

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Instituto de Física

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Delilian Gonçalves Fogliatto

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Física da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial da obtenção do
título de Licenciado em Física.

Orientador: Ives Solano Araujo

Porto Alegre

2014/1

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Fundamentação Teórica.....	2
2.1. Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	3
2.2. Peer Instruction – Instrução pelos Colegas (IpC).....	4
3. Observações e Monitoria.....	6
3.1. Caracterização da Escola.....	6
3.2. Caracterização das turmas.....	7
3.3. Caracterização do tipo de ensino.....	8
3.5. Relato das observações e Monitorias.....	9
3.5.1. Observação 1.....	9
3.5.2. Observação 2.....	11
3.5.3. Observação 3.....	13
3.5.4. Observação 4.....	16
3.5.5. Observação 5.....	17
3.5.6. Observação 6.....	18
3.5.7. Observação 7.....	19
3.5.8. Observação 8.....	20
3.5.9. Observação 9.....	22
3.5.10. Observação 10.....	23
3.5.11. Observação 11.....	24
3.5.12. Observação 12.....	26
3.5.13. Observação 13.....	28
3.5.14. Observação 14.....	29
3.5.15. Monitoria na turma 91.....	30
4. Planejamento e Regência.....	31
4.1. PLANO DE AULA (1 e 2).....	31
4.1.1. Relato de regência Aula 1 e 2.....	32
4.2. PLANO DE AULA (3 e 4).....	34
4.2.1. Relato de regência Aula 3 e 4.....	35
4.3. PLANO DE AULA (5 e 6).....	37
4.3.1. Relato de regência Aula 5 e 6.....	38
4.4. PLANO DE AULA (7 e 8).....	39
4.4.1. Relato de regência Aula 7 e 8.....	40
4.5. PLANO DE AULA (9 e 10).....	41
4.5.1. Relato de regência Aula 9 e 10.....	42
4.6. PLANO DE AULA (11 e 12).....	43
4.6.1. Relato de regência Aula 11 e 12.....	43
4.7. PLANO DE AULA (13 e 14).....	44
4.7.1. Relato de regência aula 13 e 14.....	45
5. Conclusão.....	46
6. Referências.....	49
APÊNDICE 1 – Questionário sobre as Intenções da Física.....	50
APÊNDICE 2 – Lista de Exercícios 1.....	51
APÊNDICE 3 – Slides da primeira Aula.....	53
APÊNDICE 4 – Lista de Exercícios 2.....	56
APÊNDICE 5 – Tabela de Momento de Inércia Rotacional.....	58
APÊNDICE 6 – Lista de Exercícios 3.....	59
APÊNDICE 7 – Roteiro de Experimento – Os Giros Também se Conservam.....	61
APÊNDICE 8 – Lista de Exercícios 4.....	64
APÊNDICE 9 – Questões para IpC.....	66

APÊNDICE 10 – Roteiro do Simulador Phet-Rotação da Joanhina.....	72
APÊNDICE 11 – Avaliação.....	76
APÊNDICE 12 – Cronograma de Regência.....	78
ANEXO 1 – Atividade de Laboratório – Torque.....	80

1. Introdução

Este trabalho relata o meu período de estágio supervisionado, disciplina obrigatória para a conclusão do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Consiste em três etapas: a observação da rotina escolar e monitoria, o planejamento das aulas e a regência.

Meu estágio foi em uma turma de primeiro ano do ensino médio. A escola onde realizei o estágio foi o Colégio de Aplicação UFRGS, situado no campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 9500, em Porto Alegre, RS. A escolha dessa escola se deve à proximidade ao campus do Vale, sendo rápido o acesso. Também por eu já conhecer a rotina dessa escola, pois já havia feito 14 horas-aula de observação, um semestre antes, para disciplina de Projetos de Desenvolvimento em Ensino de Física. Nesta escola a perspectiva dos professores em relação ao ensino é diferente das outras escolas públicas, pois eles, os professores, são mais otimistas e entusiastas. Eu considerava relevante realizar o meu estágio em docência com este espírito.

No planejamento, tentamos elaborar aulas com metodologias diversificadas, tentando evitar, sempre que possível, uma abordagem tradicional, ou seja, o professor como ator da aula expondo o conteúdo e os alunos observando passivamente. Para isso, fizemos uso do método *Peer Instruction*, ou Instrução pelos Colegas (IpC), que será explicado com mais detalhes na seção 2.2, além de práticas experimentais em grupos e demonstrações em aula.

Na primeira parte do trabalho, o capítulo 2, é descrita a fundamentação teórica que norteou o planejamento das aulas, bem como as metodologias e estratégias utilizadas no seu desenvolvimento. Foi utilizada a concepção da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza o conhecimento prévio do aluno.

O capítulo 3 trata do relato do período de observação e monitoria, que antecede o período de regência. Nesse capítulo faremos a caracterização da escola, a caracterização dos professores observados e as transcrições das anotações feitas durante as observações das aulas. Foram observadas ao total de 26 horas-aula, ou 26 períodos de aula, em turmas de primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio e da EJA – Educação de Jovens e Adultos.

O capítulo 4, mostra os planos de aula seguidos dos relatos das suas aplicações, os relatos de regência, e as observações sobre as modificações dos planos. Foi necessário fazer modificações *on line*, durante a aplicação dos planos. Ao total, foram 14 horas-aula ou 14 períodos de regência. Os planos e relatos de regência estão elencados na ordem cronológica em que ocorreram, plano de aula seguido do relato de sua aplicação.

Por último, no capítulo 5, faremos uma conclusão sobre a atividade de estágio, as dificuldades encontradas e uma reflexão final.

2. Fundamentação Teórica

O tópico, ou unidade de Física desenvolvida, foi definido durante o período de observação e monitoria, em conjunto com o professor regente da turma (o supervisor do estágio) e os estagiários que assumiriam as outras duas turmas de primeiro ano da escola. Decidimos desenvolver um tópico sobre o movimento de rotação em que abordáramos o conteúdo das variáveis envolvidas no movimento de rotação, a inércia rotacional, a conservação da quantidade de movimento angular e a variação da quantidade de movimento angular, torque. Após definido o assunto e o cronograma das aulas, cada estagiário trabalhou no seu planejamento individualmente. O planejamento e as aulas foram distintos para cada turma.

Tentamos elaborar aulas com dinâmicas e práticas diversificadas, evitando uma abordagem tradicional de ensino em que somente o professor é ator nas aulas, expondo o conteúdo e enchendo o quadro de equações, enquanto os alunos copiam e prestam atenção. No Colégio de Aplicação da UFRGS é utilizado o livro do GREF¹ como livro de apoio aos professores. A abordagem conceitual proposta no livro do GREF é, por si, diferenciada dos demais livros de ensino médio. Nela, o conteúdo de Física é iniciado com o estudo do movimento linear e angular, seguido pela dinâmica e somente no final é abordado o conteúdo de cinemática, com as equações horárias do movimento. As questões propostas no livro do GREF tem maior ênfase na argumentação e aprendizagem conceitual da Física. O livro também traz propostas de atividades experimentais, algumas das quais foram utilizadas nas aulas, como a prática descrita no APÊNDICE 7 – Roteiro de Experimento – Os Giros Também se Conservam. Além do livro do GREF, utilizamos alguns exercícios e práticas propostas no livro *Física Conceitual*, de Paul Hewitt. Assim sendo, não foi difícil cumprir nossas intenções iniciais no planejamento. Nos planos de aula fizemos uso de demonstrações, práticas experimentais em grupo, método IpC e aulas dialogadas.

Os planos de aula foram elaborados após a aplicação de um questionário para medir as intenções da turma sobre a disciplina de Física (ver APÊNDICE 1 – Questionário sobre as Intenções da Física). A aplicação desse questionário facilitou o planejamento, pois foi possível saber previamente o que os alunos esperavam das aulas. Conhecendo suas intenções, nos empenhamos em trazer para as aulas problematizações coerentes com os interesses dos alunos. Esta foi, na minha opinião, a tarefa mais difícil do estágio. Trazer algo do cotidiano dos alunos, que envolvesse os fenômenos físicos que estudaríamos. Apoiei as problematizações no contexto esportivo, visto que uma grande parte demonstrou interesse em esportes. Também trouxe questões sobre o efeito de bola curva numa jogada de futebol, pois seria interessante uma abordagem de Física em uma partida de futebol com a proximidade da Copa do Mundo de 2014².

As observações feitas previamente na turma em que assumiríamos a regência serviram de modo investigativo para saber quais conhecimentos os alunos possuíam, o que eles estavam aprendendo e o que eles precisariam aprender para que pudessemos nortear o planejamento das aulas.

Uma vez que o problema organizacional substantivo (organização dos conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina) está resolvido, a atenção pode ser dirigida aos problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e no arranjo sequencial das unidades componentes. Aqui, hipotetiza-se, vários

1 GREF é um Gupo de Reelaboração do Ensino de Física composto por professores da rede estadual de ensino de São Paulo e coordenados por docentes do Instituto de Física da USP. É possível acessar o material disponibilizado pelo grupo no site <http://www.if.usp.br/gref/>.

2 O meu último dia de regência, o dia da avaliação dos alunos, foi o mesmo dia da abertura da Copa do Mundo da FIFA 2014, com jogo da seleção brasileira. A prova ocorreu pela manhã e o evento de abertura da Copa, no final da tarde.

princípios relativos à programação eficiente do conteúdo são aplicáveis, independente da área de conhecimento (AUSUBEL apud MOREIRA e OSTERMANN, 1999)

Os planos de aula foram elaborados de acordo com a fundamentação teórica da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel, que será feita detalhada na seção a seguir.

2.1. Aprendizagem Significativa de Ausubel

A teoria proposta por David Ausubel tem como conceito principal a aprendizagem significativa.

Para que ocorra uma aprendizagem significativa é necessário que o conceito ensinado interaja significativamente, “faça sentido”, com os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

*O conceito central da teoria de Ausubel é o da **aprendizagem significativa**, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira não-arbitrária e substantiva (não literal), a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA e OSTERMANN, 1999)*

Os “subsunçores” são conhecimentos prévios que ancorarão o novo conhecimento. A aprendizagem significativa ocorrerá a partir da interação dos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do sujeito (os subsunçores) com o conhecimento novo e resultará na assimilação do novo conceito, modificado pelo que já existia.

*Há, pois, um processo de **interação**, através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem. (MOREIRA e OSTERMANN, 1999)*

A aprendizagem significativa se contrapõe com a aprendizagem mecânica, ou automática. Um exemplo de aprendizagem mecânica, no estudo da Física, é a memorização de fórmulas, em que o aluno sabe a fórmula, mas na hora da prova não consegue resolver os problemas que não sejam para aplicar a fórmula de maneira explícita. Ele decorou a fórmula, mas não compreendeu a relação entre os termos que a compõem.

Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim como um continuum. Por exemplo, a simples memorização de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse continuum (o da aprendizagem mecânica), enquanto que a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa). (MOREIRA e OSTERMANN, 1999)

Quando o sujeito não possuir conhecimento prévio necessário para a aprendizagem do novo conteúdo, pode-se fazer uso de *organizadores prévios*. “Os organizadores prévios são os materiais introdutórios apresentados em nível mais alto de abstração, inclusividade e generalidade antes do material a ser aprendido em si.” (ARAÚJO, 2005). Um organizador prévio pode ser uma analogia, ou um exemplo relacionado com o conteúdo, pode ser uma aprendizagem mecânica como decorar a tabuada. Para existir uma aprendizagem significativa, deve haver a relação do novo conceito com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, os organizadores prévios funcionam

como “pontes cognitivas” neste processo. (ibid, p. 62)

A interação do conhecimento novo com os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do indivíduo pode ocorrer por dois processos diferentes mas relacionados, chamados de *diferenciação progressiva* e *reconciliação integrativa*.

Quando um novo conceito ou proposição é aprendido por subordinação, i.e., por um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica. A ocorrência desse processo uma ou mais vezes leva a uma diferenciação progressiva do conceito subsunçor. (AUSUBEL apud MOREIRA e OSTERMANN, 1999, p. 55).

Quando o novo conhecimento se relaciona com os subsunçores reorganizando-os de maneira a adquirir novos significados, chamamos de *reconciliação integrativa*. Nos casos em que são utilizados organizadores prévios antes do novo conhecimento ser apresentado, os dois processos estão envolvidos. Primeiramente temos diferenciação progressiva apoiada no organizador prévio, e por fim a reconciliação integradora, quando o sujeito consegue relacionar o novo conceito com as informações disponíveis na sua estrutura cognitiva.

Para Ausubel, uma das condições para que ocorra *aprendizagem significativa* é que o aprendiz esteja predisposto em participar de maneira substantiva e não-arbitrária do processo de aprendizagem, do contrário tanto o processo de aprendizagem quanto a aprendizagem em si será mecânico. A outra condição é que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, isto é, que seja potencialmente relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não-arbitrária e não-literal.

2.2. Peer Instruction – Instrução pelos Colegas (IpC)

Foi utilizado, em algumas aulas, o método *Peer Instruction*, ou em uma tradução livre *Instrução pelos Colegas (IpC)*, “que pode ser descrito como um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si.” (ARAUJO e MAZUR, 2013)

O método consiste na aplicação de uma questão conceitual, após o professor fazer uma breve exposição do conteúdo (em torno de 15 min). A questão é usualmente de múltipla escolha, entre três e cinco alternativas, e tem como objetivo promover e avaliar a compreensão dos alunos sobre o conteúdo apresentado. “Cada aluno é então solicitado a pensar sobre qual a alternativa que considera correta e em uma justificativa para a sua escolha (aproximadamente 2 min). Na sequência é aberta a votação para mapeamento das respostas dos alunos à referida questão.” (Ibid).

A votação é feita por cartões de resposta (*flashcards*), ou se o professor dispuser, por *clickers* - que são controles remotos usados para a escolha da alternativa e que enviam automaticamente as respostas para o computador do professor.

No caso em que a votação é feita pelos cartões de resposta, é entregue, para cada aluno, um conjunto de cartões contendo uma letra em cada cartão correspondente às alternativas. A votação é feita de maneira sincronizada. É solicitado aos alunos para levantarem, ao mesmo tempo, o cartão com a alternativa correspondente à sua escolha.

Conforme Araujo e Mazur (2013, p. 369, 370):

Com base nas respostas informadas, mas ainda sem indicar a correta aos alunos, o professor decide entre:

- *explicar a questão, reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Essa opção é aconselhada se mais de 70% dos estudantes votarem na resposta correta;*
- *agrupar alunos em pequenos grupos (2-5 pessoas), preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, pedindo que eles tentem convencer uns aos outros usando as justificativas pensadas ao responderem individualmente. Após alguns minutos, o professor abre novamente o processo de votação e explica a questão. Se julgar necessário, o professor pode apresentar novas questões sobre o mesmo tópico, ou passar diretamente para a exposição do próximo tópico, reiniciando o processo. Essa opção é aconselhada se o percentual de acertos obtidos na primeira votação estiver entre 30% e 70 %. O tempo despendido nesta etapa costuma ser de três a cinco minutos, dependendo do nível de discussão alcançada;*
- *revisitar o conceito explicado, através de nova exposição dialogada buscando aclará-lo, apresentando outra questão conceitual ao final da explanação e recomeçando o processo. Essa é a opção indicada se menos de 30% das respostas estiverem corretas.*

Durante a regência, foi utilizado o método IpC em duas aulas. A primeira aplicação do método, foi em uma aula sobre a variação da quantidade de movimento angular. As questões conceituais foram utilizadas para desenvolver com os alunos o conceito sobre torque e sua relação com o braço de alavanca (a distância em relação ao eixo de rotação e a força aplicada). As questões foram entregues aos alunos impressas em uma folha. A segunda realização do método foi em uma aula de revisão em que fizemos uma recapitulação sobre o movimento de rotação e as variáveis envolvidas. As questões foram usadas para desenvolver o conceito sobre a relação da velocidade angular com a velocidade linear. Nessa aula, utilizamos o projetor para apresentar as questões e a discussão sobre as respostas. No APÊNDICE 9 – Questões para IpC, serão apresentadas as questões utilizadas com esse método.

