouvir a opinião dos alunos, contendo quatro questões relativas às diversas atividades que foram propostas no plano complementar de atividades ao livro texto. A íntegra do mesmo pode ser conferida no anexo 3. O questionário foi aplicado por mim, nos 10 minutos finais de uma aula após o término das atividades. Durante o tempo que os alunos responderam o questionário, eu me ausentei da sala e reforcei o fato de ser anônimo, buscando garantir o máximo de sinceridade nas respostas dos alunos.

Anotações Pessoais

O termo “anotações pessoais” que é utilizado neste trabalho é descrito por Cãnete (2010) como sendo “diário de bordo”. Segundo a autora, esse diário é:

“(…) compreendido como registro escrito do professor em relação aos acontecimentos de seu cotidiano escolar. O diário será compreendido como o instrumento de registro escrito que o professor utiliza para documentar os acontecimentos da aula, seus sentimentos, preocupações, frustrações, conquistas, o que fez, as atitudes dos alunos, as propostas de ação, assim como a relação destes com teorias já estudadas ou novas teorias que vier a estudar”. (CÃNETE, 2010, p.12)

Pelo seu caráter informal as anotações pessoais se diferenciam das demais formas de coleta e avaliação dos dados. Elas auxiliam o professor a guardar informações relevantes servindo como fonte de recordação e memória.

Todas as anotações foram feitas diariamente ao fim de cada aula. Nelas foram registrados dados como perguntas inesperadas, atitudes comportamentais dos alunos, ausências dos mesmos e outros fatores pertinentes que podiam influenciar a aprendizagem dos estudantes.

4 - Análise de Dados

As discussões e os resultados são apresentadas em três subseções, considerando os dados que foram coletados através da avaliação trimestral, da opinião dos alunos e das anotações pessoais.

Análise da Avaliação Trimestral

Após a realização da avaliação trimestral, foi procedida a correção de acordo com o seguinte critério de pontuação: cada questão correta recebeu 1,0 ponto e incorreta ou em branco recebeu 0,0 pontos. As questões dois e cinco são do tipo discursivas e por isso poderiam receber uma pontuação fracionada entre 0,0 e 1,0. O Quadro 4.1 apresenta os resultados da correção de cada aluno.

Quadro 41: Resultados da correção da avaliação trimestral dos alunos.

Alunos	Questões da prova										Nota
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	C	E	C	C	E	C	E	C	C	C	8,0
2	C	C	C	C	E	C	E	C	C	C	9,0
3	C	C	C	C	C	C	E	C	C	E	8,0
4	C	C	E	C	E	C	E	E	C	C	7,0
5	C	C	C	C	E	E	E	C	C	E	7,0
6	C	E	E	C	C	E	C	C	C	E	7,0
7	C	E	E	C	E	E	E	E	E	E	2,0
8	C	E	C	C	E	E	E	C	C	C	7,0
9	C	C	E	C	C	E	E	E	C	C	7,0
10	C	C	C	C	C	E	C	E	C	C	9,0
11	C	C	E	E	E	C	E	C	C	C	7,0
12	E	E	C	E	E	E	E	E	C	E	2,0
13	C	C	E	C	E	C	E	E	C	E	5,0
14	C	C	C	C	C	C	E	E	C	C	9,0
15	C	E	C	C	E	E	E	E	E	C	5,0
16	C	C	C	C	C	E	E	C	C	C	9,0
17	C	C	C	C	C	E	E	C	C	C	9,0
18	C	C	C	E	C	C	E	C	C	C	9,0
19	C	E	E	C	E	E	E	E	C	E	3,0
20	C	C	C	C	E	C	E	C	C	C	9,0
Percentuais de acertos	95	65	65	85	35	45	10	50	90	65	-
Média da Turma											6,9

Legenda: C – questão correta; E – questão errada

Um olhar inicial para estes resultados nos permite observar que apenas cinco alunos, representando 25% da turma, obtiveram notas abaixo da média. A média obtida pela turma de 6,9 pontos (69% de acerto), foi considerada um bom resultado, pois está acima da média para aprovação nas instituições de ensino públicas ou particulares que é de 60% do total da prova. A média desta mesma avaliação no segundo trimestre sem o uso do Plano

Complementar de Atividades ao livro texto foi abaixo da média adotada pela escola, como podemos ver no quadro 4.2.

O Quadro 4.2 abaixo apresenta um comparativo das notas dos alunos no segundo e terceiro trimestres. As notas foram normalizadas, pois as provas tinham valores diferentes em cada período considerado, sendo de 9,0 no segundo e 11,0 no terceiro trimestre.

Quadro 4.2: Comparação entre as notas do segundo e terceiro trimestres.

Aluno	Segundo Trimestre		Terceiro Trimestre	
	Nota	Nota Normalizada	Nota	Nota Normalizada
1	1,50	1,67	9,00	8,18
2	2,00	2,22	8,00	7,27
3	5,50	6,11	8,00	7,27
4	8,00	8,89	7,00	6,36
5	4,50	5,00	7,00	6,36
6	3,50	3,89	7,00	6,36
7	4,00	4,44	2,00	1,82
8	4,50	5,00	7,00	6,36
9	3,00	3,33	7,00	6,36
10	6,50	7,22	9,00	8,18
11	2,00	2,22	7,00	6,36
12	4,50	5,00	2,00	1,82
13	8,00	8,89	5,00	4,55
14	1,00	1,11	9,00	8,18
15	6,00	6,67	5,00	4,55
16	3,50	3,89	9,00	8,18
17	7,00	7,78	9,00	8,18
18	4,50	5,00	9,00	8,18
19	2,00	2,22	3,00	2,73
20	1,00	1,11	9,00	8,18
Média	4,13	4,58	6,90	6,27

Pode-se observar que a maioria dos estudantes melhorou seu desempenho, refletindo no aumento da média da turma. Portanto, este resultado sugere um impacto positivo da realização das atividades no desempenho global dos alunos.

Análise das Opiniões dos Estudantes

O questionário para levantar a opinião dos estudantes foi respondido por 90% da turma. Ele está disponível no Anexo 3, e contém quatro perguntas abertas sobre as atividades realizadas. Tal questionário foi aplicado pelo próprio professor da turma. Ressalta-se ainda que não foi solicitada a identificação do aluno no questionário, afim de não haver interferência nas respectivas respostas, pois o objetivo não era inibir o aluno mas sim poder analisar suas opiniões sinceras a respeito da dinâmica aplicada nas aulas e do material produzido.

Vamos apresentar alguns exemplos característicos de respostas dadas pelos estudantes, seguido de um breve comentário com o objetivo de resumir as demais respostas. O conjunto

de todas as respostas está apresentado no Anexo 4. São apresentadas também algumas avaliações sobre possíveis implicações das ações que foram implementadas, tendo em vista os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e da Motivação.

Pergunta 1: *Com relação às aulas sobre o assunto de **Quantidade de Movimento**, gostaria de saber do que você **MAIS gostou** e porquê?*

O que eu mais gostei foi...

Resposta do aluno I: Foram as aulas dinâmicas.

Resposta do aluno V: Da matéria juntamente com a explicação diferenciada e bem visual.

Resposta do aluno XII: O que eu mais gostei foi a utilização de aulas práticas, onde o professor trouxe instrumento para demonstrar a quantidade de movimento.

Percebemos que todos os alunos gostaram das aulas e do material, apenas um aluno não respondeu nada. As respostas mais frequentes foram os experimentos e a interação entre o professor e o aluno.

Também foi solicitado que explicassem o motivo da resposta, completando a pergunta com um *Devido a ...*

Resposta do aluno I: Ser um jeito diferente e até mais fácil de entender o conteúdo.

Resposta do aluno IX: Pois foi uma aula diferenciada e mais legal que as outras.

Estes exemplos de respostas evidenciam o valor que eles atribuem às aulas dinâmicas e com experimentos, o que pode contribuir para tornar o aprendizado mais fácil e prazeroso. Estes são indícios de que as ações implementadas de acordo com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e da Motivação tiveram um efeito positivo na percepção dos alunos sobre as atividades propostas.

Pergunta 2: *Com relação às aulas sobre o assunto de **Quantidade de Movimento**, gostaria de saber agora do que você **MENOS gostou** e porquê?*

O que eu menos gostei foi...

Resposta do aluno XI: Cartão de cores e alternativas.

Também foi solicitado que explicassem o motivo da resposta, completando a pergunta com um *Devido a ...*

Resposta do alunos XI: Não consegui escolher.

Alguns alunos relataram não ter gostado dos cartões utilizados para as votações nos testes conceituais. Aparentemente eles faziam confusão com os cartões. Acreditamos que seja necessário investigar melhor o que eles de fato confundiram, pois o método de instrução pelos colegas, que utiliza os cartões, é fundamental para promover o processo de negociação de significados. Outro aspecto a ser ressaltado foi que nenhum aluno fez menção a alguma dificuldade com o conteúdo em estudo. Esta questão sempre aparece como uma espécie de reclamação sobre os assuntos da disciplina de Física.

Pergunta 3: *Você viu algum tipo de utilidade em estudar este assunto de Quantidade de Movimento? Caso tenha respondido SIM, você poderia me citar algumas?*

Resposta do aluno VI: Com ela podemos assimilar situações do cotidiano.