3. Observações e Monitoria

3.1. Caracterização da Escola

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAp-UFRGS) fica localizado na Avenida Bento Gonçalves, 9500, bairro Agronomia na cidade de Porto Alegre. Foi criado inicialmente para atender uma necessidade de formação de práticas docentes e de investigação pedagógica. Foi fundado oficialmente em 1954 e funcionava junto ao prédio da Faculdade de Filosofia da UFRGS. Hoje ele é uma escola onde funciona Ensino Fundamental e ensino médio nas modalidades ensino regular e EJA e atende aos estágios de docência de qualquer faculdade de ensino da universidade.

O perímetro da escola é gradeado e para entrar na escola é necessário fazer a identificação e responder sobre as intenções na escola. Há câmeras de segurança, portaria e agente de segurança o tempo todo. Há muitos terrenos baldios em torno da escola, pois está situada dentro do campus do Vale da UFRGS, na divisa entre Porto Alegre e Viamão. À noite, a iluminação e a segurança dos arredores é deficiente, embora haja todos os artifícios para garantir a segurança dos alunos e funcionários dentro do perímetro da escola.

Há uma rua na frente da escola onde passam ônibus coletivos. Ao lado da escola, fora do perímetro gradeado, há um amplo estacionamento para carros e conduções escolares.

O prédio da escola possui dois andares. No andar superior encontramos salas de aula, a administração do colégio e as salas das disciplinas e dos professores. Há uma rampa que leva para o andar superior e duas escadarias, uma em cada final de corredor. No térreo encontramos os laboratórios de ensino e salas de aula. Há uma lancheria, onde é possível comprar lanches e refeições, e também um refeitório onde é servida a merenda escolar. Há canchas de esportes para a Educação Física e banheiros em boas condições de uso e limpeza. No hall da escola há um piano e um espaço, chamado de mural dos alunos, onde os alunos expõem trabalhos. Este hall de entrada é palco para eventos extraclasse elaborados pelos próprios alunos e ponto de encontro dos alunos nos horários de intervalo.

As aulas foram observadas e ministradas na sala de aula da turma e no Laboratório de Física. O Laboratório de Física, sala 107, é composto por oito bancadas, seis armários com itens para experimentos de Física, um quadro-negro e um relógio digital de parede. A sala de aula da turma, sala 123, possui as classes dos alunos, que são cadeiras com apoio para livros, um quadro-negro em boas condições na frente das classes e dois quadros-negros em más condições, um no fundo da sala e outro na lateral, mesma parede da porta de entrada.

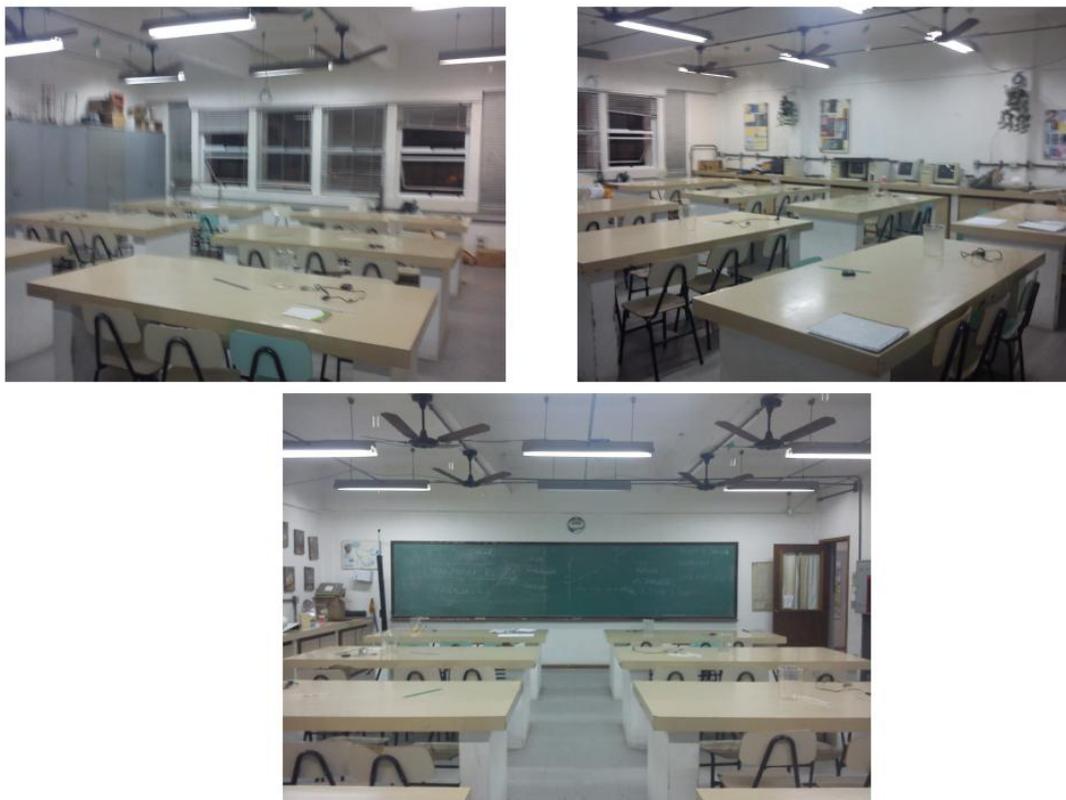


Figura 1: Laboratório de física - Colégio de Aplicação UFRGS; Fonte: a autora.

3.2. Caracterização das turmas

Foram observadas três turmas de primeiro ano de ensino médio, uma turma de segundo ano e duas turmas de EJA (Educação de Jovens e Adultos), uma de segundo e outra de terceiro ano, como relatado na seção 3.5.

As turmas de EJA são compostas por alunos, em sua maioria, em idade adulta e pessoas de meia idade. São trabalhadores que usam o turno da noite para elevar o seu grau de instrução. Alguns são funcionários da UFRGS que estão tendo a oportunidade de concluir o ensino médio no programa EJA da própria instituição em que trabalham.

Os alunos do EJA têm mais maturidade e experiência que os alunos de ensino médio. Isso permite fazer uma abordagem diferenciada nas aulas, pois, evidentemente, eles possuem mais saberes e concepções prévias para ancorar os conteúdos ensinados. A atenção deles na aula é diferente comparada com os alunos de ensino médio. Não é necessário estar o tempo todo chamando a atenção para não propagar conversas divergentes do estudo. No CAP., o EJA funciona com viés interdisciplinar. Os professores de Matemática, Química, Física e Biologia trabalham engajadamente com conceitos comuns interdisciplinarmente e ao final de cada mês é feito um trabalho conectando cada área com os conceitos desenvolvidos (em geral a proposta de trabalho é fazer um Mapa Conceitual).

As turmas de ensino médio são compostas, em sua maioria, por adolescentes na faixa etária de 14 a 17 anos. O ingresso no Colégio de Aplicação é por sorteio, com alguns critérios de localidade. Isso implica em turmas heterogêneas de alunos oriundos de diversas escolas, bairros e classes sociais.

Muitos participam de atividades extracurriculares que a escola oferece, como iniciação científica, estágios e monitorias que são oferecidas em turno diferente do das aulas.

Os alunos de primeiro e segundo ano do ensino médio que observei, demonstraram muita dificuldade na aprendizagem de Física. Atribuo esse fato, inicialmente à pouca idade da maioria dos alunos, à pouca experiência, por ser o primeiro contato com os conceitos formais da Física para a maioria deles e ao baixo domínio da Matemática, que é essencial ao estudo da Física. Mas apesar das dificuldades observadas, eles demonstraram ser interessados e participativos nas aulas de Física, caracterizando-os como alunos atípicos de escola pública.

A minha regência foi em uma turma de primeiro ano, turma 91, com 30 alunos matriculados. A idade média dos alunos da turma era 14 anos.

3.3. Caracterização do tipo de ensino

Foram observados dois professores de Física do Colégio de Aplicação da UFRGS. Os dois possuem pós-graduação em Física, sendo um deles mestre em Física e o outro doutor em Ensino de Física. É característica do CAP-UFRGS os professores terem alto nível de formação. Isto o difere de qualquer outra escola pública, estadual ou municipal. A presença desses professores contribui positivamente para o desenvolvimento da instituição, pois incentivam a participação dos alunos em projetos de pesquisa, atividades extracurriculares e iniciações científicas.

Para preservar a identidade dos professores irei me referir a eles, neste trabalho, como Professor A e Professor Y.

O Professor Y é bastante descontraído nas aulas. Tenta tornar as aulas interessantes utilizando recursos multimídia e mantém um bom relacionamento com a turma. Ele é pouco exigente nas questões de conteúdo, isso pode ser um problema para os seus alunos, mas ele propõe bons trabalhos que deveriam balancear essa deficiência.

O Professor A é o professor da minha turma de regência e meu supervisor de estágio. Também é descontraído nas aulas e os alunos aparentam ter boa simpatia por ele. Nas suas aulas ele sempre mantém diálogo com seus alunos e utiliza as falas e narrativas dos alunos na construção do conteúdo das aulas. Possui alto rigor metodológico e leva a profissão de professor a sério, sendo as boas características de professor uma extensão das suas próprias características pessoais. A Tabela 1 foi utilizada para descrever melhor as características do tipo de ensino do Professor A.

Tabela 1: Caracterização do tipo de ensino do Professor A

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos			X			Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos					X	Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado					X	Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente		X				Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos					X	Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição					X	Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira					X	Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos				X		Faz com que os alunos participem naturalmente

Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si					X	Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro			X			Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos					X	Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado					X	É organizado, metódico
Comete erros conceituais				X		Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula					X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)			X			É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais				X		Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino			X			Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias					X	Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório				X		Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula					X	Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas					X	Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos				X		Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos					X	Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação					X	Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos					X	Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

3.4.

3.5. Relato das observações e Monitorias

3.5.1. Observação 1

Dia 27/03/2014

Turma 101 – Segundo ano do ensino médio – Um período de aula – 8h às 8h45min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 13 meninos e 16 meninas

O professor iniciou a aula cumprimentando os alunos. Escreveu no quadro-negro o tema inicial da aula: Escalas de Temperatura. Dividiu o quadro em 3 subtemas: 1-Escala Celsius, 2-Escala Fahrenheit, 3-Escala Kelvin. Após escrever, pediu a atenção da turma que estava inquieta e com conversas. Explicou à turma que não levaria muito tempo na discussão sobre escalas, pois tratava-se mais sobre conversão de unidades, ou seja, Matemática.

Ele iniciou um diálogo: - “Qual escala de temperatura vocês estão mais acostumados?”

Um aluno respondeu: - “Graus”. Em seguida ele se corrigiu: - “Celsius”. O professor brincou com a confusão do aluno: - “Escala Graus!” (em tom de brincadeira).

O professor fez questionamentos sobre grandezas físicas. Instigou os alunos a responderem e

participarem da aula: - “*Quais grandezas físicas vocês conhecem?*”. Escreveu e listou algumas grandezas no canto do quadro-negro, conforme os alunos falavam. Ele falou: - “*Há diversas grandezas físicas.*”, - “*São sete grandezas físicas fundamentais*”. No quadro só haviam listadas cinco grandezas: massa, temperatura, tempo, comprimento, intensidade luminosa. Ele explicou algumas delas falando das suas unidades. Falou sobre as diversas unidades de tempo e sobre a referência das unidades no sistema internacional de unidades (SI). Falou sobre a importância do SI. Uma aluna pediu que ele repetisse qual a unidade de intensidade luminosa.

Ele respondeu:

- É a Candela. - E continuou a explicação:
- E qual é a escala de temperatura no SI?

Alguns alunos responderam naturalmente segundo seus sentidos comuns, “*Escala Celsius*”. O professor esclareceu a confusão, embora utilizamos no cotidiano a escala em graus celsius, no SI a escala adotada é a escala Kelvin. - “*Adotaremos a escala Kelvin nos nossos estudos.*” (nesse momento entendi que o professor não queria que os alunos se preocupassem com conversão de escalas, embora tenha explicado mais adiante como fazer a conversão).

O quadro-negro estava separado em três divisões. Em cada divisão estava desenhado o diagrama de uma escala. Em cada diagrama havia a indicação dos limites que definem a escala e o evento que os marcam, ponto de ebulição da água e ponto de fusão do gelo com seus valores.

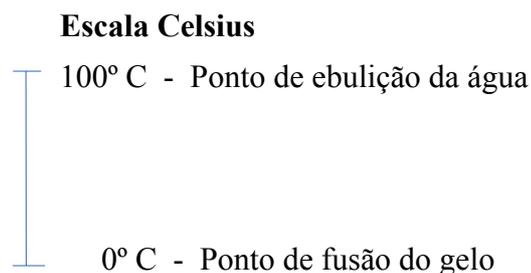


Figura 2: Representação da escala Celsius

A turma estava bem participativa. O professor conseguia encadear a aula dialogando com a turma e dessa maneira a discussão do tema avançava.

Ele perguntou aos alunos o que precisamos fazer para termos uma escala. Alguns alunos se manifestaram, e ele continuou: - “*Precisamos de dois pontos arbitrários*”.

Um aluno interrompeu a fala do professor: - “*Posso dar um exemplo?*”.

O professor respondeu:

- Exemplo! Pode! Exemplos são muito bem-vindos! - O exemplo que o aluno apresentou foi sobre o aplicativo *Google Maps*, em que você pode escolher a escala (e.g. 1:1000) e pode aumentar (aproximar) ou diminuir (afastar).

O professor prosseguiu com a aula. Foram discutidas a graduação, as marcações, e as divisões da escala. Sobre a escala Celsius, que vai de zero a cem, há cem divisões, logo é uma escala centígrada. Ele perguntou:

- E na escala Kelvin?

Mostrou que a escala Kelvin é centígrada por ter também 100 divisões entre um limite e outro (273 K ponto de fusão do gelo – 373 K ponto de ebulição da água). Ele questionou os alunos se o ponto

de ebulição da água é sempre o mesmo. Eles discutiram que varia com a altitude. O professor disse:

- No alto da montanha a água ferve antes. - Mas não aprofundou a discussão:
- Não vou entrar em detalhes, deixa pra mais adiante.

Escala Fahrenheit

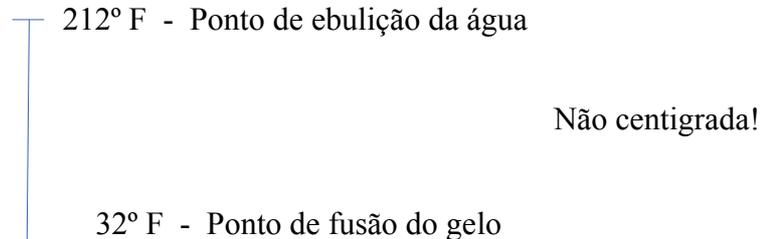


Figura 3: Representação da escala Fahrenheit.