Resposta do aluno VI: Devido a aula diferente me motivou a estudar e tomou minha atenção totalmente.

Caso tenha respondido NÃO, você poderia dizer porquê?

Nessa questão não houveram respostas negativas dos alunos.

Dos dezoito alunos que responderam o questionário apenas três não responderam a essa pergunta. A utilidade mais citada por eles está na compreensão e aplicação dos fenômenos encontrados no cotidiano. Novamente observamos os efeitos positivos das ações implementadas de deixar claro para os alunos a utilidade dos conteúdos estudados, acordo com os pressupostos da Motivação, nas opiniões dos alunos.

Pergunta 4: *Me fale um pouco sobre a atividade de construção do foguete:*

a) Qual foi sua motivação para fazer esta atividade?

Resposta do aluno IV: Os pontos e ter a satisfação de ver o foguete subir.

Resposta do aluno IX: Em parte ganhar pontos extras que ajudou muito, e um pouco a experiência que teve.

Resposta do aluno XII: Porque queria ficar em primeiro lugar.

Analisando as respostas dos alunos podemos notar que a maior motivação que eles tiveram para fazer essa atividade foi a pontuação extra seguida do próprio interesse de ver o experimento funcionar. É uma mistura de benefícios que o aluno receberá pela realização da atividade bem como de solucionar um desafio proposto pelo professor, refletindo mais uma vez os efeitos das ações implementadas seguindo os pressupostos da teoria da Motivação.

b) Quais dificuldades encontraram?

Resposta do aluno I: O tempo estava muito ruim, quando tentamos fazê-lo voar. Levou muita dedicação.

Resposta do aluno IX: No início um pouco para fazer o foguete subir.

A maior dificuldade encontrada pelos alunos foi realizar a apresentação em um dia de chuva e fazer o foguete funcionar através da mistura dos componentes químicos.

c) Quanto tempo foi necessário para fazer este experimento?

O tempo variou de dois dias à apenas cinco minutos. Alguns grupos tiveram mais trabalho para preparar o experimento, entretanto por se tratar de uma experiência que se acha fácil na internet outros grupos não tiveram tanta dedicação. Segundo Guimarães (2003), o tempo de dedicação a uma atividade é um dos indicadores do grau de motivação do aluno. Quando o aluno perde a noção do tempo gasto para a realização de uma tarefa, temos aí um bom indicador da motivação do mesmo em realizá-la. E, isso parece ter acontecido com alguns alunos deste grupo.

d) No geral, o que você achou desta atividade?

Resposta do aluno I: Difícil, porém o resultado final valeu a pena.

Resposta do aluno XIII: Boa, poderia ser repetida.

Resposta do aluno XVIII: Muito legal, poderia ter mais vezes.

A grande maioria dos alunos achou a atividade muito legal, divertida e estimulante. Vale ressaltar que pelo fato de ser uma experiência que faz com que os alunos saiam da sala de aula, um ambiente fechado e entediante, para um lugar aberto com outro visual e a atividade proposta ser interativa, faz com que os alunos se sintam muito mais estimulados a participarem e assimilarem o que está sendo proposto.

Análise das Anotações Pessoais

Apresento a seguir uma auto avaliação do meu comportamento, ao longo do desenvolvimento das atividades propostas no plano complementar de atividades ao livro texto, como parte de um processo contínuo de reflexão sobre a minha prática e também de avaliação das atividades desenvolvidas no contexto deste TCC.

Ao longo das sete aulas ministradas percebi que os alunos faziam perguntas pertinentes sobre o assunto ministrado, fazendo comparações e associações com outros tipos de fenômenos, como foi o caso de um dos alunos mencionando o fato da moto perder velocidade mais rápido que o carro, quando deixada em ponto morto, quando estes estão a uma mesma velocidade inicial, devido a quantidade de movimento da moto ser menor pois sua massa era menor. Com o passar das aulas tais discussões ficaram cada vez mais produtivas.

A primeira aula consistia em mostrar o experimento do bate-estaca, que como já foi mencionado no capítulo de metodologia, consistia em tarugos que desciam por um cano cortado longitudinalmente simulando um bate-estaca. Equipamento que é comum a maioria dos alunos, pois pode ser visto em quase todas as construções. Nessa aula foi introduzida uma história para forjar uma situação do cotidiano dos alunos, pelo menos da maioria deles. Com a apresentação do experimento, os alunos ficaram mais atentos e com os questionamentos feitos dentro de uma situação problema se sentiram estimulados a participar, debatendo e dando opiniões sobre o tema abordado.

Inclusive os alunos que não tem o costume de participar tanto das aulas, relataram que se sentiram mais interessados e mais dispostos em participar da aula. Ao final do debate alguns alunos pediram para poder manusear o experimento, chegando inclusive a fazer alguns questionamentos sobre o assunto abordado. Devido a alguns contratempos ocorridos antes do começo da aula e durante a aula, o professor acabou concluindo que precisaria planejar melhor tais momentos com a turma. Foi constatado pelo professor que os alunos ficaram bem mais animados durante a aula, que pela própria fala deles, eles gostaram muito da interação ocorrida entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos, para discutir a matéria.

Na segunda aula foi feita uma rápida revisão dos assuntos abordados na aula anterior, foi feito um teste conceitual sobre a matéria abordada e a turma se saiu muito bem, tive

aproximadamente uns 80% de acerto. Os alunos ficaram muito entusiasmado com tal abordagem, havendo uma participação massiva de todos. Dando sequência na aula, foi abordada a teoria de lançamento de foguetes e o motivo pelo qual eles se desfazem aos poucos a medida que passam das camadas da atmosfera. Nesta aula, foi proposto aos alunos montarem um foguete e executar seu lançamento. O que alcançasse a maior altura receberia 1 ponto extra.

Na terceira aula foi aplicado logo no início dois testes conceituais, no primeiro houve um acerto de aproximadamente 45%, por esse motivo o professor os dividiu em grupos de quatro para que pudessem discutir o assunto e chegar a uma conclusão a respeito da resposta. O professor preferiu ele mesmo dividir a turma para que não houvesse formação de grupinhos com a mesma resposta. Dado cinco minutos para a discussão foi reaplicado o teste, dessa vez com uma excelente margem de acertos. Foi algo surpreendente como eles estavam empenhados em realizar tal atividade. O segundo teste conceitual a margem de acertos foi maior que 70%, por isso não houve necessidade de agrupá-los novamente.

Por curiosidade o professor resolveu investigar se os alunos sabiam o porquê das alternativas erradas estarem erradas. E para surpresa dele, a maior parte dos alunos não sabiam. Por esse motivo foi feita uma breve discussão acerca de cada alternativa, permitindo também que fosse feita uma revisão das matérias já ministradas nos trimestres anteriores. E para surpresa do professor os alunos que não possuíam dúvidas resolveram ajudar os alunos com dúvidas, tornando tal revisão em uma grande troca de informações, muito agradável e de bom rendimento. A grande surpresa foi que alguns alunos que raramente se manifestavam agora estavam participando, interagindo e esclarecendo dúvidas, pareciam estar mais confiantes.

Na quarta aula, os alunos mostraram os foguetes construídos por eles. Todos estavam animados para ver os experimentos, a turma foi levada para um palco onde se realiza algumas apresentações, lugar descoberto e um pouco afastado das salas. O primeiro grupo, constituído por quatro meninas que não demonstravam tanto interesse por Física, realizou um experimento perfeito, a construção do foguete foi constituída por uma base de canos de PVC e o foguete era de garrafa pet. Para fazer o disparo foi usada uma bomba de encher pneu de bicicleta. A apresentação foi muito boa. Os demais grupos usaram uma base feita com fundo de garrafa pet e uma garrafa pet como foguete, contendo uma mistura de vinagre com bicarbonato. Todos os demais grupos tiveram que repetir o experimento, pois não deram certo da primeira vez, um em específico teve que repetir quatro vezes.

Esse momento da aula foi algo bem descontraído e chamou a atenção de muitos outros alunos. Os grupos tiveram até uma torcida, pois professores de duas turmas deixaram seus alunos assistirem o experimento.

A explicação do experimento foi feita junto com a execução dos experimentos, os grupos tinham a liberdade de fazer junto com o experimento ou após o experimento ser concluído. Diferentemente do que acontece com a maioria das apresentações em grupos que cada um decora o que tem que falar e apresenta, dessa vez houve uma participação de todos os alunos, lógico que os mais tímidos não falavam tanto, mas na hora das perguntas todos davam sua participação.

Na quinta aula quinta, depois de uma breve revisão da aula anterior, foi apresentado um vídeo de colisões de carros, para introduzir o conceito de colisões. Na aula procurou-se discutir fatos que acontecem no cotidiano deles e uma das principais curiosidades foi o funcionamento do *airbag*, que já tinha sido discutido em aulas anteriores.

Na sexta aula, com o termino da matéria, foi aplicado mais dois testes conceituais, dos quais a turma teve rendimento entre 30% e 70%. Novamente a turma foi levada a se agrupar e discutir a matéria, só que dessa vez o professor deixou que eles mesmos fizessem os grupos. Foi dado oito minutos para a discussão em cada pergunta e com o termino do tempo, eles voltavam aos lugares de origem e era reaplicado o teste com êxito.