Escala Kelvin

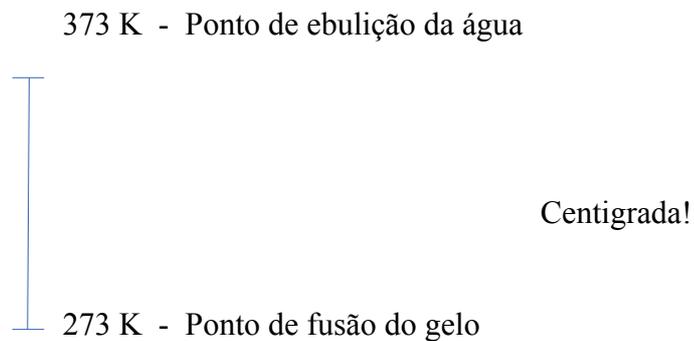


Figura 4: Representação da escala Kelvin.

Para encerrar a aula, ensinou aos alunos como fazer a conversão das escalas de temperatura utilizando regra de três simples.

3.5.2. Observação 2

Dia 27/03/2014

Turma 91 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 8h45min às 10h15min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 12 meninos e 15 meninas

O Professor A recebeu a turma fazendo a chamada. Durante a chamada, auxiliou os alunos a se acomodarem nas bancadas do laboratório de maneira que todos ficassem de frente para o quadro-negro. Após a chamada, pediu a atenção da turma que estava inquieta e passou algumas instruções sobre o questionário disponível no *Moodle*.

Ele escreveu no quadro-negro o número e o nome do capítulo do livro que estudariam a partir dessa

aula: 3-Coisas que se Deslocam (GREF). Escreveu dois tópicos em lista no quadro, Tradução e Rotação, e iniciou uma discussão sobre tipos de movimento.

A turma era em geral muito jovem. Os alunos aparentavam ter em média 14 anos de idade. Eles estavam muito quietos e muito atentos à aula. Durante um tempo houve silêncio enquanto os alunos escutavam as explicações do professor.

O professor desenhou linhas em todo o quadro-negro. Alguns trechos curvos e outros retos para discutir sobre trajetórias. Ele disse:

- Podemos ter trajetórias retilíneas e curvilíneas.

Ele retomou o título do capítulo. Pediu à turma um exemplo de alguma coisa que se desloca sozinha. Disse: - “*Eu! Eu me desloco sozinho*”. E andou de um lado a outro na frente do quadro.

Uma aluna disse que ele precisava das pernas para se deslocar. Um aluno falou que as nuvens se deslocam sozinhas. Uma outra aluna disse que não, pois o vento empurra-as.

O professor falou:

– O professor precisa das pernas. As nuvens do vento. E um carro? – Citou um carro da marca *Lamborghini* como exemplo e continuou a explicação:

- O carro precisa de rodas. Motor. Combustível.

O diálogo com a turma leva-os à conclusão que o carro precisa de chão para se deslocar.

O professor chamou a atenção pela segunda vez de um aluno que estava dormindo na classe. Pediu que saísse para tomar água ou molhar o rosto. O aluno se levantou e saiu da sala. Em seguida a aula foi interrompida para a escolha das eletivas de Educação Física. Entraram na sala uma professora e um professor que deram instruções aos alunos sobre como preencher a ficha de inscrição para as eletivas de Educação Física. Os alunos esclareceram as dúvidas e entregaram os formulários preenchidos à professora. Passaram-se cerca de 30 minutos decidindo sobre as eletivas, após o professor retomou a aula e a atenção dos alunos.

O professor voltou a falar com o aluno que estava dormindo e que agora retornara ao seu lugar. Questionou o motivo por ele dormir. Chamou a atenção para que isso não ocorresse novamente. O aluno respondeu que tinha ido dormir às 3h.

A discussão sobre o chão foi retomada. O professor disse:

– O *Lamborghini* precisa do chão. Os peixes da água. E a pomba, o avião como voam?- Com a discussão eles concluíram que ambos empurram o ar para cima e para baixo e assim eles se deslocam.

O professor prossegue com a discussão:

– Coisas que aparentemente nadam, andam, voam sozinhas, não o fazem sozinhas! Nada no Universo se movimenta independente do resto.

Ele inicia a discussão sobre quantidade de movimento usando como exemplo a sinuca:

– Quando uma bola bate na outra ela transfere uma quantidade de movimento à outra. A quantidade de movimento total do Universo se conserva. Isso está intimamente ligado com que nada se movimenta independente das outras coisas.

Uma aluna manifestou-se dizendo que não entendera. O professor esclareceu que, para ela entender melhor, ele traria mais exemplos e analogias, na próxima aula. Não houve tempo suficiente para discutirem tudo devido à interrupção das eletivas. Os alunos apresentaram dificuldade para compreender a conservação da quantidade de movimento.

3.5.3. Observação 3

Dia 27/03/2014

Turma 93 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 10h40min às 12h10min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 11 meninos e 16 meninas

O professor iniciou a aula fazendo a chamada. Após a chamada, uma aluna fez uma pergunta sobre como acessar o questionário que está no *Moodle*. O professor esclareceu as dúvidas sobre o questionário do *Moodle*, como acessar, como proceder para realizar o questionário.

Um aluno perguntou:

– O que vamos ver hoje, professor?

O professor aproveitou o tema da aula que já estava escrito no quadro-negro (da turma 91, que teve a mesma aula um horário antes) e respondeu a pergunta do aluno dizendo: - “*Hoje nós veremos o capítulo 3: Coisas que se deslocam*”. Iniciou uma discussão dialogando com a turma, perguntando coisas e as respostas dos alunos deram rumo à discussão. A interação com os alunos direcionou a aula numa sequência um pouco diferente da observada na turma 91. Os alunos da 93 estavam mais desinibidos, interagiram mais com o professor e a aula fluiu num ritmo mais dinâmico.

O professor desenhou uma trajetória no quadro. O desenho feito foi um círculo, uma trajetória curvilínea.

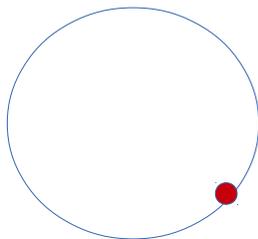


Figura 5: Representação de uma trajetória circular de um objeto.

Ele perguntou à turma: - “*O corpo está fazendo um movimento de rotação ou translação?*”. Após algumas manifestações ele esclareceu a diferença entre rotação e translação. - “*Para o movimento de rotação precisamos girar ao redor de um eixo. Mas nesta aula o estudo é sobre o movimento de translação.*”

O professor pediu exemplos de coisas que andam sozinhas. Ele caminhou de um lado para outro na frente do quadro dizendo que estava se movimentando sozinho. Perguntou:

– O que nós precisamos para nos movimentar?

Alguns alunos se manifestaram e após certa discussão um aluno disse que ele precisava do chão para se movimentar. O professor demonstrou satisfação com a resposta e disse: - “*É aí que queremos chegar!*”.

Pediu aos alunos um exemplo de coisa que voa. Alguns alunos responderam e houve uma discussão.

Uma aluna do fundo da sala reclamou que o professor não a escutou, que não deu crédito a sua resposta. Ele se defendeu: - *“Ah, mas você fala muito baixinho!”*.

Pedi exemplo de coisas que nadam. Eles responderam, peixes.

Os alunos pareciam já ter entendido aonde o professor queria chegar. Ele então disse:

– Não há nada no Universo que se movimenta independente de outras coisas. O solo para os carros, o ar para as coisas que voam, é nesse sentido que as coisas dependem umas das outras para se locomover.

Ele chamou a atenção de algumas alunas que estavam no fundo da sala conversando e prosseguiu com a aula:

– Dizer que uma coisa se movimenta independente de outra está intimamente ligado a dizer que a quantidade total de movimento que o Universo possui se conserva.

O professor disse:

– Isto implica que se somarmos todas as quantidades de movimento a soma será sempre a mesma.

Um aluno perguntou:

– E sobre a estabilidade do carro?

O professor não compreendeu o questionamento. O aluno não conseguiu explicar sua dúvida. O professor repetiu a discussão sobre a dependência do chão para o carro não derrapar na tentativa de esclarecer a dúvida.

Um aluno não se convenceu que quando um carro anda ele empurra a Terra para trás. Uma aluna tentou ajudar a esclarecer a dúvida dando o exemplo de um barco que empurra água para trás.

Outro aluno perguntou:

– E o ímã, professor?

O professor primeiro terminou de esclarecer a dúvida sobre o carro e depois explicou sobre interação à distância para justificar o movimento do ímã.

Ele prosseguiu a aula ilustrando o assunto com exemplos. Falou de um patinador em uma pista de gelo e perguntou o que o patinador deveria fazer para ir para a frente.

O professor respondeu a questão:

– Ele peida!

Esclareceu para a turma que ao jogar o ar (o peido) para trás, isso faria com que ele se movimentasse para frente para compensar o movimento. Eles discutiram outros exemplos e chegaram a conclusão que um foguete se desloca, pois expulsa gás para um lado para se movimentar para outro. Ele disse:

– O foguete também peida!

Também usou como exemplo um tiro de espingarda (uma “doze”): - *“Ao dar o tiro sentimos um solavanco para trás, e a bala é jogada para frente”*.

Ele perguntou:

– E porque a Terra não vai para trás quando caminhamos em sua superfície?

Alguns alunos já haviam compreendido e responderam corretamente. O professor reforçou: - *“Não anda para trás por causa da sua massa”*.

Disse aos alunos que faria um exemplo, uma analogia. O exemplo foi um jogo de bater figurinhas.

Escolheu três alunos para usar como exemplo e construiu uma tabela no quadro. A cada aluno, estipulou uma quantidade de figurinhas: 30 para a aluna A, 50 para a aluna B e 40 para a aluna C. Na primeira jogada, a aluna A perdeu 10 figurinhas para a aluna B. Na segunda jogada a aluna B ganhou 20 figurinhas da aluna C. E na terceira jogada a aluna A perdeu todas as figurinhas para a aluna C.

Aluna A	Aluna B	Aluna C
30	50	40
20 ↓	60 ↑	40
20	80 ↑	20 ↓
0 ↓	80	40 ↑

Tabela 2: Representa a dinâmica do jogo de bater figurinhas

A conclusão da história do jogo de figurinhas:

- O número de figurinhas da aluna A diminuiu.
- O número de figurinhas da aluna B aumentou.
- O número de figurinhas da aluna C permaneceu o mesmo. Conservou-se!
- O número total de figurinhas da história conservou-se.

Ele comparou a analogia do jogo de figurinhas com o assunto da aula:

– Para uma coisa se deslocar para frente, outra tem que ir para trás. Isso está intimamente ligado com o fato que o início de um movimento está sempre acoplado ao início de outro movimento. E está intimamente ligado com a conservação da quantidade de movimento total no Universo. Assim como na analogia das figurinhas: A quantidade total de figurinhas se conservou.”

Um aluno se manifestou dizendo que não tinha entendido a analogia. O professor conta mais uma situação para exemplificar. O exemplo é de dois astronautas, no espaço, ligados pelas mãos. Se um empurrar o outro, os dois sairão em movimento, cada um para um lado com mesma velocidade constante. Desenhou no quadro:

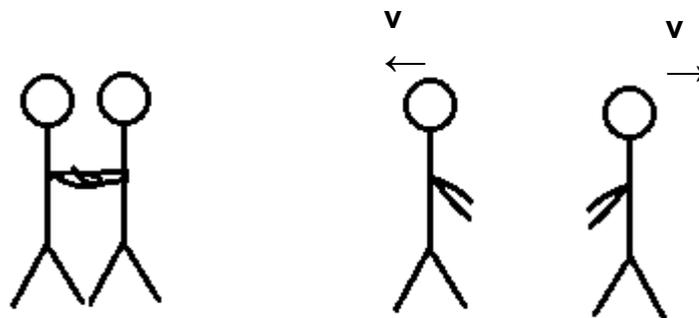


Figura 6: Representa a conservação da quantidade de movimento de dois astronautas, no espaço, usada pelo professor.

O professor comenta que a velocidade é uma grandeza física vetorial. Discute um pouco sobre a diferença entre uma grandeza física vetorial e uma grandeza escalar. Comenta que após um astronauta empurrar o outro ambos saem com velocidades iguais, com sentidos opostos, logo a quantidade de movimento total se conserva. Após a discussão ele encerra aula.

3.5.4. Observação 4

Dia 27/03/2014

Turma EM3/331 – EJA, terceiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 19h às 20h30min

Professor Y

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: três meninos e sete meninas

O Professor Y escreveu o seu nome e e-mail no quadro-negro. Organizou o projetor para exibição de vídeo. Ele passou a chamada para os alunos e pediu que escrevessem o e-mail ao lado do nome, para quem não tivesse feito isso na última aula.

Os alunos eram todos adultos e alguns eram funcionários da UFRGS. Uma das alunas explicou ao professor que a senha do e-mail dela havia expirado. Ela era uma das funcionárias da UFRGS que estava cursando o EJA, assim sendo, o professor pôde auxiliá-la em relação ao e-mail expirado dizendo que bastava atualizar a senha, visto que ambos possuem e-mail do sistema da UFRGS.

O professor perguntou aos alunos se lembravam do que havia sido discutido na aula anterior. Uma das alunas folheou o caderno para lembrar o assunto. Eles haviam ficado uma semana sem aula de Física, pois pela organização das disciplinas do EJA na semana anterior a Física havia sido volante, logo não teve aula. O assunto da aula anterior foi “Origem do Universo”.

O projetor foi utilizado para exibir um vídeo sobre o Big Bang. O vídeo apresentava de uma série de slides com imagens e textos com a intenção de explicar a teoria e ponderar sobre algumas indagações sobre a origem e a expansão do Universo. Não havia narrativa no vídeo, apenas uma música calma de fundo.

O vídeo terminou e iniciou novamente em sequência automática. Uma aluna reclamou da música: - *“Ah não! De novo! Essa musiquinha tá me dando sono”*. Alguns alunos parecem entediados com a música.

O professor fez comentários sobre o vídeo. Comentou que o vídeo também aborda outra teoria alternativa ao Big Bang: Multiuniverso.

Uma aluna questionou quantos universos existem, que nós conhecemos. O professor brincou dizendo que não conhecemos nem o nosso direito, imagina outros. Depois esclareceu que a existência de multiuniversos é uma teoria, uma pesquisa teórica que deduziu isso.

O vídeo continuou repetindo no projetor. O professor caminhou entre os grupos, conversou e esclareceu dúvidas de alguns alunos. Em um dos grupos houve uma discussão sobre as viagens para Marte. O assunto foi sobre os projetos de colonização de Marte e desviou para o assunto sobre acidentes atômicos e Chernobyl. Isso aconteceu em um dos grupos que estava mais no fundo da sala, o resto da turma não participou dessa discussão.

O professor retomou a atenção geral da turma perguntando aos alunos as dúvidas que eles tinham sobre vídeo, se havia algum termo no vídeo que eles não haviam entendido. Ele parou o vídeo que ainda estava sendo exibido repetidamente. Perguntou sobre as questões que eles haviam escrito na aula anterior sobre os vídeos que haviam sido exibidos. Devolveu a folha de questionário para lerem as respostas e iniciarem a discussão. A questão específica que o professor pediu para lerem era sobre o que eles haviam achado sobre o vídeo, o que havia chamado a atenção deles.

As dúvidas e comentários surgiram. O professor respondeu as dúvidas e deu explicações sobre a

expansão do Universo.