Na sétima aula foi dado mais um teste conceitual, mas sem eficiência para a negociação de significados, pois os alunos tiveram índice de acerto maior que os 85%. O professor achou que já havia ficado repetitivo a aplicação de tais testes. Seguindo a aula, foi feita a correção dos exercícios passados na aula anterior.

Conforme já relatado no capítulo 3 deste TCC, a turma se caracterizava por uma falta de interesse pela matéria. No entanto, durante a aplicação do material, os alunos passaram a questionar e a participar. Alunos que eram tímidos encontraram espaço para demonstrar seu ponto de vista e discordância com o que o professor apresentava de novo, notamos aí que o aluno incluía novos conhecimentos ou modificava seu conhecimento prévio. Para não dizer que não houveram pontos negativos, os alunos continuaram não gostando muito dos exercícios que foram passados na terceira e na sexta aula, pois eles tinham que fazer contas.

Portanto, de modo geral, minha avaliação é de que os alunos gostaram muito dessas aulas. Os alunos ficaram mais próximos, mais empolgados, mais interessados e que tudo que era proposto ou discutido era muito bem aceito por eles. Foi, de fato, uma experiência impar para minha prática na sala de aula, pois me proporcionou mais entusiasmo e alegria em ensinar. Essa experiência me mostrou que atividades desenvolvidas com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e da Motivação servem tanto para o aluno como para o professor.

5 - Conclusão

Este trabalho teve como objetivo geral elaborar e aplicar um Plano Complementar de Atividades baseado em pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL 2003, MOREIRA 2012) e da Motivação (BZUNECK 2010), para o ensino do conceito de quantidade de movimento, tendo em vista a avaliação dos impactos no aprendizado dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.

A média obtida pela turma no terceiro trimestre, de 6,9, ficou acima da média para aprovação nas instituições de ensino públicas ou particulares que é de 60% do total da prova. A média desta mesma avaliação no segundo trimestre ficou abaixo da média adotada pela escola. Portanto, as atividades que foram propostas no Plano Complementar de Atividades ao livro texto parecem contribuído para este impacto positivo no desempenho dos estudantes na disciplina de Física.

As opiniões dos estudantes sugerem que a intervenção foi bem recebida pelos alunos, pois a maioria dos mesmos responderam que gostaram, principalmente devido às atividades experimentais demonstrativas e colaborativas. Atribuo também essa grande aceitação dos alunos pelas atividades experimentais devido ao fato que anteriormente eu não considerava usar estes aparatos em sala de aula. Outro ponto que também ficou nítido da análise das opiniões dos alunos foi que eles perceberam utilidade do conteúdo de quantidade de movimento no cotidiano deles.

Portanto, ao utilizar os pré-supostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa e da Motivação (ibid.), na implementação de um material de apoio ao professor, é possível destacar como pontos positivos o aumento na interação entre professor e alunos, o aumento do engajamento dos alunos com a disciplina Física e uma evolução no desempenho dos alunos. Em suma, tivemos indícios que a utilização de um plano complementar de atividades ao livro texto, quando bem preparado e bem executado, pode se tornar uma ferramenta potencializadora de uma aprendizagem significativa.

Relato Pessoal

A elaboração deste trabalho me proporcionou um aprendizado, de como lecionar, incrível. Entrar em sala de aula com um material produzido, por mim e por meu orientador, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e da Motivação (ibid.), foi muito engrandecedor em minha vida como educador. A ponto de mudar a minha forma de pensar e dar aulas.

Não consigo me ver mais lecionando como antes dessa monografia. É muito gratificante ver os alunos participarem e interagirem durante as aulas. Para o futuro, fica a proposta de realizar outros materiais de apoio ao livro do professor, a fim de melhorar e contribuir para a aprendizagem de meus alunos e também para minha satisfação própria. Ao longo de tantos sofrimentos durante meu curso, concluo que tudo valeu muito. Todas as experiências que passei só me fizeram crescer.

6 – Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, abr. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>>. Acesso em: 15 out. 2016.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva. Barcelona. 1. Ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e duas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- BZUNECK, J. A. **Como motivar os alunos: sugestões práticas**. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Org.). Motivação para aprender: Aplicações no contexto educativo. Petrópolis: Editora Vozes, 2010. p. 13-42.
- BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. D. Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo. 2. Ed. Petrópolis/Rj: Editora Vozes, 2010.
- CAÑETE, L. S. C. **O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor**. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2010.
- DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E.; WIEMAN, C. Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. **Science**, v. 332, n. 6031, p. 862-864, 2011.
- ESPÍRITO SANTO. PAEBES Programa de Avaliação Básica do Espírito Santo. (2014). Disponível em: http://www.paebes.caedufjf.net/wp-content/uploads/2015/04/ESPAEBES-2014-rg-re_WEB.pdf.
- GUIMARÃES, S. E. R. **Avaliação do estilo motivacional do professor: Adaptação e validação de um instrumento**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2003.
- MEDEIROS, A. F.; BARBOSA, C. G. Física: A energia e as leis de conservação. São Paulo: FTD, 2012. 38 p.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Porto Alegre: 2012b. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf>>.
- MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. Porto Alegre: 2012a. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>>.
- PAEBES: Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v.1 (jan/dez. 2013), Juiz de Fora, 2013 - Anual. Conteúdo: Revista Pedagógica - Ciências da Natureza - 3ª série do Ensino Médio. ISSN 2237-8324.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Plano Complementar de Atividades ao Livro Texto

Aulas 1 e 2

Problema do bate estacas

Vamos observar uma tábua com dois pregos:

1. Colocar um prego e medir a altura dele.
2. Ao se colocar o tarugo sobre o prego, nada acontece!
3. Por outro lado, ao se abandonar o tarugo, de uma certa altura, sobre o prego, observamos que ele começa a penetrar na madeira.
4. Realizar o experimento com o cano e tarugo menor. Soltar três vezes;
5. Medir novamente a altura.

Observem, que o tarugo sendo abandonado, é capaz de executar uma força bem grande sobre o prego (pois ele consegue fazer o prego penetrar na madeira), muito maior do que o seu próprio peso!

Da onde vem essa força?

A resposta a essa questão, aparentemente não tem muito interesse, na prática. Nós, simplesmente, vemos que isso ocorre na prática!

Por outro lado, se você é um construtor e precisa fazer um prédio, sabe que será necessário bater estacas para dar sustentação à estrutura do mesmo. Portanto, por se tratar de um maquinário a ser construído, a pergunta seria: qual o tamanho do tarugo que eu preciso usar para bater a estaca?

A resposta correta a essa pergunta, vai evitar o gasto excessivo de dinheiro, evitando a construção de um equipamento que poderia não funcionar na prática. É para isso que o conhecimento serve.

Para entender isso do ponto de vista da Física, vamos definir uma grandeza chamada **quantidade de movimento**:

$$Q = mv$$

Onde m é a massa do objeto e v é a sua velocidade.

Vamos ver como isso pode nos ajudar. Vamos usar a segunda Lei de Newton, supondo a colisão do tarugo com o prego.

Fazer um diagrama de corpo livre no quadro e mostrar a aplicação da segunda Lei no prego:

$$\begin{aligned}\sum F_{res} &= m \cdot a \\ F &= m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ F &= m \cdot \frac{(v_f - v_i)}{t_f - t_i}\end{aligned}$$

$$F = \frac{mv_f - mv_i}{t_f - t_i}$$

$$F = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Portanto,

A força que o tarugo faz no prego é proveniente da variação da quantidade de movimento que ele adquire.

A partir desse conhecimento, como podemos obter uma maior ou menor força? Por que isso é importante? Pois em uma situação real de uma construção, podemos ter um solo com diferente resistência ao batimento da estaca.

Resposta:

- A) Aumentando a altura de abandono do objeto (no bate estacas, isso teria problemas diversos: armazenagem, transporte, etc)
- B) Aumentando a massa do objeto. (Usar o cano e tarugo maior e refazer o experimento, mostrando o aumento da eficiência). Discutir com eles a questão da velocidade e mostrar que a do tarugo 2 é igual ao do tarugo 1. O que mudou efetivamente foi a massa.

Continuidade do experimento:

- 6 - Realizar o experimento com o cano e tarugo menor. Soltar três vezes;
- 7 - Medir novamente a altura.

Conclusão: Eles penetram profundidades diferentes, devido à diferença da força provocada pelo uso do tarugo maior.

Pode acontecer também, de existir solos mais resistentes. Novamente, isso nos gera a demanda de saber como mudar a eficiência do nosso equipamento. Se quiser, pode fazer com a outra madeira e comparar os resultados.

Aqui, já poderia entrar um teste conceitual bem simples para os alunos discutirem:

Usando o tarugo menor, seria possível obter uma penetração do prego na madeira, igual àquela obtida com o tarugo maior? Se sim, como isso seria possível, o que deveria ser feito.