Houve uma discussão sobre a velocidade da luz. Ele escreveu no quadro o valor 300.000.000 m/s. Também em notação científica $3,0 \times 10^8$ m/s. Perguntou se eles já conheciam a notação, se já haviam visto na disciplina de Matemática e explicou como funciona.

Um aluno perguntou se o Big Bang foi uma explosão com barulho ou sem barulho. Ele sabia que o som não se propaga no vácuo.

O professor distribuiu um material para os alunos lerem. Pediu para eles marcarem o que não entendessem para discutirem posteriormente e avisou que usariam o laboratório de informática na próxima aula para pesquisarem.

3.5.5. Observação 5

Dia 27/03/2014

Turma EM2 – EJA, segundo ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 20h45min às 22h15min

Professor Y

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 16 meninos e 16 meninas

O Professor Y iniciou a aula passando a folha de chamada para os alunos assinarem. Ele distribuiu um questionário com perguntas sobre os alunos. A intenção do questionário era de conhecer melhor os alunos que ele trabalharia nesse semestre. Ele deu um tempo para os alunos responderem o questionário.

Havia um projetor preparado para exibição de vídeo. O vídeo exibido foi sobre o Big Bang, um dos episódios de divulgação científica do programa *Fantástico*³, protagonizado e narrado pelo físico Marcelo Gleiser.

Terminado o vídeo, o professor fez uma pergunta sobre o vídeo e disse à turma para respondê-la no verso do questionário. A pergunta foi o que os alunos haviam entendido e o que eles não entenderam do vídeo. Era para anotarem todas as dúvidas que tinham, pois eles trabalhariam nelas depois. Alguns alunos falaram que já haviam trabalhado com esse vídeo no semestre anterior.

Um aluno perguntou: - *“O vídeo está explicando a origem do Universo. O Big Bang! É isso que é para colocar na folha, professor?”*. O professor esclareceu melhor o que era para fazer na tarefa.

Nem todos os alunos fizeram a tarefa solicitada pelo professor. Estavam agitados e havia muito barulho e conversas nos grupos. Os alunos conversavam e discutiam nos grupos. Observei que os alunos que não estavam fazendo a tarefa conversaram sobre outros assuntos fora do contexto da aula.

O professor caminhou entre as bancadas para auxiliar os grupos. Enquanto ele atendia um grupo, os demais alunos nos outros grupos conversavam alto e faziam muito barulho. Havia muita algazarra, mas o professor permitiu que as conversas acontecessem enquanto eles faziam a tarefa.

Passado algum tempo, o professor chamou a atenção da turma. A turma se acalmou para prestar atenção no professor. O professor perguntou a todos o que eles haviam achado do vídeo, a pergunta foi direcionada principalmente aos grupos em que ele não passou para auxiliar na discussão. Os

³ *Fantástico* é um programa jornalístico brasileiro que é exibido todos os domingos à noite.

alunos estavam ansiosos para ir embora, pois já estava próximo do horário de término. O professor encerrou a aula.

3.5.6. Observação 6

Dia 02/04/2014

Turma 92 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 10h40min às 12h10min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 19 meninas e 11 meninos

O Professor A iniciou a aula fazendo a chamada. Ele colocou sobre a primeira bancada uma balança de contrapeso. Sobre a balança ele colocou um pêndulo de Newton e falou para a turma: - “Esta balança não tem nada a ver com isso. Estou usando ela apenas para apoiar isso.”

Ele cumprimentou a turma e perguntou quais os assuntos eles viram até essa aula. Os alunos estavam inquietos, um deles pediu silêncio a outro colega que estava conversando: - “*Deu, deu, aluna X! Deixa o professor começar a aula!*”.

O professor recapitulou os assuntos vistos nas aulas anteriores com o auxílio dos alunos. Alguns temas citados pelos alunos foram: Mecânica, movimento, lei de Newton, coisas que se deslocam, força, conservação do movimento linear. Os alunos falaram os conceitos, mas não se lembravam corretamente do nome das grandezas. O professor alertou que eles tinham que organizar as ideias, saber formular um raciocínio, desenvolver um argumento, pois na avaliação as questões seriam conceituais e eles deveriam saber argumentar as respostas.

O professor disse:

– Estamos vendo o princípio da conservação da quantidade de movimento linear! Ele escreveu isso bem grande no quadro-negro como título da aula.

Uma aluna perguntou sobre transferência de quantidade de energia potencial e cinética⁴. O professor aproveitou o comentário da aluna e falou sobre as grandezas físicas. Escreveu no canto do quadro as grandezas: velocidade, quantidade de movimento, energia cinética. Disse: - “*Os corpos que possuem velocidade possuem certa energia cinética.*”

O professor falou:

– Olha só! Uma pergunta boa de botar na prova: Disserte sobre as grandezas físicas que estão envolvidas com o movimento de um objeto. – Ele continuou e formulou a resposta para a questão:

– Velocidade, quantidade de movimento e energia cinética são três grandezas físicas que estão associadas e descrevem o movimento. A definição matemática de cada uma dessas grandezas, velocidade, quantidade de movimento, energia cinética, é derivada de três grandezas físicas fundamentais.

Ele prosseguiu a aula dialogando com os alunos sobre as sete grandezas fundamentais. Escreveu no quadro as grandezas conforme discutia com os alunos: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, intensidade luminosa, temperatura, quantidade de matéria (mol).

Para dar sequência à aula fez outra pergunta à turma: - “*O que significa dizer que quantidade de movimento é uma grandeza vetorial?*”. Um novo diálogo foi iniciado com os alunos. Ele prosseguiu a aula explicando sobre vetores, notação vetorial, diferença entre grandeza escalar e

⁴ A aluna confunde conservação da quantidade de movimento com conservação da energia mecânica.

vetorial e fez exercícios para fixar os conceitos.

3.5.7. Observação 7

Dia 03/04/2014

Turma 101 – Segundo ano do ensino médio – Um período de aula – 8h às 8h45min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 16 meninas e 14 meninos

O professor iniciou a aula dando avisos sobre o feriado de Páscoa e sobre a data da prova da primeira área. Ele disse: - “*A prova será no dia 23, ou 24, ou 26/04. O conteúdo da prova será tudo o que vocês viram até a última aula antes da prova.*”. E falou que discutiria algumas questões do questionário que foi aplicado pelo Moodle⁵.

A primeira questão da lista foi sobre transformação de escalas, 10 °C para kelvin. Ele desenhou a escala no quadro. Perguntou:

– O que é esse ponto (0 °C)?

Aluna responde:

– Ponto de fusão da água.

Escala Celsius

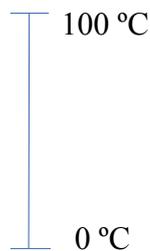


Figura 7: Representação da escala Celsius

O professor perguntou:

– Qual é a temperatura que o gelo vira água?

Os alunos responderam, equivocadamente:

– O gelo vira água na temperatura ambiente.

O professor esclareceu sobre isso:

– Entregamos certa quantidade de energia para o gelo para que ele aumente a temperatura. Um gelo a -19 °C ganha energia e vai ganhando temperatura até virar água. Neste ponto, a temperatura da água estabiliza até todo o gelo virar água. Quando todo o gelo vira água, a temperatura continua subir.

⁵ Moodle é um ambiente virtual de aprendizagem onde os professores e alunos compartilham informação.

O professor explicou no quadro como converter uma temperatura de celsius para kelvin. O exercício era passar a temperatura de -10°C para kelvin.

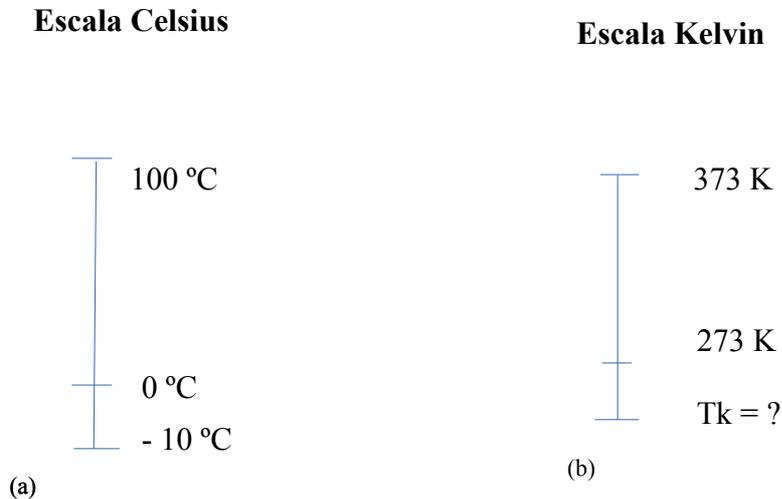


Figura 8: Representação das escalas (a) Celsius e (b) Kelvin. O aluno deve calcular a temperatura em kelvin correspondente a -10° graus celsius

Ele ensinou como resolver o exercício no quadro-negro. O cálculo que ele fez no quadro foi o seguinte:

$$\frac{-10-0}{100-0} = \frac{TK-273}{373-273} \rightarrow \frac{-10-0}{100} = \frac{TK-273}{100} \rightarrow -10 = TK - 273$$

$$-10 + 273 = TK$$

$$TK = 263 \text{ K}$$

Uma aluna perguntou o que aconteceria se ela tivesse feito invertido o cálculo, ou seja, tivesse trocado a temperatura inicial pela final. O professor chamou atenção da turma para não trocarem de lugar, na expressão, a temperatura inicial e final, mas que se trocassem dos dois lados da equação, o cálculo estaria certo.

Um aluno perguntou se poderia dizer que se reduziu 10° na escala Celsius a partir do 0° , se também poderia dizer que reduziu 10° na escala Kelvin só que a partir do 273° . O professor manifestou-se satisfatoriamente: - "*Perfeito!*" Chama a atenção da turma quanto a isso repetindo o raciocínio que o aluno fez.

3.5.8. Observação 8

Dia 03/04/2014

Turma 91 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 8h45min às 10h15min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 11 meninos e 16 meninas

O professor iniciou a aula fazendo a chamada. Chamou a atenção de uma aluna que estava mexendo no celular. Ele me apresentou dizendo que eu iria ser estagiária e ministraria aula para eles a partir de Maio. Explicou que eu aplicaria um questionário para auxiliar na preparação das minhas aulas. Passou avisos sobre o feriado de Páscoa e sobre a data da prova. Ele entregou o questionário e pediu para responderem rapidamente. Eles levaram em torno de 18 minutos para responder e entregar o questionário.

Ele iniciou a aula retomando o que foi visto nas aulas anteriores. A turma permaneceu em silêncio enquanto o professor relembrava os conceitos vistos na aula anterior.

O professor disse:

– Nada no Universo se movimenta independente de outra coisa. Isso está intimamente ligado com o princípio de conservação da quantidade de movimento linear.

A turma 91 era mais inquieta que as outras turmas que observei. Os alunos conversavam mais e facilmente dispersavam a atenção da aula. Mas quando o professor pedia silêncio e começava uma explicação, eles faziam silêncio e prestavam atenção.

Nesta aula ele também usou a analogia do torneio de bater figurinhas. Escolheu três alunos como personagens do exemplo. Escreveu numa tabela a sequência do jogo e demonstrou que a quantidade total de figurinhas se conservou.

Aluno A	Aluno B	Aluna C
50	40	30
70 ↑	20 ↓	30
70	00 ↓	50↑
20 ↓	00	100 ↑

Tabela 2: Representação da dinâmica do jogo de bater figurinhas, apresentado na turma 91

O total de figurinhas de cada aluno não se conservou, mas a quantidade total de figurinhas em jogo não alterou. O total de figurinhas em jogo se conservou.

Ele explicou a analogia das figurinhas com o Universo. Disse:

– No Universo a quantidade total de movimento se conserva.

Os alunos manifestaram-se impressionados: - “Mas como é que descobriram isso?”, - “Isso acontece com os planetas também?”.

O professor esclareceu:

– Isso acontece no Universo todo.

O professor usou outros exemplos para ilustrar o assunto. Uma das alunas perguntou se a soma da quantidade total do movimento era zero, comparando com o exemplo das figurinhas. O professor respondeu:

– A quantidade de movimento total do universo se conserva, mas não sabemos quanto é o valor.

A aula foi interrompida por alguns minutos para esclarecimentos sobre algumas trocas que foram feitas nas eletivas de Educação Física.

O professor retomou a aula. Houve uma discussão sobre a profissão de físico. Ele esclareceu que o que os físicos fazem é isolar um sistema e verificar que a quantidade de movimento se conserva. Se não se conservar, a primeira conclusão deles é de que o sistema não foi devidamente isolado. Ele prosseguiu discutindo com outros exemplos sobre sistemas isolados e escreveu no quadro-negro a expressão matemática para conservação da quantidade de movimento.

Usou mais um exemplo para explicar a conservação do movimento, escolheu um aluno como personagem. O exemplo foi supor o aluno sobre uma pista de patinação e fez uma pergunta: - “Como ele faz para se mover para frente, sem se empurrar com o pé para trás (sem empurrar a pista para trás).”

Houve alguns comentários na turma. Eles tentaram comparar os patins com o skate. O professor explicou que na pista de gelo não há quase nenhum atrito. O professor perguntou novamente a questão: - “Como ele faz, então?” – Ele desloca o ar para trás com a mão ou então ...”. Ele pausou a narrativa para fazer um pouco de suspense e em seguida dá um grito: - “PEIDA!”. Para se mover para frente ele peida. Para se mover para trás ele arrota, cospe, vomita (expele massa para frente para se mover para trás).

Ele explicou que esse é o mesmo princípio do mecanismo de propulsão dos foguetes. Uma aluna perguntou se isso também acontece com o nosso sangue. O professor respondeu: - “*Sim, se o sangue sai para baixo ele empurra nosso coração para trás.*”. Ele disse que esse é o mesmo mecanismos dos canhões e das armas, revolver, espingarda.

Antes de encerrar a aula, ele sugeriu um experimento imaginário para turma. Disse para que chegassem em casa, pegassem uma *doze* (uma espingarda) e dessem um tiro. Se a velocidade do projétil fosse muito maior que a da arma, isso os empurraria para trás.

3.5.9. Observação 9

Dia 03/04/2014

Turma 93 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 10h40min às 12h10min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 12 meninos e 15 meninas

O Professor A fez a chamada. A turma estava calma e conversavam harmoniosamente com o professor sobre trivialidades. Ele iniciou a aula fazendo uma recapitulação da aula anterior sobre o movimento de rotação e *as coisas que andam* (título do capítulo do livro pelo qual estavam estudando). A recapitulação levou cerca de 10 min. Ele passou alguns recados para a turma e agendou a data da prova.

A turma 93 era mais tranquila e mais fácil de trabalhar do que as outras turmas de primeiro ano. O professor não encontra dificuldades em fazer a sequência planejada da aula. A turma respondia bem aos questionamentos do professor, era participativa e em geral eles pareciam bastante interessados na aula. Houve alguns momentos em que a turma ficou agitada, mas o professor logo interveio. Em um momento ele pediu a uma aluna que estava extrapolando na conversa para que se retirasse da sala e aguardasse no SAE até o final do período. A aula voltou a ficar calma após a aluna se retirar.

O professor explicou o conteúdo e conseguiu fazer todos os exemplos. Ele explicou sobre o que são grandezas físicas, discutiu as sete grandezas físicas fundamentais, e quais grandezas físicas estão

envolvidas no movimento de translação.

Explicou sobre por que devemos representar a quantidade de movimento como uma grandeza vetorial. Desenhou vetores no quadro para fazer os alunos compreenderem o que são vetores e sua notação. Fez um exercício para fixar as diferenças entre direção, sentido e intensidade.

Ele encerrou a aula explicando as diferenças entre grandeza escalar e grandeza vetorial. As últimas palavras foram:

– Só mais uma coisa importante: Eu só posso somar vetor velocidade com vetor velocidade; só posso somar vetor força com vetor força; só posso somar vetor quantidade de movimento com vetor quantidade de movimento. Não posso somar vetor velocidade com vetor força.

Os alunos participaram e responderam os questionamentos do professor. Foi importante a realização desses exercícios com vetores para que os alunos compreendessem, exercitassem e percebessem as diferenças entre direção e sentido dos vetores.

3.5.10. Observação 10

Dia 10/04/2014

Turma 91 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 8h45min às 10h15min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 12 meninos e 18 meninas

Nesta aula, o professor utilizou o projetor para exibir um vídeo que simulava o movimento de um pêndulo de Newton. Ele exibiu o vídeo para a turma.

Um aluno perguntou:

– Se o pêndulo estivesse no vácuo as bolinhas não parariam de se mexer?

O professor respondeu:

– O pêndulo só existe na cabeça do Newton. É um pêndulo ideal. Aquele que está em cima da mesa, vamos ver o que acontece.

Sobre uma das bancadas da frente havia um pêndulo de Newton. Ele ergueu uma das bolinhas e soltou, colocando o pêndulo de Newton em movimento. Os alunos observaram. O movimento cessou após um certo tempo.

O professor chamou a atenção de um aluno que estava dormindo. Ele perguntou à turma o que deveriam fazer para que o pêndulo fosse igual ao do vídeo (o ideal que não para o movimento). Os alunos responderam: - *“Esferas iguais”*, - *“Cordas do mesmo tamanho”*.

Ele fez nova pergunta:

– Por que o nosso para e o do Newton não?

Os alunos deram algumas respostas: - *“Por que o ar tem atrito.”*, - *“Por causa da resistência do ar”*.

O professor prosseguiu com a narrativa:

– Se eu colocasse o pêndulo em um recipiente com vácuo, por que ele pararia? Ele pararia porque

durante a colisão as esferas perdem energia.

Os alunos estavam bastante interessados na aula. Queriam saber como as esferas perdem energia. - “*Mesmo no vácuo a energia é perdida? Como?*”. O professor repetiu o movimento do pêndulo sobre a mesa. Ele disse:

– Vou dar uma dica, prestem atenção! Pelo som da colisão. A energia mecânica de movimento é transformada em energia sonora. Além do som, as esferas também esquentam, transformam energia de movimento em energia térmica. É um processo irreversível, não tem como transformar de volta.

No vácuo, as bolinhas também sofreriam perda de energia térmica nas colisões. No entanto, não haveria o “som da colisão”. Devido ser uma onda mecânica, o som não se propagaria no vácuo (ondas mecânicas necessitam de um meio pra propagarem).

O professor prosseguiu a aula explicando que era necessário considerar um sistema isolado. Um sistema isolado em que não ocorresse conservação da quantidade de movimento não estaria devidamente isolado.

Ele projetou na tela o *Moodle* para passar orientações aos alunos sobre como usar para fazer as questões. Encerrou a aula fazendo com os alunos um exercício sobre conservação da quantidade de movimento, sobre trombadas entre um caminhão e um carro. Escreveu a expressão para conservação da quantidade de movimento no quadro e realizou os cálculos junto com os alunos.

3.5.11. Observação 11

Dia 010/04/2014

Turma 93 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 10h40min às 12h10min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 11 meninos e 15 meninas

O professor fez a chamada. Havia um pêndulo de Newton sobre uma das bancadas da frente da sala. Ele preparou o projetor com a imagem da página do site *Wikipédia* (http://pt.wikipedia.org/wiki/Pêndulo_de_Newton) sobre pêndulo de Newton. Ele exibiu o vídeo sobre o pêndulo de Newton. Disse aos alunos que é fácil construir um.

Ele perguntou aos alunos:

– Por que quando eu solto a “esferinha”, ela cai?

Os alunos respondem:

– Gravidade!

Ele perguntou qual tipo de movimento estavam estudando. Alguns responderam incorretamente:

– Vetorial.

O professor fez outra pergunta:

– Quais os dois tipos de movimento existem na Física?

Eles responderam:

– Rotação e translação.

Ele apresentou o estagiário dizendo o nome dele e informando que ele trabalharia com eles o movimento de rotação.

Pediu aos alunos:

– Não confundam movimento com quantidade de movimento. Quantidade de movimento é uma coisa abstrata para descrever o mundo. É uma grandeza física que os físicos inventaram para descrever o mundo. - E perguntou:

– Como se calcula? É o produto de duas coisas.

Ele escreveu no quadro a expressão para a quantidade de movimento.

$$q = mv$$

Ele falou que quando estudassem o movimento de rotação, tratariam de outra grandeza física chamada quantidade de movimento angular.

Ele insistiu para que os alunos não confundissem movimento com quantidade de movimento.

Um aluno estava distraído fazendo barulho, batendo um anel metálico em outro. Isso estava atrapalhando a concentração dos colegas. O professor chamou atenção dele. O aluno não se acusou, fingiu que não era ele que estava fazendo barulho. O professor não o mandou para o SAE, mas o mandou parar com o barulho.

Ele prosseguiu a aula falando:

— Velocidade e quantidade de movimento não são a mesma coisa. As duas são grandezas vetoriais.

A turma estava silenciosa agora e prestando atenção na aula, com exceção do aluno que havia sido chamado atenção por causa do barulho. Ele estava distraído e mexendo em outros objetos que trouxera na mochila. Ele não estava totalmente disperso, estava dividindo a atenção entre a aula e a confecção de um objeto.

A aula prosseguiu. O professor deu um exemplo de um carro com mais massa que outro e ambos com mesma velocidade. Tentou fazer os alunos compreenderem que um deles teria maior quantidade de movimento.

Usou outro exemplo, um carro e um caminhão. Ele disse:

– Imaginem esses dois, um *smart* e um caminhão jamanta andando os dois a 80 km/h. Os dois andam juntos e batem contra o muro da Mauá.

Uma aluna falou que o menor voltaria para trás.

O professor falou que o maior estrago seria feito pela jamanta.

Prosseguindo com a aula, o professor fez a demonstração do pêndulo de newton. Ele falou: - “*Tem no vídeo e tem o experimento exposto na primeira bancada.*”. Ele perguntou: - “*Vocês querem fazer aqui ou ver o vídeo?*”.

Os alunos responderam:

– Vamos fazer aqui que é mais divertido. – Ele alternou entre o pedido dos alunos e o vídeo.

Um dos alunos perguntou:

– Por que este para logo e o do vídeo demora mais para parar?

Outra aluna disse que viu nos comentários do site que as bolinhas não podiam continuar o movimento para sempre, elas parariam em algum momento. Ela disse:

– Só se elas estivessem no vácuo continuariam em movimento. Elas param por causa do ar.

Ele apresentou o *gif* do site da Wikipédia sobre o pêndulo de Newton. No *gif* animado as bolinhas não param nunca. Ele explicou que este da Wikipédia é um pêndulo idealizado. No mundo real não aconteceria exatamente como no pêndulo idealizado. O professor perguntou o porquê. Os alunos tentaram responder. Após a discussão, eles concluíram que seria por causa da resistência do ar.

Ele fez mais uma provocação dizendo que mesmo se colocassem o pêndulo no vácuo ainda pararia. Uma aluna percebeu que elas faziam barulho quando colidiam e disse: - “*É o som!*”. O professor continuou a explicação, falando sobre transferência de energia em energia sonora.

O professor perguntou:

– Que outra coisa é capaz de fazer diminuir a energia? Quanto mais elas colidem a tendência é que elas esquentem.- E explicou:- São processos irreversíveis. Uma vez que essas energias foram retiradas não tem mais como devolver para o sistema. Processo irreversível.

Ele explicou que seria melhor construir o pêndulo com materiais com alto coeficiente de restituição que permitissem maior transferência de quantidade de movimento, como bolinhas gude, sinuca, bolinhas maciças metálicas como as da demonstração.

Ele escreveu no quadro a expressão vetorial para quantidade de movimento, ele falou que a quantidade de movimento é uma grandeza vetorial, necessita de direção sentido e intensidade.

Desenhou dois vetores, um para cada lado. Perguntou:

– Esses dois vetores que estão no quadro possuem a mesma direção?

Os alunos responderam que sim.

Ele perguntou:

– Por quê?

Os alunos responderam que seria porque os vetores estão em paralelo.

Ele esclareceu:

– Eles possuem a mesma direção e sentidos opostos.

Ele desenhou vários vetores de intensidades e sentidos diferentes. Fez um exercício com os alunos para que eles comparassem a direção, o sentido e a intensidade dos vetores. A aula encerrou com essa discussão.

3.5.12. Observação 12

Dia 17/04/2014

Turma 91 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 8h45min às 10h15min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 11 meninos e 15 meninas

O professor iniciou a aula fazendo a chamada. A turma estava bastante inquieta e barulhenta. Ele chamou um aluno dizendo para ele sentar na primeira bancada, pois não queria conversa. Ameaçou: - “Senta aqui na frente senão vou ter que te tirar da aula”. Outra aluna chegou depois e ele também a chamou para sentar na primeira bancada. O professor estava impaciente com a turma nesse dia. Pediu para mais duas alunas trocarem de lugar. Pediu para outro aluno que estava sentado na última

bancada para não conversar com o colega do lado. O aluno reclamou que não conseguia enxergar o quadro. O professor arrumou um lugar em uma bancada mais na frente para ele.

No quadro-negro haviam representadas três situações de trombadas. Pediu para que não copiassem por enquanto. Que só prestassem atenção, pois teriam tempo para copiar depois. As três situações eram: 1-Batida traseira, 2-Batida frontal, 3-Batida frontal. Ele avisou que as três situações estavam no capítulo 5 do livro.

Ele revisou o conteúdo visto nas aulas anteriores. Colocou a fórmula da quantidade de movimento com símbolo vetorial no quadro. Discutiu e perguntou a eles:

– Por que velocidade é uma grandeza vetorial?

Escreveu a fórmula escalar logo embaixo dizendo que nestes exemplos, por serem unidimensionais utilizariam aquela fórmula.

Ele explicou a primeira situação: Um carro com velocidade v_1 pecha em um caminhão parado. Qual a quantidade de movimento do carro e do caminhão antes e depois?



Figura 9: Representação de uma colisão traseira.

$m_1 = 100 \text{ kg}$	$M_2 = 1000 \text{ kg}$
$V_1 = 72 \text{ km/h}$	$V_2 = 0$
$Q_{1a} = ?$	$Q_{2a} = ?$
$Q_{1d} = ?$	$Q_{2d} = ?$

Tabela 3: Dados do exemplo sugerido pelo professor: Colisão traseira.

No canto do quadro ele explicou como trabalhar com as unidades e solicitou aos alunos.

O professor disse:

– Quero que vocês calculem a quantidade de movimento do carro um.

Ele explicou aos alunos como converter velocidade de km/h para m/s. - “Para passar de km/h para m/s dividimos por 3,6, o contrário multiplica por 3,6.” Escreveu a regra no canto do quadro. Falou que se tivessem dificuldades poderiam ir no Laboratório de Física pedir auxílio para o monitor.

Ele converteu, com os alunos, o valor da velocidade do carro para m/s. Pediu para eles calculassem o valor da quantidade de movimento.

Um aluno calculou e respondeu:

– 20.000!

O professor questionou:

– 20.000 o quê?

O aluno respondeu:

– 20.000 quantidades de movimento!

O professor colocou a mão na cabeça, frustrado com a resposta do aluno, e falou:

– 20.000 kg. m/s!

Depois ele pediu para que os alunos calculassem a quantidade de movimento da caminhonete (*Hilux*). Eles calcularam e responderam corretamente: - “Zero!”

Ele reforçou:

– Todo mundo concorda que a Q_2 é zero? Se a velocidade é zero, a caminhonete está parada e a quantidade de movimento é zero.

Chamou a atenção:

– Se nós tratarmos as duas *Hilux* como um sistema isolado, ou seja, só podem interagir entre elas, colidirem, se chocarem, então a quantidade de movimento desse sistema se conserva!” Perguntou:

– Então qual é a quantidade de movimento total do sistema? Qual é o nosso sistema mesmo? - “As duas *Hilux*.”

Os alunos respondem:

– É 20.000!

O professor questiona:

– É 20.000 o quê? Laranjas?

Ele explicou no quadro-negro a unidade para a quantidade de movimento linear.

Ele prosseguiu a aula trabalhando nas outras duas situações de colisões.

Na situação dois, o carro possuía uma velocidade maior para alcançar a caminhonete e na situação três, os dois veículos possuíam velocidades contrárias e colidiam frontalmente. Para todas as situações o professor trabalhou com os alunos a questão das unidades das grandezas e fez o cálculo da quantidade de movimento.

3.5.13. Observação 13

Dia 24/04/2014

Turma 91 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 8h45min às 10h15min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 14 meninos e 16 meninas

O professor iniciou a aula fazendo a chamada. Alertou um aluno que havia faltado na aula anterior de que a aula havia sido muito importante para a resolução dos exercícios e que deveria buscar o conteúdo com os colegas. Chamou a atenção de um aluno que estava mexendo no celular, pediu que o guardasse, e ironizou a situação do aluno: - “*Você está indo muito bem na disciplina de Física, de vinte aulas faltou a doze!*”.

Pediu aos alunos que abrissem os cadernos e passou algumas orientações sobre o questionário de vinte questões que estava no *Moodle*.

O professor estava impaciente. Disse logo no início da aula que quem conversasse ele mandaria

para o SAE (Setor de Atendimento Escolar)⁶. Avisou que haveria mais uma aula e que na aula seguinte quem assumiria as turmas do primeiro ano seriam os estagiários. A avaliação da primeira área foi prorrogada.

Desenhou no quadro três situações de trombada. A primeira, “Batida sai da frente”, tratava-se de um caminhão com certa velocidade inicial que colidiria em um carro parado. A segunda, “Batida passa por cima”, tratava-se de um carro com velocidade inicial prestes a colidir com um caminhão parado. E a terceira situação, “Batida eu não tenho medo”, ambos os veículos possuíam velocidades iniciais em sentido contrário, prestes a colidir frontalmente. O exercício proposto era semelhante ao da aula anterior. Havia a informação das massas dos veículos e velocidades iniciais, era proposto para calcularem a quantidade de movimento dos veículos antes e após a colisão.

O professor saiu da sala por alguns momentos para atender uma pessoa. A turma ficou inquieta enquanto ele esteve fora. Quando ele retornou, perguntou qual a diferença entre as colisões da aula passada com as situações dessa aula.

A turma respondeu:

– As massas são diferentes.

O professor confirmou a resposta dos alunos. Ele deixou claro que se tratava de situações idealizadas, *como o pêndulo de Newton*, pois não haveria deformação. Pediu aos alunos para que descrevessem o que aconteceria com os veículos após a colisão (desconsiderando a deformação).

Durante os períodos da aula, os alunos ficaram trabalhando nas três situações de colisão propostas no início da aula. O professor resolveu no quadro, junto com os alunos, o problema proposto para a primeira situação e metade da segunda. Encerrou a aula pedindo aos alunos que terminassem de calcular a quantidade de movimento para as demais situações.