- a) Sim, aumentando a altura de abandono do tarugo, de modo a obter a mesma variação de quantidade de movimento que no caso anterior
- b) Não, pois mesmo aumentando a altura, a massa é menor de modo que ele nunca iria ser capaz de provocar a mesma variação na quantidade de movimento.

Batidas de Carro

O estrago em um batida é muito grande, pois a força aplicada em uma colisão, em geral, é muito elevada.

Vide o que ocorre em uma batida de carro.

Funcionamento de um Foguete

Por fim, nesta primeira aula, você deve rediscutir como a quantidade de movimento de um corpo pode ser variada: variando a velocidade e/ou variando a massa. Aí você puxa a discussão de como um avião consegue voar e pergunta se ele não poderia ser usado para lançar um satélite. Depois discute porque os satélites são então lançados por foguetes.

A força que impulsiona o foguete é proveniente da variação contínua da massa do objeto. Isso gera uma força sendo aplicada continuamente ao objeto. $Q=m*v$. Ao mudar m , estamos promovendo variação de Q , gerando uma força no objeto.

Agora vem o desafio: Fazer o foguete de garrafa pet, trazer para a escola para fazer o lançamento (na segunda ou terceira aula) e depois voltar para a sala de aula e pedir que eles expliquem o funcionamento, pensando na variação da quantidade de movimento. Se eles errarem ou tiverem dificuldade, você deve apresentar a discussão correta do fenômeno de lançamento do foguete.

Pedir para a turma para trazer na próxima aula pelo menos mais um exemplo de aplicação da variação da quantidade de movimento que seja importante para a nossa vida ou que seja de uso comum a todos no cotidiano. Fazer com que eles ainda se dividam em grupos de quatro pessoas para construir em casa o experimento do foguete, trazendo junto uma explicação teórica de como o experimento funciona.

Aula 3

Breve revisão da aula anterior.

Começamos a aula com um teste conceitual.

1º teste

Um caminhão, um carro pequeno e uma moto percorrem uma trajetória retilínea. Os três têm a mesma velocidade constante, suponha o atrito desprezível. Em certo instante, inicia-se uma descida bem íngreme. Todos os veículos resolvem economizar combustível e descem na banguela (em ponto morto, ou seja, sem a influência do motor ou freio). Podemos afirmar que:

- a) a quantidade de movimento dos três permanece igual até o término da descida, pois eles não têm aceleração.
- b) a aceleração do caminhão é maior, por isso sua quantidade de movimento é maior.
- c) o carro e a moto têm velocidade menor, mas têm a mesma quantidade de movimento.
- d) a velocidade inicial dos três é a mesma, mas as quantidades de movimento são diferentes.

Discute-se com a turma que a quantidade de movimento do caminhão é maior devido a sua massa ser maior.

2º teste

Quando um ovo cai de certa altura em um piso de cerâmica, ele quebra, mas quando cai da mesma altura em um tapete macio e espesso, ele não quebra. Assinale a alternativa que dá a explicação correta para esse fato.

- A) O tempo de interação do choque é maior quando o ovo cai no piso de cerâmica vitrificada.
- B) O tempo de interação do choque é maior quando o ovo cai no tapete macio e espesso.
- C) A força média sobre o ovo é a mesma nos dois choques.
- D) O ovo se quebra na cerâmica porque sua velocidade é maior.

Posteriormente a discussão deste teste (supondo que possa haver alguma dúvida), executa-se esse experimento com a turma.

Procedimento:

1. Utilizando dois ovos, sacola plástica e um pano, mostra o material para os alunos.
2. Forra-se o chão com a sacola plástica e com o jornal, para não sujar o chão.
3. Deixa o primeiro ovo cair de uma altura não muito grande.
4. Pedindo para dois alunos segurarem o pano esticado, deixa-se o ovo cair de uma altura igual que no caso anterior.

Discutir com eles que, o ovo quebrou devido ao fato do tempo de colisão ter sido muito pequeno, causando com isso uma variação da quantidade de movimento muito grande e consequentemente a quebra do ovo.

Verifica-se nesse caso que o ovo não quebra. Embora a variação da quantidade de movimento seja a mesma nos dois casos, no pano o tempo de colisão é muito maior que no chão de cerâmica.

Vamos lançar mão da definição da relação entre a variação da quantidade de movimento e força resultante média, para entender essa situação:

$$F_{\text{Resultante Média}} = F_{RM} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$\Delta Q = F_r \cdot \Delta t$$

$$\Delta Q_t = \Delta Q_e$$

$$\downarrow F_r \cdot \uparrow \Delta t_t = F_{rc} \cdot \Delta t_c = I$$

Notamos que ao aumentarmos o tempo de colisão diminuimos a força por isso o ovo não quebra.

Com isso, concluímos que a **força média** sobre o ovo é muito menor no pano do que na cerâmica, evitando que ele se quebre.

Portanto, definimos agora o impulso como sendo uma grandeza que relaciona força resultante média e variação de tempo como:

$$I = F \cdot \Delta t$$

Nesse momento falamos do exemplo do airbag para ilustrar um pouco a utilidade dessa teoria.

“Atualmente, a indústria automobilística está sendo forçada por medidas reguladoras dos governos a adotar mecanismos de segurança que possam proteger de forma mais adequada os passageiros dos veículos em casos de colisão. Para tanto os airbags em breve serão utensílios obrigatórios em todos os veículos. A ideia central do airbag é aumentar o tempo de desaceleração do ocupante durante a colisão. Como o cheque é amortecido, temos uma colisão com intervalo de tempo consideravelmente maior comparada com uma colisão se o airbag. Assim, uma força (média) de intensidade menor produziria a mesma variação da quantidade de movimento, de acordo com o teorema do impulso. Com a diminuição da força pelo airbag insuflado, muitos danos aos ocupantes dos veículos podem ser evitados, além de reduzir consideravelmente os riscos de ferimentos na cabeça e no tórax, amortecendo o seu movimento contra o volante e o painel do automóvel ou contra as laterais do veículo”.

Outros exemplos onde podemos utilizar o conceito de impulso para explicar o fenômeno:

- Jogadores de basquete e vôlei utilizam tênis apropriados para amortecer sua queda durante os saltos que ocorrem em uma partida. Ou seja, o tênis funciona como uma mola que se comprime quando o pé entra em contato com o chão. Com isso, aumenta-se o tempo da “colisão” e diminui-se a força média no corpo do atleta, diminuindo a possibilidade de lesão.

- Em uma arma a explosão da pólvora exerce uma grande força em um curto intervalo de tempo. Com isso, o projétil é disparado em altíssima velocidade.

Uma vez definido impulso como sendo a variação da quantidade de movimento. E citado alguns exemplos, podemos entrar com alguns exercícios em folha separada para uma melhor compreensão da matéria pelos dos alunos.

Exercícios

1) Qual a quantidade de movimento de um corpo que possui massa de 45kg e velocidade de 10m/s?

2) Um jogador de basquete de 80 kg de massa pula a uma altura de 1,8 metros de altura para encostar uma bola. Após descer entra em contato com o solo e leva 0,04 segundos para entrar em equilíbrio. Qual a intensidade da força média, em Newtons, que atuou sobre a bola durante a colisão?

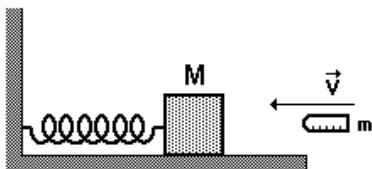
dado: $g = 10\text{m/s}^2$.

3) Um corpo de massa $m=20\text{kg}$, deslocando-se sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, sofre o impulso de uma força, $I=60\text{N.s}$, no sentido do seu movimento, no instante em que a velocidade do corpo era $V^3=5,0\text{m/s}$. Sabendo-se ainda que a aceleração média sofrida pelo corpo durante a atuação da força foi de 300m/s^2 , calcule:

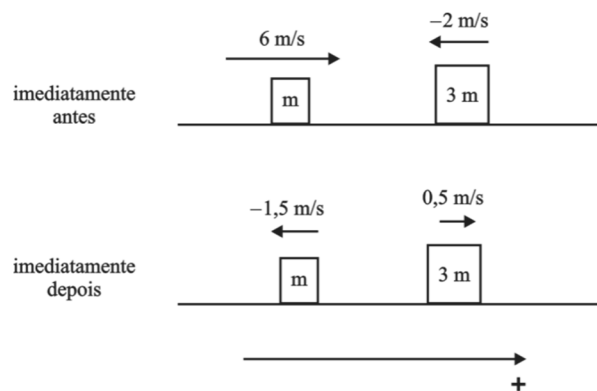
- a) a velocidade final do corpo;
- b) o tempo de atuação da força;
- c) o valor médio da força.

4) Um bloco de massa $M=9,5\text{ kg}$ se encontra em repouso sobre um plano horizontal liso, preso a uma mola horizontal de constante elástica $K=1000\text{N/m}$. Uma bala de massa $m=0,5\text{kg}$ é disparada, atingindo o bloco com velocidade $v=200\text{m/s}$, permanecendo no interior do mesmo. A amplitude do movimento harmônico simples resultante é:

- a) 0,25 m
- b) 0,50 m
- c) 1,0 m
- d) 2,0 m
- e) 3,0 m



5) Dois blocos de massas m e $3m$ colidem frontalmente sobre uma superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa. As figuras mostram dois instantes imediatamente antes e imediatamente depois da colisão.