3.5.14. Observação 14

Dia 30/04/2014

Turma 92 – Primeiro ano do ensino médio – Dois períodos de aula – 10h40min às 12h10min

Professor A

Sala 107 – Laboratório de Física – Colégio Aplicação UFRGS

Alunos presentes: 19 meninas e 10 meninos

O professor entregou um questionário com 20 questões para os alunos resolverem na aula. Deu um recado dizendo que a partir da próxima aula o estagiário assumiria a regência da turma. Eles vibraram com a ideia de ter aula com o estagiário. Pareceram estar animados com a ideia.

Ele comentou com a turma que os estagiários pretendiam fazer uma visita ao museu MCT-PUC (Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Os alunos gostaram da ideia, a maior parte deles aprovaram a ideia.

Uma aluna me pediu ajuda em uma das questões do questionário. A questão era: Quando caminhamos em um sentido, empurramos a Terra em sentido oposto. É correto dizer isso? Justifique.

Eu auxiliei a aluna com o mesmo raciocínio que o professor utilizou nas aulas, quando ensinara o conteúdo. Ela pareceu entender qual resposta deveria escrever, mas não pareceu ter compreendido.

⁶ No SAE é feito uma carta aos pais informando o comportamento do aluno e é registrado na ficha do aluno sobre sua indisciplina.

Esta foi a primeira aula na qual interagi com os alunos. Nas outras eu apenas observava, nessa eu atendi as dúvidas que eles tiveram sobre a lista de exercícios.

Outra aluna chamou-me para auxiliá-la em outra questão. A questão era: Uma jamanta possui velocidade com mesma direção e sentido de uma bicicleta. Qual a quantidade de movimento terá maior valor?

A dúvida da menina era porque na alternativa não estava dito que os valores da velocidade da jamanta e da bicicleta eram iguais. Porém, estava dito no enunciado e a menina não havia lido com atenção.

A aula continuou com o professor indo nos grupos e esclarecendo as dúvidas dos alunos. Os estagiários que estavam observando também auxiliaram nas dúvidas.

3.5.15. Monitoria na turma 91

Foram feitas, ao total, quatro monitorias durante o período de regência. Nas primeiras aulas de monitoria, poucos alunos compareceram.

Dia 22/05/14 – Três alunos presentes.

Dia 29/05/14 – Dois alunos presentes.

Dia 05/06/14 – Sete alunos presentes.

Dia 10/06/14 – 15 alunos presentes.

Os alunos trouxeram dúvidas sobre as questões das listas de exercício. Eu resolvi as questões no quadro-negro, conforme os alunos solicitaram.

Alguns alunos compareceram nas aulas de monitoria apenas para resolver as listas. Esses alunos, raramente solicitaram que eu resolvesse alguma questão específica, mas ficavam observando eu resolver as questões que outro colega solicitava.

A aula de monitoria que antecedeu à prova foi a que mais alunos compareceram. Eles estavam ansiosos com a prova, e preocupados com o conteúdo. Como havia muitos alunos, foi difícil dividir a atenção a todos. Eu resolvi as questões que eles me pediram no quadro-negro, mas enquanto eu as resolvia no quadro, nem todos prestavam atenção. Eles interrompiam minha explicação para perguntar dúvidas sobre outra questão diferente.

Uma aluna ficou indignada comigo porque havia me pedido para resolver uma questão e eu pedi a ela que aguardasse, pois estava tirando dúvidas de outro aluno. Ela ficou impaciente e foi embora. Não pude atender todos os pedidos dos alunos, mas ajudei eles esclarecendo dúvidas fundamentais para a compreensão do conteúdo e resolução das listas.

4. Planejamento e Regência

Neste capítulo descreveremos os planos de aula seguidos pelos relatos de suas aplicações. O cronograma completo das aulas é apresentado no APÊNDICE 12 – Cronograma de Regência.

4.1. PLANO DE AULA (1 e 2)

Data: 08/05/2014

Conteúdo:

- Apresentação, introdução da Unidade;
- Movimento de Rotação: Variáveis da rotação: *Velocidade angular, deslocamento angular, frequência angular, direção e sentido* no movimento de rotação.

Objetivos de ensino:

- Apresentar os conteúdos que serão trabalhados, metodologia de ensino e avaliação;
- Introdução sobre o tema Movimento de Rotação;
- Apresentação de vídeos para problematizar o estudo do movimento de rotação:
<https://www.youtube.com/watch?v=p5adbRd0Gss>; <https://www.youtube.com/watch?v=nTPKX-vz6MY>; <https://www.youtube.com/watch?v=0Z3Bvnw8XYU>;
- Apresentação de vídeo sobre corrida olímpica para problematizar o assunto da aula:
<https://www.youtube.com/watch?v=sI-cbt1u1uc>
- Apresentar as variáveis envolvidas no movimento de rotação:
 - Angulares: posição angular, deslocamento angular, velocidade angular;
 - Lineares: Velocidade tangencial;
 - Período e frequência.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Apresentar os conteúdos que serão trabalhados, metodologia de ensino e avaliação;
- Questionar os alunos se eles têm interesse em fazer a visita ao MCT-PUC, esclarecer sobre o valor da entrada (a programação da visita será esclarecida no roteiro da aula 5);
- Breve revisão dos conceitos de conservação da quantidade de movimento;
- Exibir parte do vídeo da apresentação de uma patinadora olímpica;
- Problematizar o tema Movimento de Rotação lançando as seguintes perguntas aos alunos: Como a patinadora consegue variar a velocidade com que ela gira? Como ela consegue fazer as acrobacias sem perder o equilíbrio?
- Exibir um vídeo sobre as provas de corridas em pistas arredondadas;
- Problematizar o porquê dos corredores não saírem todos da mesma posição;

Desenvolvimento:

- Demonstrar utilizando um toca-discos (ou roda de bicicleta) o sentido e a velocidade de rotação;
- Analisar o movimento de diferentes pontos sobre o prato do toca-discos (ou roda de bicicleta) a fim de destacar as diferenças entre as velocidades linear e angular;

- Fazer Marcas no disco e cronometrar quanto tempo o disco leva para executar certo número de voltas, a partir disso calcular a velocidade de rotação do disco;

Fechamento:

- Explicar o conceito de posição angular e deslocamento angular (utilizar como exemplo um relógio de ponteiros para auxiliar a explicação);
- Fazer a relação matemática de *ângulos e radianos, período e frequência*;
- Formular as expressões para *velocidade angular e velocidade linear* no movimento de rotação;
- Utilizar o aplicativo do Phet sobre rotações, disponível em: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/rotation> para reforçar os conceitos trabalhados;
- Entregar ou disponibilizar no Moodle a lista de exercícios 1 (ver APÊNDICE 2 – Lista de Exercícios 1)⁷.

Recursos:

- Projetor;
- Notebook;
- Toca-discos ou roda de bicicleta;
- Disco de vinil;
- Relógio de ponteiros;
- Quadro-negro;
- Giz;

Observações:

Não houve tempo para aplicar as questões de IpC sobre as variáveis do movimento de rotação (ver APÊNDICE 9 – Questões para IpC). Não foi discutido o sentido e direção da velocidade de rotação. Será recapitulado o conteúdo e definido o sentido e direção da velocidade de rotação na próxima aula.

4.1.1. Relato de regência Aula 1 e 2

Cheguei um pouco antes do horário da aula e fiquei próximo à porta da sala do laboratório, aguardando a aula da outra turma terminar. O professor me recebeu, viu que eu estava segurando discos e perguntou se eu precisaria do toca-discos que estava na sala dele. Eu respondi que não, pois o que eu queria era mostrar para os alunos o que eu conseguiria fazer com a roda de bicicleta. Entrei na sala e preparei o *notebook* para exibir os *slides*. O Professor me entregou a chamada da turma e aguardamos os alunos se acomodarem. Havia 29 alunos na aula.

Ele me apresentou e disse que a partir daquele momento eu assumiria a regência da turma, que os estagiários preparam boas aulas e que eles, os alunos, gostariam, pois dispusemos de bastante tempo pensando e planejando uma boa aula. Ele também frisou que para a aula ser boa dependia também deles (atenção e bom comportamento). Disse que deveriam me respeitar e me atender quando eu

⁷ A questão 3 da lista de exercícios, os alunos não conseguiram fazer sozinhos. Foi necessário explicar o funcionamento de um leitor de CD.

solicitasse, que eu teria autoridade de professora e poderia chamar a atenção, dar advertências e mandar para o SAE. Após essa apresentação, ele me passou a palavra.

Iniciei a aula dizendo meu nome e o assunto que eu trabalharia com eles. Fiz a chamada e comecei a apresentação de slides (ver APÊNDICE 3 – Slides da primeira Aula). Os primeiros slides tratavam das respostas ao questionário sobre as impressões da Física, que eu havia solicitado aos alunos que respondessem antes de iniciar a regência. Eles pareceram bastante interessados pela discussão sobre as respostas ao questionário. Falei sobre como seriam as aulas, a metodologia que usaria e como eu iria avaliá-los. Exibi os vídeos do Pelé e da prova de corrida que estavam programados no plano de aula. Conversei com eles sobre o “efeito de bola curva”. Exibi mais um vídeo que tratava do gol do jogador Roberto Carlos na copa de 97, em que a bola acerta o gol devido ao desvio da trajetória. Eles tentaram me explicar com as suas palavras o que ocorria para alterar a direção da trajetória. Eles pareceram interessados, os meninos principalmente. Deram-me outros exemplos de outros chutes e outros jogadores.

Fiz uma revisão sobre o conteúdo que eles tinham visto com o Professor A, sobre o movimento de translação e eles pareceram um pouco dispersos quando entrei no conteúdo de translação. Fiz algumas perguntas sobre o movimento de translação e percebi que alguns ainda não haviam compreendido o conteúdo, mas a maioria soube responder.

Introduzi o assunto sobre movimento de rotação exibindo o vídeo da patinadora. Perguntei para eles como a patinadora executava aqueles giros e como variava a velocidade de rotação. Eles tentaram me responder. Uma menina respondeu que a patinadora conseguia a velocidade do giro dando impulsos antes de começar a girar, e quando perguntei como ela mantinha a velocidade e conseguia variar, ela me respondeu que a patinadora continuava dando impulsos. Outro aluno respondeu que é quando ela encolhe os braços que ela gira mais rápido. Eu não respondi as questões sobre a patinadora, indiquei as respostas que estavam incorretas e as corretas. Disse que entenderíamos melhor o que acontece com a patinadora ao estudarmos o assunto da próxima aula. Os alunos pareceram gostar de responder às questões e se mostraram participativos.

Eu iniciei a explicação sobre o movimento de rotação. A intenção era definir como deveríamos descrever o movimento de rotação, comparando com o movimento de translação onde usaríamos a velocidade, uma grandeza vetorial com direção, sentido e intensidade, para descrever o movimento. Percebi que eles tiveram dificuldade para entender. Pareceram desinteressados quando entrei no conteúdo da aula.

Utilizei uma roda de bicicleta, com uma haste no eixo, para tentar mostrar a relação da velocidade linear com a velocidade angular. Havia um ponto vermelho marcado próximo à borda da roda. Marquei outro ponto com giz azul sobre o raio da roda, mais próximo ao eixo de rotação. Perguntei a eles qual dos pontos girava mais rápido. Alguns entenderam onde eu queria chegar com essa demonstração, mas muitos não compreenderam a relação e outros não conseguiram perceber que a velocidade linear do ponto mais próximo à borda da roda era maior. O ponto mais próximo à borda possui a velocidade linear maior, pois necessita percorrer uma distância maior no mesmo intervalo de tempo que o ponto mais próximo ao eixo de rotação. No final da aula retomei a explicação utilizando um simulador computacional onde é possível colocar, sobre um prato giratório, dois insetos (um besouro e uma joaninha) e perceber a diferença entre as velocidades lineares em pontos distintos sobre o prato.

Escrevi no quadro a letra ω , definindo-a como velocidade angular, e a relação com o raio e velocidade linear. Percebi que muitos ainda não haviam compreendido a relação, eles estavam agitados e eu preocupada, por ter percebido que muitos não haviam compreendido. Decidi gastar um pouco mais de tempo nisso para que eles entendessem. Caminhei entre as bancadas mostrando a roda, tentando fazer com que eles percebessem a diferença entre as velocidades dos dois pontos marcados na roda. Fui até o fundo da sala e depois voltei, parando nos grupos para mostrar a roda e explicar quando eles solicitavam.

Eles continuaram agitados. A conversa continuava mesmo quando eu chamava atenção. Perguntei a eles qual era a unidade de medida da velocidade angular. Eles não souberam responder. Expliquei, que era a quantidade de voltas por unidade de tempo. Fui ao quadro novamente escrevi a expressão

$$w = \frac{\Delta\theta}{t}$$

. Eles ficaram confusos com a expressão. Eles não estavam familiarizados com essa notação, me perguntaram o que era aquele triângulo e chamaram a letra *theta* de bola.

Desenhei um círculo no quadro para tentar explicar a expressão que eles não haviam entendido. Tive muita dificuldade, pois alguns estavam agitados e eu não consegui chamar a atenção deles para a aula. Percebi que havia perdido o controle da turma e não consegui fazer com que todos voltassem a atenção para mim. Isso me aborreceu bastante, mas segui com a aula, pois precisava avançar no conteúdo. Pensei em voltar à discussão da unidade de medida da velocidade angular depois de explicar os radianos, ou seja, que os ângulos são convencionalmente medidos em radianos.

Tendo em vista a agitação dos alunos, ficou muito difícil explicar o conteúdo. Os alunos que tentavam prestar atenção também estavam aborrecidos. Eles pediam para os colegas ficarem quietos, também sem sucesso.

Estes pareceram interessados na explicação da relação de π com o comprimento da circunferência. Perguntei se sabiam a diferença entre período e frequência. Expliquei e defini. Coloquei no quadro as relações e escrevi as suas unidades no sistema internacional de unidades (S.I.). Peguei o relógio e perguntei qual era o período do ponteiro dos segundos. Eles responderam sem dificuldade. Perguntei qual era a frequência, alguns se confundiram, mas expliquei novamente que a frequência era o inverso do período.

Já passava das 10 h e percebi que não daria tempo de aplicar as questões de *Peer Instruction*. Eu abri a tela com o simulador *Phet-Rotação da Joaninha* e mostrei os comandos e o que eles podiam fazer com o simulador. Disse que disponibilizaria para eles trabalharem com o simulador no *Moodle* e encerrei a aula às 10h15min Nesta hora eles já estavam ansiosos e se levantando para o intervalo.

4.2. PLANO DE AULA (3 e 4)

Data: 16/05/2014

Conteúdo:

- Momento de Inércia

Objetivos de ensino:

- Momento de inércia;
- Quantidade de movimento angular;

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Avisar os alunos sobre o *UFRGS-Portas Abertas* que ocorrerá no dia 17/05/2014.
- Avisar os alunos para providenciarem materiais para a prática da próxima aula: latinhas vazias, fita adesiva e clipes de papel;
- Recapitular o conceito de velocidade angular visto na aula anterior e definir a direção e o sentido da velocidade angular.
- Propor um desafio sobre quem consegue girar mais rápido um altere. Utilizar alteres de massa móvel, com distribuição de massa mais próximo ao eixo de rotação e com a distribuição de massa afastado do eixo de rotação.

Desenvolvimento:

- Relembrar o vídeo da patinadora exibido na primeira aula e iniciar diálogo com os alunos, questionar como é possível alterarmos a velocidade do giro sem intervenção externa;
- Discutir o conceito de momento de inércia e introduzir o conceito de conservação da quantidade de movimento angular.