Pode-se afirmar que nesse processo

- a) houve conservação da quantidade de movimento e da energia cinética do sistema.
- b) houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema diminuiu.
- c) houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema aumentou.
- d) não houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema diminuiu.
- e) não houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema aumentou.

Aulas 5 e 6

Colisões

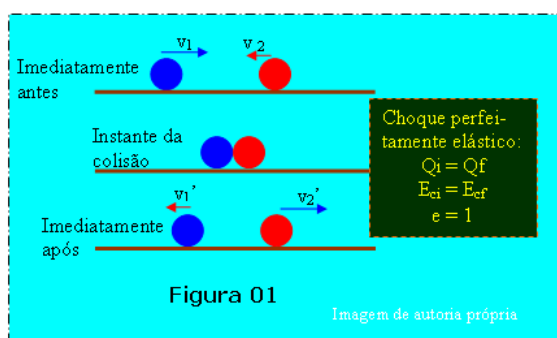
Infelizmente, uma cena comum na nossa sociedade é o crime cometido com arma de fogo. Considere uma situação de uma pessoa dentro de uma sala que leva um tiro e morre. Os peritos da polícia devem iniciar uma investigação para tentar descobrir como o crime ocorreu e quem o praticou. Como os conceitos dos conceitos de Física poderiam ajuda-lo?

Vamos retornar o conceito de variação de quantidade de movimento:

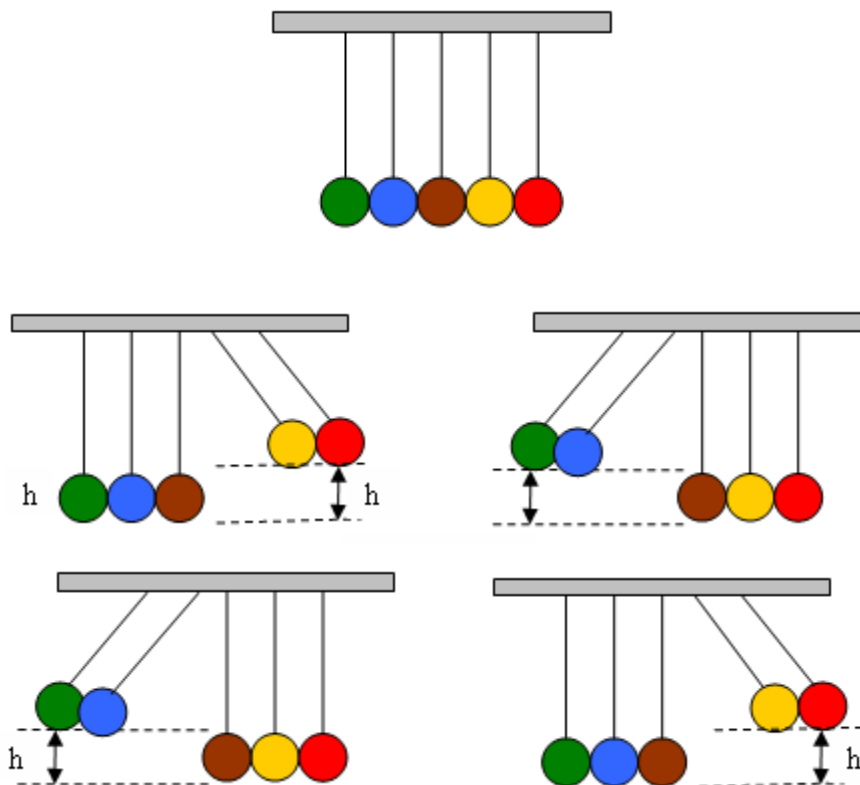
$$F_r = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad \Delta Q = F_r \Delta t$$

Explorando um pouco mais este conceito de variação de Quantidade de Movimento, é possível perceber que:

Se um corpo está em movimento, e portanto possui quantidade de movimento diferente de zero, e se choca (ou colide) contra outro corpo, ele produz uma força no mesmo. Se conhecermos a quantidade de movimento e o tempo de interação, é possível calcular a força média atuando durante o choque.



Por outro lado, se um corpo está parado, sua quantidade de movimento é zero. Se outro corpo aplicar nele uma força durante um certo intervalo de tempo, sua quantidade de movimento irá variar.



Considerarei essas figuras pois eles viram na visita que fizeram a UFES naquela semana da física. Vou usar das observações deles para introduzir a matéria, uma vez que eles já têm conhecimento prévio adquirido na UFES.

Estas duas situações hipotéticas servem para nos mostrar que:

- ✓ Variação da quantidade de movimento de um corpo (em um certo intervalo de tempo) implica uma força aplicada em algum outro corpo;
- ✓ Aplicação de força de um corpo sobre o outro (em um certo intervalo de tempo), implica variação da quantidade de movimento.

Portanto fim, podemos também entender que:

Se a soma de forças externas (provocadas por outros corpos) que atuam em um corpo são nulas, a quantidade de movimento deste corpo não irá variar.

Considere novamente um choque entre dois corpos A e B, por exemplo uma bala (corpo A) atingindo um bloco de madeira (corpo B) que está pendurado por um fio e pode oscilar. Outro resultado que pode ser provado, quando a soma de forças externas que atuam nos dois corpos que se chocam é nula, é que a diminuição na quantidade de movimento sofrida pelo corpo A é numericamente igual ao aumento da quantidade de movimento do corpo B. Portanto:

Em um sistema de corpos em que a soma de forças externas é nula, a quantidade de movimento total dos corpos se mantém constante.

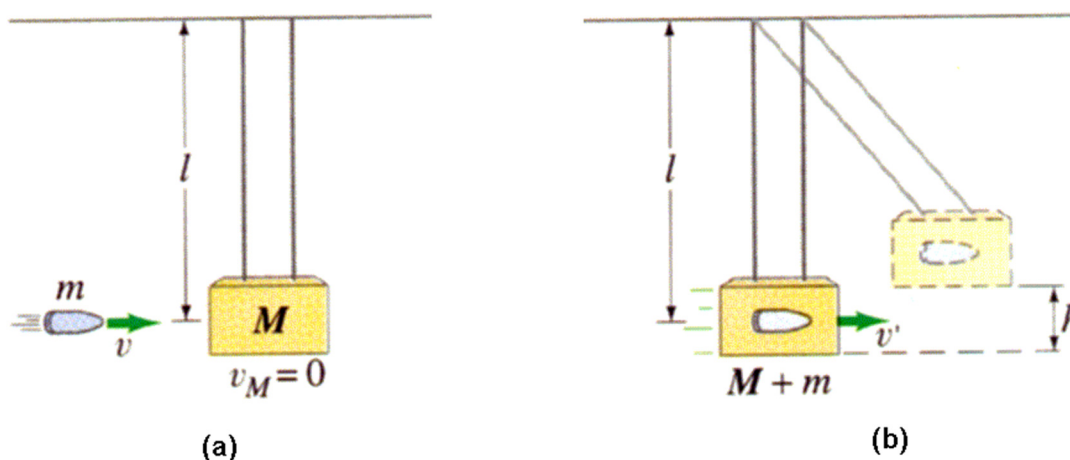
$$\text{Se } \vec{F}_r = 0 \quad \text{então} \quad \Delta Q = \text{constante}$$

No caso de uma bala atingindo um bloco, isso é aproximadamente verdade, pois a soma de forças externas, que neste caso é a força peso exercida pela terra sobre a bala, não é zero durante a colisão. Mas ela é tão pequena frente à força de interação entre a bala e o bloco, que não provoca mudança significativa na quantidade de movimento total do sistema bala + bloco de madeira.

Como isso pode nos ajudar a responder a questão inicial dos peritos da polícia?

Vamos considerar que o sistema bala + bloco obedece a condição de soma de forças externas atuando no mesmo ser igual a zero. O bloco inicialmente está parado e a bala o atinge. A quantidade de movimento da bala imediatamente antes da colisão é dada por:

$$Q_{\text{inicial}} = m_{\text{bala}} \vec{v}_{\text{inicial bala}}$$



Imediatamente depois da colisão, temos a bala incrustada no bloco (que agora está em movimento) e a quantidade de movimento será dada por:

$$Q_{\text{final}} = (m_{\text{bala}} + m_{\text{bloco}}) \vec{v}_{\text{final bala+bloco}}$$

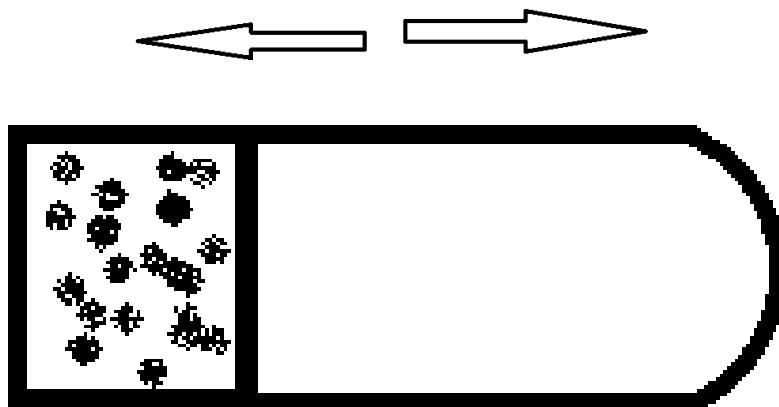
Como $Q_{\text{final}} = Q_{\text{inicial}}$, conhecendo a velocidade do sistema bala+bloco, é possível saber a velocidade inicial da bala. Com isso, podemos responder algumas perguntas:

Se conhecemos o tipo de arma, é possível saber a velocidade que a bala deveria ter logo ao sair do cano da mesma. Se a velocidade da bala calculada com este método for muito menor que ela deveria ter, significa que o atirador estava distante do alvo. Esse tipo de resultado, em uma investigação, já é uma primeira pista para a perícia criminal.

Como podemos conhecer a velocidade do sistema bala + bloco após a colisão? Medindo a altura máxima que o bloco vai atingir. Por conservação de energia mecânica, é possível determinar tal velocidade, e consequentemente, a velocidade da bala imediatamente antes da colisão.

Para ilustrar melhor, dando um exemplo de algo mais prático para os alunos podemos citar outro exemplo:

Um outro exemplo de conservação da quantidade de movimento pode ser:



Imagine novamente um disparo a explosão da pólvora contida na bala exerce uma força muito grande em um intervalo de tempo muito pequeno causando com isso uma variação de quantidade de movimento relativamente alta na bala, fazendo com que ela saia da arma com altíssima velocidade.

Mas sabemos que quando uma arma dispara a pessoa que a segura leva um coice, ou seja, é arremessada para trás com uma certa violência. Por que isso acontece? Passa vídeo de disparo de arma para exemplificar ;

<https://www.youtube.com/watch?v=BtJ5-HtmWbg>.

Discute-se o vídeo com os alunos explicando o porque do coice da arma.

Testes conceituais

1) Quando uma pessoa dispara uma arma vemos que ela sofre um pequeno recuo. A explicação para tal fenômeno é dada:

- a) pela conservação da energia, pois suas velocidades se conservam.
- b) pela conservação da massa, pois as massas não variam durante o disparo.
- c) pela conservação da quantidade de movimento do sistema, pois podemos considerar o fenômeno como um sistema isolado.
- d) pelo teorema do impulso, pois a bala disparada exerce uma grande força contrária ao disparo.
- e) pelo teorema da energia cinética, pois as energias se conservam devido a ausência de forças de atrito.

2) Um disco de massa MA desloca-se sobre uma superfície horizontal, sem atrito, com velocidade VA e atinge frontalmente um outro disco de massa MB , em repouso, em uma colisão perfeitamente elástica.

As velocidades dos discos, após essa colisão, podem ser determinadas, ao se considerar a

- a) energia cinética antes e depois do choque de ambos.
- b) conservação da energia cinética e da quantidade de movimento dos discos.

- c) conservação de energia cinética e da quantidade de movimento de um dos discos.
- d) quantidade de movimento antes e depois do choque de cada corpo isoladamente.

Aproveitando o ensejo, vamos observar uma aplicação da quantidade de movimento.

A artilharia é constituída de diversas peças que disparam projéteis de tamanhos distintos a distâncias variáveis. De acordo com o objetivo, podem ser utilizadas para neutralizar ataques ou para provoca-los. As peças com maior poder de destruição, ou que lançam projéteis a distâncias de maior alcance, constituem a artilharia pesada, como um tanque de canhão, cujos projéteis percorrem grandes distâncias e atingem seus alvos com precisão. Nesses lançamentos de projéteis, uma explosão imprime a mesma quantidade de movimento ao projétil e ao tanque.

Depois desse momento posso aplicar um teste conceitual do tipo:



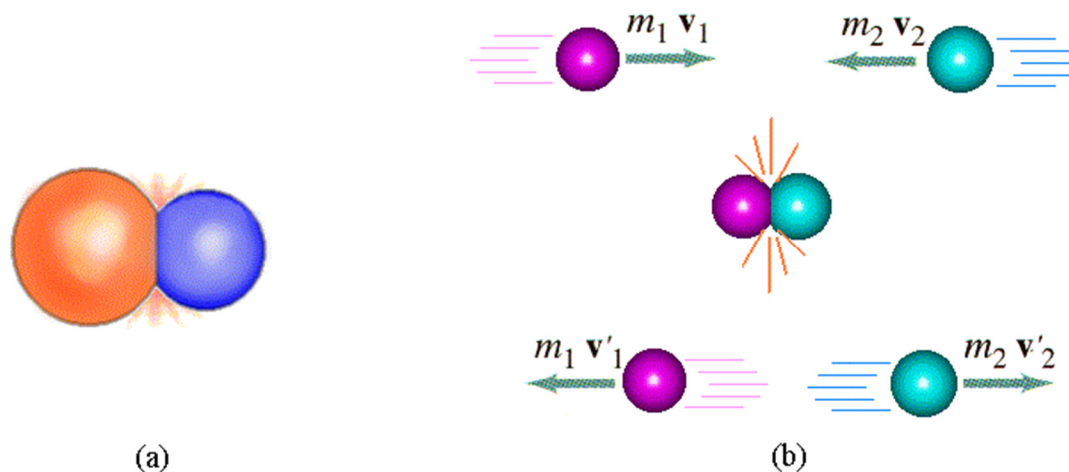
Como podemos ver em filmes, tanques de guerra disparam seus projéteis a grandes distancias sofrendo com isso um pequeno recuo. O que permite esse disparo tão longe e por que do recuo?

- a) A massa do tanque de guerra, pois sua quantidade de movimento é muito maior que a do projétil.
- b) A massa do tanque de guerra, pois o sistema projétil-tanque pode ser considerado um sistema isolado e por isso há uma conservação da quantidade de movimento.
- c) Impulso da bala é muito grande devido a sua massa ser muito pequena.
- d) A massa da bala é grande e sua quantidade de movimento é maior que a do tanque de guerra.

Aula 7

Começamos por discutir uma situação hipotética:

Vamos imaginar a colisão de duas bolas de sinuca



Imagine ainda que elas deslizem em uma superfície em que o atrito é tão pequeno que pode ser desprezado. Sabemos que nessa situação as únicas forças atuantes seriam as internas e por isso teríamos a conservação de energia e a conservação de quantidade de movimento como já foi visto anteriormente.

Como podemos ver no exemplo acima, houve a utilização do conceito de energia. E as transformações de energia resultante do sistema pode ser parcial ou total. Para facilitar a análise do choque vamos definir coeficiente de restituição, que caracteriza as propriedades dos corpos.

Na colisão unidimensional entre duas bolas de sinuca: antes da colisão elas se aproximam com velocidade de aproximação (v_{ap}). Depois da colisão elas estão se afastando uma da outra com uma velocidade de afastamento (v_{af}), ou vão juntas com uma velocidade única.

Para entendermos esse fenômeno vamos ter que entrar com uma outra grandeza chamada de coeficiente de restituição, que não é nada mais que uma grandeza que mede a razão entre as velocidades relativas de afastamento após um choque e de aproximação, antes do choque. Nos choques inelásticos, como os corpos se movem juntos após o choque, o **coeficiente de restituição** é nulo, e reflete a perda máxima de energia durante o choque.

O coeficiente de restituição é dado pela expressão:

$$e = \frac{v_{af}}{v_{ap}}$$

O coeficiente de restituição só pode assumir valores entre 0 e 1. E também é adimensional.

O exemplo citado é apenas um tipo de colisão. As colisões são divididas em três tipos:

1º) Colisão perfeitamente elástica

Nessa colisão temos a conservação da energia cinética, sendo as velocidades de aproximação e afastamento iguais. Nesse caso o coeficiente de restituição é igual a 1.

2º) Colisão parcialmente elástica

Esse é um tipo de colisão em que ocorre perda parcial da energia cinética. Isso provoca a redução na velocidade relativa de afastamento, quando comparada com a velocidade de aproximação. Por isso o coeficiente de restituição varia entre 0 e 1.

3º) Colisão inelástica

Nesse terceiro tipo de colisão, os corpos após o contato permanecem juntos, o que gera perda máxima da energia cinética, pois eles sofrem deformações definitivas. Como foi o caso do exemplo citado acima. Mas como o sistema é isolado há a conservação da quantidade de movimento. E o coeficiente de restituição é igual à zero.

Podemos nesse momento acrescentar um teste conceitual.

1) Um ônibus urbano, trafegando por uma avenida plana de Goiânia, colide na parte traseira de um carro que se encontra parado em um semáforo. Nesta situação, v_0 e v_f são, respectivamente, as velocidades escalares finais do ônibus e do carro, imediatamente após o choque.