Fechamento:

- Usar o exemplo do equilibrista em uma corda bamba e discutir a relação da distribuição de massa à distância ao centro de rotação;
- Demonstrar o experimento dos cilindros de materiais diversos e formas distintas (oca, maciça) rolando no plano inclinado para verificação da dependência da distribuição de massa e do formato do objeto no movimento de rotação;
- Apresentar a expressão matemática para o momento de inércia;
- Entregar aos alunos uma tabela com os momentos de inércia para diversas formas e distintas posições do eixo de rotação: aro, cilindro, esfera, bastão (ver APÊNDICE 5 – Tabela de Momento de Inércia Rotacional);
- Relacionar as grandezas I e w e apresentar a expressão matemática para a *quantidade de movimento angular*;
- Entregar ou disponibilizar no *Moodle* a lista de exercícios 2 (ver APÊNDICE 4 – Lista de Exercícios 2) e se houver tempo, fazer grupos para trabalhar na lista;

Recursos:

- Alteres com massa móvel;
- Rampa;
- Cilindros diversos;
- Quadro-negro;
- Giz;
- Material impresso para os alunos: tabela de momento de inércia, lista de exercícios;

4.2.1. Relato de regência Aula 3 e 4

Cheguei pontualmente às 8h no colégio. Encontrei o Professor A conversando com alguém no *hall* da escola. Ele me viu e disse para me apressar. Perguntou se eu não usaria o projetor nessa aula. Confirmei que não. Em seguida, ele perguntou se não haveria problema se a aula fosse na sala da turma em vez de ser no laboratório. Informei que podia ser e nos dirigimos à sala 123.

Preparei o material que utilizaria na aula sobre a mesa de professor: os halteres, os cilindros, uma pilha de folhas com tabelas de Momento de Inércia (ver apêndice 5) para distribuir aos alunos, o livro do GREF e coloquei minha mochila sobre uma cadeira. O professor me perguntou se eu gostaria de arredar a mesa para o centro da sala. Respondi que não precisava. Ele me entregou a chamada da turma e me deu instruções de como preencher. Alertou-me que na última aula eu só havia registrado um período, sendo que haviam sido dois. Lembrei que eu precisaria de um material do laboratório. Pedi ao professor que buscasse um pedaço de madeira que eu usaria como plano inclinado para a demonstração com os cilindros.

Iniciei a chamada. Uma aluna chegou e me entregou um bilhete contendo o nome dela. Eu não entendi logo, mas ela me explicou que era porque ela estava atrasada. É costume, no Colégio de Aplicação, os alunos atrasados entregarem um bilhete do SAE ao entrar na aula. Mais alguns alunos chegaram atrasados, duas meninas que não me entregaram o bilhete, mas permiti que entrassem, e mais dois meninos que entraram me entregando bilhete.

Terminei a chamada e estavam presentes 30 alunos. A turma estava agitada e precisei pedir silêncio

para iniciar a aula. Aguardei um pouco até que ficassem todos calados. Diferente da aula anterior, eles ficaram quietos após o meu pedido. Isso me animou, pois eu poderia iniciar a aula sem precisar forçar a voz. Iniciei a aula passando aviso sobre o *UFRGS Portas Abertas* e sobre o material que precisaríamos para o experimento da próxima aula.

Procurei por giz para escrever no quadro-negro. Não havia nenhum na sala. Um aluno percebeu que fiquei aflita por não ter encontrado giz e se ofereceu para buscar. Aguardei um pouco até ele voltar. A discussão iniciou com os assuntos que não haviam sido discutidos na aula anterior – vetor velocidade linear, vetor aceleração centrípeta, vetor velocidade angular – direção e sentido de um vetor.

Perguntei se tinham feito a lista de exercícios que eu havia colocado no *Moodle* e se algum deles havia trabalhado com o simulador *Phet-Rotação da Joaninha*, pois não havia recebido retorno de entrega da lista. Eu queria saber por que e perguntei se eles estavam conseguindo fazer. Uma aluna respondeu que tentou, mas que não havia conseguido. Ela não havia entendido o que eram radianos, que eu havia explicado na aula anterior, e isso estava impedindo-a de compreender as questões da lista. Disse a ela que explicaria novamente no final da aula.

Expliquei a regra da mão direita que determina a direção e o sentido da velocidade angular. Pelas perguntas dos alunos, percebi que estavam com dificuldades para entender. Fiquei um pouco angustiada por eles não entenderem. Não consegui lembrar de nenhum exemplo para ajudá-los a compreender. Disse a eles que eles entenderiam melhor o sentido da velocidade angular nas aulas seguintes, e continuei com a aula.

Fiz uma demonstração usando os alteres com massas deslocáveis. Chamei dois alunos como voluntários e propus um desafio de quem conseguiria girar mais rápido os alteres. Entreguei o altere com massa próximo ao eixo de rotação a uma menina e o outro com as massas afastadas do eixo de rotação a um menino. Expliquei e defini o que é quantidade de movimento.

Segui a aula propondo outro desafio que utilizaria um conjunto de cilindros de mesmo tamanho e com a distribuição de massas diferentes. Pedi alguns voluntários. Eles me ajudaram a deslocar minha mesa ao centro da sala. O desafio consistia em responder qual dos cilindros chegaria mais rápido quando eles os soltassem no plano inclinado. Eles já haviam compreendido, não tiveram dificuldade para responder. Responderam corretamente antes de eu soltar os cilindros na rampa. Percebi que talvez os alunos no fundo da sala não tivessem observado direito, mas nenhum deles se manifestou. Repetimos com mais um par de cilindros maciços, um com madeira no centro e as bordas de latão, e outro com latão no centro e as bordas de madeira.

Concluído, pedi aos voluntários que sentassem. Em seguida expliquei sobre o momento de inércia e passei um exercício como exemplo. Pedi que eles resolvessem e, passados alguns minutos, ajudei-os resolvendo o exercício no quadro, pois eles me pediram que eu resolvesse. Eu não estava escrevendo no quadro. Eles sentiram falta disso.

Propus outro exercício, complementar ao que estávamos fazendo, mas um aluno interrompeu: - “Termina esse antes, professora! Você não colocou a resposta ali no quadro ainda”. Esse mesmo aluno já havia me chamado atenção em outro momento pedindo que eu corrigisse um “ v ” que eu havia escrito com letra ilegível e se parecia com o número três. Eles corrigem o quadro. Queriam que o quadro fique sem erros e sintaticamente organizado, parecia ser importante para eles.

A sequência da aula foi bem-sucedida. Os alunos não ficaram entediados. No final da aula, fiz uma revisão sobre radianos conforme a aluna me solicitara anteriormente. Mas mesmo após a revisão, a aluna não compreendeu totalmente. Percebi que precisaria visitar mais uma vez os conceitos sobre deslocamento angular e radianos.

Diferente da aula anterior, os alunos se comportaram bem. Eles eram bons alunos e contribuíam para a aula de forma bem positiva. Posso dizer que, nesta aula, aprendi com eles detalhes importantes que não devem faltar em uma aula, como por exemplo, escrever todo o cálculo da resolução do exercício, escrever com letras legíveis, que são necessários exemplos numéricos para ajudar na compreensão do conteúdo e outros detalhes.

4.3. PLANO DE AULA (5 e 6)

Data: 22/05/2014

Conteúdo:

- *Quantidade de Movimento Angular* ou *Momentum Angular*;
- *Conservação da Quantidade de Movimento Angular*;

Objetivos de ensino:

- Definir o conceito de Quantidade de Movimento Angular;
- Demonstrar um experimento relacionado com a Conservação da Quantidade de Movimento;
- Tornar os alunos capazes de compreender os conceitos relacionados com a Conservação da Quantidade de Movimento;

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Discutir a origem das rotações comparando com o movimento de traslação;
- Citar exemplos de coisas que giram e introduzir o princípio de conservação da quantidade de movimento angular;
- Exibir parte de um vídeo sobre helicópteros para problematizar o tema – <https://www.youtube.com/watch?v=LDyPCDgRVA8>;

Desenvolvimento:

- Para exercitar o princípio de conservação da quantidade do movimento de rotação faremos uma adaptação do experimento proposto no livro 1 do GREF (atividade 3: Rotações, páginas 104, 105 e 106). Na versão do livro para o aluno está intitulado: “Os incríveis potinhos girantes”. Utilizaremos no lugar dos potinhos de filme, latas de refrigerante (ou rolinhos de papel higiênico), e no lugar da areia utilizaremos macarrão (ou qualquer cereal de baixo custo). A ideia é fazer os alunos “verem” a conservação da quantidade de movimento nas rotações.
- Entregar para os alunos uma cópia do roteiro da atividade experimental (ver APÊNDICE 7 – Roteiro de Experimento – Os Giros Também se Conservam)

Fechamento:

- Os alunos deverão montar o experimento e ao final da aula entregar ao professor o resultado do experimento com as respostas às questões proposta no roteiro.
- Entregar ou disponibilizar no *Moodle* a lista de exercícios 3 (ver APÊNDICE 6 – Lista de Exercícios 3);
- Exibir um pedaço de um episódio de *Os Simpsons*⁸ que fala sobre a conservação da quantidade de movimento angular;

Recursos:

- Latinhas de refrigerante (ou rolinhos de papel higiênico);
- Macarrão;
- Elásticos, barbante e fita adesiva;
- Clipes de papel;

⁸ Os Simpsons é um desenho animado bastante conhecido e que já foi exibido por diversas emissoras de TV aberta. Hoje em dia é exibido pela emissora Bandeirantes no Brasil.

- Material impresso com o roteiro do experimento;
- Quadro-negro e giz;
- Projetor e notebook;

Avaliação:

- Entrega ao professor das respostas às questões apresentadas no guia da atividade experimental.

Observações:

Não foi possível fazer a atividade de experimento devido aos alunos não terem levado o material solicitado. Também não foi exibido o vídeo sobre o helicóptero, pois não havia projetor. Reservei o projetor para esta aula, mas ao chegar no Colégio, algum outro professor pegou antes de mim (era comum eles não respeitarem as reservas).

4.3.1. Relato de regência Aula 5 e 6

Ao chegar ao colégio, o Professor A me informou que não havia conseguido pegar o projetor, embora tivesse feito a reserva. Assim sendo, eu não poderia exibir os vídeos que estavam planejados para problematizar o assunto da aula. Não foi esse o meu maior problema nesta aula, pois eu poderia fazer a narrativa do problema, que se tratava do giro das hélices do helicóptero e o porquê da utilização de um rotor secundário na sua cauda.

Perguntei aos alunos, enquanto eles se acomodavam nas classes, se eles haviam trazido as latas de refrigerante para a atividade experimental. Nenhum deles trouxera. Eu havia levado algumas latas de reserva, pois previ que algum aluno poderia esquecer de levar o material, mas não seriam suficientes para trabalhar em grupos. O plano de aula estava frustrado. Não havia projetor para pôr em prática um plano B, que seria aplicar a atividade de IPC sobre conservação da quantidade de movimento angular (ver APÊNDICE 9 – Questões para IpC). Em vez de fazer a atividade prática, transformei a aula em uma aula de demonstrações, em que expliquei cada montagem experimental que os alunos deveriam fazer na prática proposta no roteiro de experimento (APÊNDICE 7 – Roteiro de Experimento – Os Giros Também se Conservam) e entreguei as latas prontas aos alunos para circular entre as bancadas.

Durante a aula, os alunos estavam muito agitados. Foi necessário pedir silêncio muitas vezes, mesmo para fazer a chamada, que demorou mais tempo do que de costume, pois os alunos não respeitavam meus pedidos de silêncio. Os momentos de atenção que consegui não duravam muito, pois em seguida, eles voltavam a ficar agitados. Embora alguns tenham se esforçado para prestar atenção e tentar entender o que eu falava, outros continuavam com conversas e badernas. Houve um momento em que um aluno quebrou o cabo do guarda-chuva de um colega, que havia saído para ir ao banheiro. Eu não soube o que fazer para controlar a turma. O volume da minha voz não era alto o suficiente para chamar a atenção e eles não atendiam meus pedidos de silêncio. Falei para o aluno largar o guarda-chuva do colega e ficar sentado em seu lugar.

Entreguei para eles algumas cópias das listas de exercícios que eu havia planejado para a aula de monitoria. Pedi que aproveitassem o tempo restante para tentar fazer os exercícios. Um grupo de alunas manifestou dúvidas sobre o que são radianos. Não era a primeira vez que me questionavam sobre isso. Os alunos não haviam entendido o que eram radianos. Consequentemente, também, não haviam entendido o que é velocidade angular. Fiquei, preocupada com isso. Era necessário fazer uma revisão dos conceitos antes de seguir adiante com os conteúdos. Eu havia presumido que a carência no saber matemático dos alunos poderia ser um obstáculo no Ensino de Física. Essa foi a

terceira aula que eu explicava sobre a questão dos radianos e a impressão que tive foi de que ainda não haviam compreendido.

Eles continuaram com a bagunça enquanto eu atendia os grupos. O aluno que quebrou o guarda-chuva levantou-se do lugar e incomodou outros colegas. O Professor A fez um sinal para mim acusando que o aluno estava extrapolando. Foi necessário tirá-lo da sala. Com o apoio do Professor A mandei o aluno para o SAE do CAP, em medida disciplinar, cinco minutos antes de encerrar a aula. Estiveram presentes 28 alunos nessa aula.

4.4. PLANO DE AULA (7 e 8)

Data: 29/05/2014

Conteúdo:

- *Variação da Quantidade de Movimento Angular: Torque*

Objetivos de ensino:

- Tornar os alunos capazes de entender o conceito de Torque;
- Exercitar o conceito de torque;

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Fazer um paralelo com as variáveis do movimento de translação e rotação como revisão;
- Discutir o conceito de variação da *quantidade de movimento de translação* e introduzir o conceito de *variação da quantidade de movimento angular, torque*.

Desenvolvimento:

- Solicitar a três alunos voluntários que fechem a porta da sala utilizando apenas a ponta do dedo. O primeiro aplicará uma força próxima ao eixo de rotação da porta. O segundo, dado a dificuldade do primeiro em fechá-la, deverá aplicar uma força entre o eixo de rotação e a maçaneta da porta, e o terceiro deverá aplicar uma força na altura da maçaneta. Fazer os alunos compreenderem por que é mais fácil fechar a porta quando aplicamos a força mais longe do eixo, e por que não notamos movimento ao aplicarmos a força paralelamente ao eixo;
- Discutir o conceito de braço de alavanca;
- Aplicar questões de IPC (ver APÊNDICE 9 – Questões para IpC) para desenvolver o conceito de torque;
- Fazer uma demonstração utilizando uma régua e um conjunto de massas para verificar a relação do braço de alavanca em relação à força aplicada;
- Discutir a expressão matemática para *torque*, $T = \text{braço de alavanca} \times \text{força}$.
- Aplicar mais questões IPC para desenvolver o conceito de braço de alavanca;
- Discutir os exemplos das ferramentas e a direção do torque;

Fechamento:

- Fazer um exercício calculando o torque para uma chave de boca apertando um parafuso;
- Entregar ou disponibilizar no *Moodle* a lista de exercícios 4 (ver APÊNDICE 8 – Lista de Exercícios 4);

Recursos:

- Quadro-negro e giz;
- Régua, pesos;
- Material impresso: questões IpC;
- Cartões para IpC

Observações:

Durante a recapitulação dos conteúdos, quando escrevi no quadro a tabela comparativa dos movimentos de translação e rotação, os alunos manifestaram muitas dúvidas. Não foi possível avançar o conteúdo nessa aula. Utilizei o tempo de aula para fazer a revisão dos conceitos e esclarecer as dúvidas dos alunos. O conteúdo planejado para essa aula foi postergado para a aula seguinte.