Sendo as quantidades de movimento do sistema Q_{ini} antes do choque e Q_m , imediatamente após o choque, tem-se:

a) $V_o = V_f$ e $Q_{ini} > Q_{fin}$

b) $V_o > V_f$ e $Q_{ini} = Q_{fin}$

c) $V_o = V_f$ e $Q_{ini} < Q_{fin}$

d) $V_o > V_f$ e $Q_{ini} > Q_{fin}$

e) $V_o < V_f$ e $Q_{ini} = Q_{fin}$

2) Uma partícula move-se com velocidade uniforme V ao longo de uma reta e choca-se unidimensionalmente com outra partícula idêntica, inicialmente em repouso. Considerando o choque elástico e desprezando atritos, podemos afirmar que, após o choque:

a) as duas partículas movem-se no mesmo sentido com velocidades iguais a $V/2$;

b) as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades $-V$ e $+V$;

c) a partícula incidente reverte o sentido do seu movimento, permanecendo a outra em repouso;

d) a partícula incidente fica em repouso e a outra move-se com velocidade V ;

e) as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades $-V$ e $2V$.

3) Uma partícula se move com velocidade uniforme V ao longo de uma reta e choca-se frontalmente com outra partícula idêntica, inicialmente em repouso. Considerando o choque elástico e desprezando atritos, podemos afirmar que, após o choque:

a) as duas partículas movem-se no mesmo sentido com velocidade $V/2$.

b) as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades $-V$ e $+V$.

- c) a partícula incidente reverte o sentido do seu movimento, permanecendo a outra em repouso.
- d) a partícula incidente fica em repouso e a outra se move com velocidade v .
- e) as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades $-v$ e $2v$.

Exercícios

1) A condição de validade do princípio da conservação da quantidade de movimento linear de um sistema de partículas é que:

- A) a energia cinética de cada partícula deve permanecer inalterada;
- B) as partículas do sistema não podem interagir umas com as outras;
- C) a soma das forças externas sobre o sistema deve ser nula;
- D) a velocidade de cada partícula deve permanecer inalterada;
- E) o centro de massa do sistema deve permanecer em repouso em relação ao observador.

2) Uma nave que necessita mudar sua aceleração lança matéria resultante da queima do seu combustível no sentido oposto a sua aceleração desejada. Essa situação é melhor descrita pelo princípio da conservação da:

- A) energia mecânica;
- B) energia cinética;
- C) energia potencial;
- D) quantidade de movimento;
- E) potência consumida

3) Quando duas forças de mesma direção e módulos diferentes atuam sobre um corpo de massa constante, esse corpo necessariamente está:

- A) iniciando seu movimento;
- B) em movimento retilíneo uniforme;
- C) diminuindo sua velocidade;
- D) em movimento, com a velocidade no mesmo sentido da força resultante;
- E) apresentando uma variação na sua quantidade de movimento linear.

4) Uma partícula, movendo-se com velocidade v , colide contra um obstáculo parado. O módulo da variação da quantidade de movimento experimentada por essa partícula será maior quando ela, após a colisão:

- A) permanecer presa ao obstáculo, ambos parados;
- B) retornar com a velocidade v ;
- C) continuar movendo-se com velocidade $v/2$;

D) continuar movendo-se com velocidade aproximadamente igual a v ;

E) ficar parada, passando o obstáculo a mover-se com velocidade v .

5) Considere as afirmativas abaixo como falsas ou verdadeiras. Justifique as verdadeiras e corrija as falsas:

I - Se a resultante das forças que atuam sobre uma partícula for diferente de zero e constante, sua trajetória não poderá ser curvilínea.

II - Se a resultante das forças que atuam sobre uma partícula for diferente de zero e constante, sua velocidade é diferente de zero e constante.

III - Se a resultante das forças que atuam sobre uma partícula for diferente de zero e constante, o trabalho por ela realizado é diferente de zero e positivo.

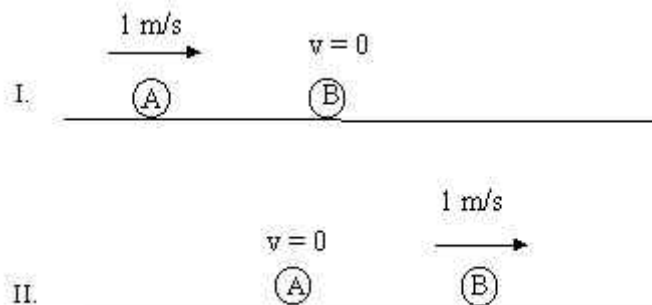
IV - Se a resultante das forças que atuam sobre uma partícula for diferente de zero e constante, durante um intervalo de tempo Δt , a quantidade de movimento da partícula é constante e diferente de zero.

6) Um patinador de 80kg de massa está parado sobre um plano horizontal, segurando em uma das mãos um objeto de 5,0kg de massa. Em dado instante, ele joga o objeto para a sua

frente com velocidade horizontal de 16m/s . Sendo desprezíveis as forças de atrito sobre o patinador, pode-se afirmar que o mesmo:

- a. permanece imóvel.
- b. desloca-se para frente com velocidade de $1,0\text{m/s}$.
- c. desloca-se para trás com velocidade de $1,0\text{m/s}$.
- d. desloca-se para frente com velocidade de $8,0\text{m/s}$.
- e. desloca-se para trás com velocidade de 16m/s

7) A figura abaixo mostra duas bolas, imediatamente antes (figura I) e imediatamente após (figura II) uma colisão. Elas se movem sobre um plano horizontal, de atrito desprezível.



Todas as afirmativas sobre o fenômeno são verdadeiras, EXCETO:

- a. A quantidade de movimento se conservou.
- b. A energia cinética se conservou.
- c. A massa da bola A é muito maior que a massa da bola B.
- d. A colisão mostrada é elástica.

Não há aumento de temperatura em qualquer parte do sistema.

APÊNDICE 2 – Prova utilizada como avaliaçãoColégio **linus**

Aluno (a): _____

Turma: 1º Ano

Data: 29 /11/ 16

Nota

Professor(a): Alexandre

Trimestre: 3º

Mínimo: 6,6 Pontos

Valor: 11,0 Pontos

Avaliação Trimestral de Física

Assinatura do responsável: _____ Data: 17/08/2016

Competência(s): Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos; Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Instruções:

- ⇒ Utilize lápis preto, inclusive nas respostas.
- ⇒ Leia atentamente as questões antes de respondê-las.
- ⇒ Rasuras e uso de corretivo não serão permitidos.
- ⇒ Revise sua prova antes de entregá-la.
- ⇒ Apresente seus cálculos como justificativa em todas as questões numéricas.

Olimpiada:**Esporte e Educação.***Boa Prova!***1ª Questão:** Valor: (1,0 Ponto)

Um projétil de massa 100 g é disparado com velocidade de 80 m/s. A quantidade de movimento e a energia cinética desse projétil, em unidades do S.I, valem, respectivamente:

- a) 8,0 e $3,2 \times 10^2$
- b) 8,0 e $6,4 \times 10^2$
- c) $8,0 \times 10^2$ e $3,2 \times 10^4$
- d) $8,0 \times 10^3$ e $3,2 \times 10^5$
- e) $8,0 \times 10^3$ e $6,4 \times 10^5$

2ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Um carrinho de massa 500 g inicia um movimento, a partir do repouso, sob ação de uma força resultante de 0,20 N que atua durante 10 s. Ao fim desse movimento, qual é a quantidade de movimento desse carrinho?

3ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Um carrinho de massa igual a 1,5 kg está em movimento retilíneo com velocidade de 2,0 m/s quando fica submetido a uma força resultante de intensidade 4,0 N, na mesma direção e sentido do movimento,

durante 6 s. Ao fim dos 6 s, a quantidade de movimento e a velocidade do carrinho têm valores, em unidades do SI, respectivamente, iguais a:

- a) 27 e 18.
- b) 24 e 18.
- c) 18 e 16.
- d) 6 e 16.
- e) 3 e 16.

4ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Num local onde a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 , um corpo de $2,0 \text{ kg}$ desce, em queda livre, 80 m em $4,0 \text{ s}$. Nesse intervalo de tempo, o módulo da variação da quantidade de movimento e a variação da energia potencial gravitacional do corpo são, em unidades do S.I., respectivamente, iguais a:

- a) 80 e 160.
- b) 80 e 1600.
- c) 160 e 800.
- d) 320 e 3200.
- e) 800 e 1600.

5ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Um feixe de balas, cada uma de massa m igual a $3,8 \text{ g}$, é disparado com velocidade v de 1100 m/s contra um bloco de madeira, de massa M igual a 12 kg , que está inicialmente em repouso sobre uma mesa horizontal (figura abaixo). Se o bloco pode deslizar sem atrito sobre a mesa, que velocidade terá após ter absorvido 15 balas?

(dica: considere uma alta taxa de tiro, de modo que as balas são lançadas antes que a primeira bala atinja o bloco).



6ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Um bloco de massa $M=9,5 \text{ kg}$ se encontra em repouso sobre um plano horizontal liso, preso a uma mola horizontal de constante elástica $K=1000 \text{ N/m}$. Uma bala de massa $m=0,5 \text{ kg}$ é disparada, atingindo o bloco com velocidade $v=200 \text{ m/s}$, permanecendo no interior do mesmo. A amplitude do movimento harmônico simples resultante é:

- a) $0,25 \text{ m}$
- b) $0,50 \text{ m}$
- c) $1,0 \text{ m}$
- d) $2,0 \text{ m}$
- e) $3,0 \text{ m}$

7ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

"Com um forte chute, um jogador desperdiça um pênalti: a bola bate na trave e retorna no sentido oposto. A torcida chegou a ouvir o som do impacto da bola contra a trave."

Com base no texto anterior, podemos afirmar que, no choque da bola contra a trave:

- a) a quantidade de movimento da bola se conservou.
- b) a quantidade de movimento da bola aumentou.
- c) a energia mecânica da bola se conservou.
- d) parte da energia mecânica da bola foi dissipada.
- e) a soma da quantidade de movimento com a energia mecânica da bola permaneceu constante.

8ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Uma partícula de massa m e velocidade v colide com outra de massa $3m$ inicialmente em repouso. Após a colisão elas permanecem juntas movendo-se com velocidade V . Então:

- a) $V = 0$
- b) $V = v$
- c) $2V = v$
- d) $3V = v$
- e) $4V = v$

9ª Questão: Valor: (1,0 Ponto)

Um corpo A de 2 kg que se movimenta sobre uma superfície horizontal sem atrito, com 8 m/s , choca-se com outro B de mesma massa que se encontra em repouso nessa superfície. Após o choque, os corpos A e B se mantêm juntos com velocidade de:

- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) 6 m/s
- d) 8 m/s
- e) 10 m/s

10ª Questão: Valor: (2,0 Ponto)

Duas bolas de bilhar colidiram de forma completamente elástica. Então, em relação à situação anterior à colisão

- a) suas energias cinéticas individuais permanecem iguais.
- b) suas quantidades de movimento individuais permanecem iguais.
- c) a energia cinética total e a quantidade de movimento total do sistema permaneceram iguais.
- d) as bolas de bilhar se movem, ambas, com a mesma velocidade final.
- e) apenas a quantidade de movimento total permanece igual.

Boa prova!

APÊNDICE 3 – Questionário de opiniões dos alunos

Caro aluno, estou interessado em saber sua **opinião** sincera sobre as questões abaixo. Por isso, não existem respostas certas ou erradas.

Pergunta 01 - Com relação às aulas sobre o assunto de **Quantidade de Movimento**, gostaria de saber do que você **MAIS gostou** e porquê?

O que eu mais gostei foi...

Devido a ...

Pergunta 02 - Com relação às aulas sobre o assunto de **Quantidade de Movimento**, gostaria de saber agora do que você **MENOS gostou** e porquê?

O que eu menos gostei foi...

Devido a ...

Pergunta 03 - Você viu algum tipo de utilidade em estudar este assunto de **Quantidade de Movimento**?

☐

Sim

☐

Não

Caso tenha respondido SIM, você poderia me citar algumas? Use o espaço abaixo.

Caso tenha respondido NÃO, você poderia dizer porquê? Use o espaço abaixo.

Pergunta 04 – Me fale um pouco sobre a atividade de construção do foguete:

Qual foi sua motivação para fazer esta atividade?

Quais dificuldades encontrou?

Quanto tempo foi necessário para fazer este experimento?

No geral, o que você achou desta atividade?

Agradeço pelas suas respostas.

APÊNDICE 4 - Opiniões dos Estudantes

	Pergunta 1: Com relação às aulas sobre o assunto de Quantidade de Movimento, gostaria de saber do que você mais gostou e porquê?		Pergunta 2: Com relação às aulas sobre o assunto de Quantidade de Movimento, gostaria de saber agora do que você menos gostou e porquê?		Pergunta 3: Você viu algum tipo de utilidade em estudar este assunto de Quantidade de Movimento?		Pergunta 4: Me fale um pouco sobre a atividade de construção do foguete.			
	Gostei	Porque	Menos gostei	Porque	Sim	Não	Qual foi sua motivação para fazer esta atividade?	Quais dificuldades encontrou?	Quanto tempo foi necessário para fazer este experimento?	No geral, o que você achou desta atividade?
Aluno 1	Foram as aulas dinâmicas.	Ser um jeito diferente e até mais fácil de se entender o conteúdo.	Não achei nenhum incomodo ter aulas diferentes.	-----	Conhecimento o nunca é demais.	-----	Entender um pouco mais sobre física e os pontos extras.	O tempo estava muito ruim, quando tentamos fazer-lo voar e se levou muita dedicação.	Dois dias.	Difícil porém o resultado final valeu a pena.
Aluno 2	Das interações entre aluno e professor.	Você perguntou mais para nós.	Que o PC da escola é uma bosta e atrapalhou a porra da matéria.	Não comprarem um novo.	Agora eu sei o motivo do ovo não quebrar na sua jaqueta Alexandre.	-----	É maneiro ver foguetes voando.	Fazer ele voar.	Dois dias.	Muito legal, o Douglas se sujou e eu ri pacas.
Aluno 3	As interações entre alunos e professor.	As perguntas do professor ao aluno.	Gostei de todas as aulas.	-----	Agora eu entendo mais a matéria.	-----	Entender um pouco mais sobre o assunto.	A falta de materiais e ao tempo ruim.	Dois dias.	Difícil, porém o resultado final valeu a pena.
Aluno 4	O exemplo da bola de vôlei.	Ser algo que é do dia a dia.	-----	-----	Com ela podemos assimilar situações do cotidiano.	-----	Os pontos e ter a satisfação de ver o foguete subir.	De fazer a base, mas no final deu tudo certo.	Para a construção dois dias.	Foi uma boa experiência.
Aluno 5	Além do professor, a matéria juntamente com a explicação diferenciada e bem visual.	-----	-----	-----	Em ações do cotidiano.	-----	Pontos	Nenhuma	30 min.	Bem legal.
Aluno 6	A explicação foi muito boa.	-----	Gostei de tudo não tem do que reclamar.	-----	Devido a aula diferente me motivou a estudar e tomou minha atenção totalmente.	-----	Os pontos, e ver o foguete subir.	De monta-lo	10 min	Aula ao ar livre.
Aluno 7										
Aluno 8	Aprender sobre foguetes e a utilidade do airbag.	Poderei usar esse conhecimento no dia a dia.	-----	-----	Airbag.	-----	Não sei.	Nenhuma.	Alguns minutos.	Foi uma atividade legal.
Aluno 9	O que mais gostei foi a experiência do foguete.	Pois foi uma aula diferenciada e mais legal que as outras.	Um pouco das contas que teve, é essencial ter mas foi o que menos gostei.	Devido a dificuldade que sinto ao fazer.	Eu aprendi que o motivo dos “estragos” em batidas de carros ocorre por causa disso.	-----	Em partes ganhar pontos extras que ajudou muito, e um pouco a experiência que teve.	No início um pouco para fazer o foguete subir.	Demorei mais ou menos uns dois dias.	Foi a melhor e mais interessante do ano.
Aluno 10	Bate estaca.	Foi legal.	Cartão.	Não consigo escolher qual levantar.	-----	-----	Não fiz a atividades.			
Aluno 11	Bate estaca.	-----	Cartão de cores e alternativas.	Não consegui escolher.	-----	-----	Ver o foguete subir.	Com que o vinagre e o bicarbonato agem.	No mesmo momento.	Legal.
Aluno 12	O que eu mais gostei foi a utilização de aulas práticas, onde o professor trouxe instrumento para demonstrar a quantidade de movimento.	O que falei acima.	Adorei tudo, é mais legal!	Tudo	Queria citar algumas coisas mas esqueci, porém adorei as aulas.		Porque queria ficar em primeiro lugar.	O foguete não saiu do lugar.	5 minutos.	Muito bom.
Aluno 13	A construção do foguete.	Aos pontos extras.	Que já acabou a matéria.	Eu acho que é mais fácil do que hidrostática.	Dúvidas sobre o avião, porque ele plana no ar.	-----	Ponto extra.	Fazer o foguete voar.	Um dia.	Bem boa, poderia ser repetida.

Aluno 14	Foguete.	Porque a experiência foi mona.	Eu gostei de tudo.	Tudo foi legal.	Mais conhecimento de física.	----- -----	Ponto grátis e pela diversão.	Meu foguete não voou.	Um dia.	Foi divertido e interativo.
Aluno 15	A montagem dos foguetes.	Foi divertido e prazeroso.	Nada. A matéria foi bem lega.	----- -----	Mais conhecimento .	----- -----	Achei a proposta interessante.	O foguete não voava.	Um dia. Devido a vários testes realizados.	Bem interessant e e legal.
Aluno 16	Bate estaca.	-----	Cartão colorido com alternativas.	Fico na dúvida.	----- -----	----- -----	Ver o foguete subir.	O jeito que o vinagre e o bicarbonato agem.	Mesmo momento.	O máximo.
Aluno 17	Ver a aula do foguete.	A gente ter feito ele.	Nada.	Nada.	Aprendi que tudo que posso fazer tem a ver com quantidade de movimento.	----- -----	Para ver ele voar.	Ele voar.	Uma tarde.	Nada.
Aluno 18	Foi a demonstração do bate estaca.	Pois ver que a diferença do peso e a altura quando batia no prego.	Gostei de tudo, ótima explicação.	----- -----	Mais conhecimento , aula diferenciada.	----- -----	----- --	Ele subir.	Cinco minutos.	Muito legal, poderia ter mais vezes.