4.4.1. Relato de regência Aula 7 e 8

Cheguei no colégio muito atrasada, dez minutos após o sinal ter soado. O Professor A e meu orientador estavam aguardando aflitos com o meu atraso. Nessa aula meu estágio seria avaliado, isso me deixou um pouco angustiada.

Entrei na sala de laboratório e solicitei aos alunos que se deslocassem à sala de aula, pois o experimento só poderia ser feito lá. Tal experimento consistia em abrir e fechar a porta para a demonstração sobre torque, que estava planejada. Na porta da sala de laboratório não seria possível fazer devido ao contrapeso. Chegando à sala, o Professor A auxiliou-me na chamada, enquanto eu preparava os materiais que utilizaria na aula planejada. Havia 27 alunos presentes.

Iniciei a aula fazendo uma recapitulação dos conceitos, coloquei no quadro-negro uma tabela com as grandezas estudadas, velocidade angular, inércia rotacional, quantidade de movimento angular, fazendo um paralelo com o movimento de translação. Em uma coluna escrevi a grandeza rotacional e, na coluna do lado, o seu análogo translacional. Quando escrevi a velocidade angular acompanhada da expressão que a relaciona com a velocidade linear, os alunos manifestaram confusão. Eles não haviam compreendido a diferença entre as duas grandezas. Eles me questionaram por que eu estava colocando “aquele w ” no quadro e porque eu não usava “ v ” ou invés de “ w ”. Eles ficaram confusos.

Decidi revisar os conceitos físicos trabalhados até então, pois não poderia seguir adiante no conteúdo sem que eles tivessem compreendido o básico sobre o movimento de rotação. Comecei esclarecendo o que é velocidade linear. Fiz o desenho de um bloco se movimentando e expliquei o que era intervalo de tempo e distância percorrida. Coloquei as expressões no quadro utilizando a letra grega delta “ Δ ” para simbolizar o intervalo. Eles ficaram confusos com o símbolo. Mesmo eu tendo explicado previamente, eles não conseguiram compreender que aquele símbolo era utilizado para representar um intervalo. Uma aluna, com dúvidas sobre o símbolo, perguntou-me se ela não poderia utilizar “aquele outro triângulo”, pois ela achava mais fácil de entender. O outro triângulo que ela se referia era o mnemônico para a fórmula da velocidade, “Deus Vê Tudo”. Escrevi a regra, num canto do quadro, e perguntei a ela se era a aquele triângulo que ela estava se referindo e se ela realmente achava mais fácil usar isso.

Insisti em explicar o conceito de velocidade. Era necessário que eles compreendessem primeiramente o significado da grandeza velocidade linear para poder compreender o seu análogo no movimento de rotação. A explicação se estendeu mais do que devia em função das dúvidas dos alunos. Não foi a melhor maneira de abordar a revisão, levei muito tempo, mais do que eu pretendia para recapitular o conteúdo, mas não havia um roteiro prévio para seguir. Não foi a revisão que eu havia planejado fazer. Foi a necessidade dos alunos em rever os conceitos que governou essa aula. Eles tinham dúvidas e eu respondia conforme eles faziam os questionamentos. A sequência e o

ritmo da aula fluíram conforme eu esclarecia as dúvidas dos alunos. A revisão e esclarecimento das dúvidas se estenderam nos dois períodos previstos para a aula. Não entrei no conteúdo novo e a aula sobre torque foi postergada para a aula seguinte.

4.5. PLANO DE AULA (9 e 10)

Data: 05/06/2014

Conteúdo:

- *Variação da Quantidade de Movimento Angular: Torque*

Objetivos de ensino:

- Tornar os alunos capazes de entender o conceito de Torque;
- Exercitar o conceito de torque;

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Fazer um paralelo com as variáveis do movimento de translação e rotação;
- Discutir o conceito sobre variação da *quantidade de movimento de translação* e introduzir o conceito de *variação da quantidade de movimento angular, torque*.

Desenvolvimento:

- Solicitar a três alunos voluntários que fechem a porta da sala utilizando apenas a ponta do dedo. O primeiro aplicará uma força próxima ao eixo de rotação da porta. O segundo, dado a dificuldade do primeiro em fechá-la deverá aplicar uma força entre o eixo de rotação e a maçaneta da porta, e o terceiro deverá aplicar uma força na altura da maçaneta. Fazer os alunos compreenderem por que é mais fácil fechar a porta quando aplicamos a força mais longe do eixo, e por que não notamos movimento ao aplicarmos a força paralelamente ao eixo;
- Discutir o conceito de braço de alavanca;
- Aplicar questões de IPC (ver APÊNDICE 9 – Questões para IpC) para desenvolver o conceito de torque;
- Fazer uma demonstração utilizando uma régua e um conjunto de massas para verificar a relação do braço de alavanca em relação à força aplicada (conforme atividade proposta no Anexo 1);
- Discutir a expressão matemática para *torque*, $T = \text{braço de alavanca} \times \text{força}$.
- Aplicar mais questões IPC para desenvolver o conceito de braço de alavanca;
- Discutir os exemplos das ferramentas e a direção do torque;
-
- Fechamento:
- Fazer um exercício calculando o torque para uma chave de boca apertando um parafuso;
- Entregar ou disponibilizar no *Moodle* a lista de exercícios 4 (ver APÊNDICE 8 – Lista de Exercícios 4);

Recursos:

- Quadro-negro e giz;
- Régua, pesos;
- Material impresso: questões IpC;

- Cartões para IpC

4.5.1. Relato de regência Aula 9 e 10

Antes de iniciar a aula, um aluno comentou comigo que havia compreendido o que era momento de inércia. Disse que só havia entendido por ter consultado o monitor da disciplina e que eu não havia explicado isso nas aulas. Eu disse a ele que havíamos tido uma aula somente sobre inércia rotacional e que havíamos definido o que era momento de inércia naquela aula. Nessa aula eu repeti várias vezes a definição de inércia rotacional, mas não escrevi com palavras no quadro e nem pedi aos alunos que transcrevessem no caderno. Os alunos não escreviam no caderno as definições relevantes do conteúdo estudado se não houvesse uma solicitação explícita do professor. Se não fossem escritas no quadro-negro, ou ditadas, não poderíamos certificar que os alunos tomaram nota do conteúdo para consulta posterior. Sem o registro escrito, os alunos não eram capazes de se lembrar com clareza e precisão dos conceitos trabalhados nas aulas. Eu disse ao aluno que compreendia que ele pudesse estar distraído e não recordasse de quando desenvolvi a definição de inércia rotacional naquela aula. Pedi a ele que sentasse que eu recapitularia esses conceitos nesta aula.

Havia 29 alunos presentes. Iniciei a aula fazendo uma recapitulação dos conceitos desenvolvidos nas aulas anteriores. Escrevi por extenso (sem usar símbolos), no quadro, o nome das grandezas e defini oralmente cada uma. Pedi aos alunos, aqueles que não haviam feito isso nas aulas anteriores, que transcrevessem no caderno as definições. Escrevi, logo abaixo do nome, as expressões matemáticas para as grandezas velocidade angular, momento de inércia e quantidade de movimento angular. Alguns alunos ficaram confusos, pois, antes de fazer a recapitulação, eu disse a eles que a aula seria sobre torque e escrevi a palavra “Torque” no topo do quadro como título da aula. Embaixo do título escrevi os conceitos da recapitulação. Os alunos interromperam a recapitulação para dizer que não entenderam o que era torque. Não estava claro para alguns alunos que eu estava revisando o conteúdo antes de abordar o conteúdo novo.

A sequência planejada da aula foi bem-sucedida. A maioria dos alunos compreendeu a relação da força aplicada com a distância ao eixo de rotação quando demonstrei o torque utilizando a porta da sala. Pedi que aplicassem uma força próximo à dobradiça da porta e em seguida próximo à borda. Pedi que sentissem a diferença na força necessária para fazer a porta se movimentar e descrevessem à turma. Escrevi no quadro, por extenso, a expressão para o torque: Torque = distância ao eixo x força aplicada.

Apliquei uma questão de IpC, a questão três das questões conceituais sobre torque (ver APÊNDICE 9 – Questões para IpC). Alguns alunos responderam corretamente, mas a maioria não acertou. Pedi que eles discutissem em grupo a questão, e que convencessem o colega que sua resposta é a correta. Passado alguns minutos, abri para votarem novamente na resposta. A maioria acertou na segunda votação. A discussão em grupo foi efetiva, mas percebi que um dos grupos foi convencido a votar na resposta incorreta. Solicitei a um dos alunos que comentasse seu argumento para todos os colegas. Ele falou em tom baixo e a maioria dos colegas não escutou. Outro aluno se dispôs a explicar no quadro seu argumento. Ele estava correto e soube explicar com palavras e um desenho sua resposta.

Complementei a explicação do aluno explicando a todos a resposta da questão. Fiz a definição de braço de alavanca. “Braço de alavanca é a distância mais curta entre a força aplicada e o eixo de rotação. É a distância perpendicular entre o eixo e a linha de atuação dessa força”. Disse a eles que a “distância ao eixo” de rotação que estava escrito na expressão do torque, no quadro-negro, poderíamos substituir por “braço de alavanca”, ou simplesmente R (raio). Solicitei a eles que transcrevessem para o caderno, dei a definição. Prossegui a aula com mais duas questões conceituais utilizando IpC. Não tivemos tempo para trabalhar uma questão numérica. Ao final da

aula disse que disponibilizaria no Moodle um material adicional para leitura sobre torque, que o estagiário da turma 92 havia elaborado (ver ANEXO 1 – Atividade de Laboratório – Torque) e uma atividade de revisão para eles trabalharem com o simulador do *Phet* (APÊNDICE 10 – Roteiro do Simulador Phet-Rotação da Joaninha). Encerramos a aula às 10h15min.

4.6. PLANO DE AULA (11 e 12)

Data: 07/06/2014

Conteúdo:

- Revisão dos conteúdos;
- Esclarecimentos de dúvidas referentes aos assuntos abordados ao longo das aulas.

Objetivos de ensino:

- Revisar o conteúdo;
- Comparar o movimento de traslação com o movimento de rotação (fazer um paralelo);
- Esclarecer dúvidas sobre a lista de exercícios.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Explicar os principais conceitos desenvolvidos ao longo das aulas;

Desenvolvimento:

- Utilizar o método de instrução pelos colegas (*Peer Instruction*) para fazer a revisão conceitual utilizando o projetor para exibição das questões (APÊNDICE 9 – Questões para IpC);

Fechamento:

- Questionar aos alunos se possuem dúvidas sobre as questões das listas de exercícios trabalhadas nas aulas;
- Explicar as dúvidas levantadas pelos alunos.

Recursos:

- Quadro-negro;
- Giz;
- Cartões para o método *Peer Instruction*;
- Projetor;
- Notebook.

4.6.1. Relato de regência Aula 11 e 12

Iniciei a aula fazendo um paralelo entre os movimentos de traslação e rotação. Havia 16 alunos presentes. Escrevi no quadro uma tabela com as grandezas físicas que envolvem o movimento de rotação e seu análogo translacional. Recapitulei sobre a relação da velocidade linear com a velocidade angular e sua dependência com o raio. Usei o carrossel como exemplo, fazendo um desenho no quadro. Não havia muitos alunos na aula. Eles estavam inquietos e preocupados com as listas. Interromperam a revisão dos conceitos algumas vezes, pois queriam que eu resolvesse as

questões das listas. Disse a eles que iríamos resolver algumas questões das listas, mas que antes resolveríamos algumas questões conceituais utilizando os cartões. Eles demoraram um tempo para entender as questões. A explicação do que as questões pediam demorou mais tempo do que eu havia planejado. Atribuí isso ao fato deles estarem sentados em grupos e não estarem com a atenção totalmente voltada no que eu falava, pois havia conversa entre eles e alguns grupos estavam mais interessados em trabalhar nas listas do que em prestar atenção na revisão. Foi necessário repetir a explicação sobre as questões várias vezes antes de abrir as votações com os cartões.

Isso aconteceu também para as explicações das respostas das questões. Eu repeti as explicações mais de uma vez, pois quando eu explicava, sempre havia um dos grupos que não estava prestando atenção, e depois me perguntavam, ou pediam que eu repetisse. Um aluno me fez uma pergunta sobre a resposta de uma das questões, mas eu não entendi direito qual era a dúvida dele. Respondi a ele repetindo a explicação que eu havia dado, com outras palavras. Isso acabou os confundindo, pois eles acertaram as duas primeiras questões de IpC e erraram a última. O fato de ter explicado várias vezes de maneira diferente as questões confundiu-os.

Resolvi algumas questões das listas no quadro. Mas a atenção dos grupos estava dividida. Quando eu resolvia uma questão que um dos grupos havia pedido, os outros grupos não prestavam a atenção. Houve uma aluna que pediu que eu resolvesse uma questão, mas não prestou atenção enquanto eu explicava. Não foi muito produtiva a aula de revisão, a atenção dos alunos estava muito dispersa.

4.7. PLANO DE AULA (13 e 14)

Data: 12/06/2014

Conteúdo: Avaliação

Objetivos de ensino: Avaliar a aprendizagem do conteúdo abordado ao longo das aulas.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- Distribuição da prova escrita
- Leitura e esclarecimento de dúvidas sobre a realização da prova;

Desenvolvimento:

- Realização da prova individual e sem consulta;
- Esclarecer alguma dúvida, caso os alunos se manifestarem;

Fechamento:

- Recolhimento da avaliação.

Recursos:

- Avaliação escrita em papel;
- Quadro-negro;
- Giz.

Avaliação:

Avaliação escrita (ver APÊNDICE 11 – Avaliação)

4.7.1. Relato de regência aula 13 e 14

Cheguei ao Colégio de Aplicação da UFRGS alguns minutos antes do horário da aula e aguardei o sinal de troca de período para entrar na sala. Havia 26 alunos presentes. Ao entrar, organizei sobre a mesa de professor as avaliações e folhas em branco a serem distribuídas aos alunos. O Professor A instruiu os alunos a separarem as classes em fileiras distantes uma das outras. Primeiramente, distribuí as folhas com a avaliação aos alunos, e após, distribuí uma folha em branco para cada aluno transcrever as respostas e os cálculos. Informei que havia um formulário no final da folha 2 da avaliação, e que não seria necessário escrever o formulário no quadro. Uma lista de presenças foi passada para os alunos assinarem.

O Professor A e eu ficamos em pé na frente da classe observando os alunos fazerem a prova. Não houve manifestações de dúvidas, exceto por uma menina que me questionou quantas casas depois da vírgula deveria deixar na resposta. O Professor A fez um sinal para mim, entendi que eu não deveria responder as dúvidas dos alunos. Os alunos pareceram estar intimidados para fazer questionamentos devido à presença do Professor A.

Transcrevi as presenças da lista assinada para a folha de chamada da turma enquanto os alunos faziam a prova. Após concluírem, eles foram instruídos para deixar as folhas viradas embaixo da classe e aguardar o término do período. Alguns alunos, ao finalizarem a prova, pediram permissão para fazer outras tarefas como listas de exercícios ou ler um livro enquanto aguardavam o final da aula.

Um pouco antes de acabar o período, o Professor A recolheu as provas e organizou-as por ordem alfabética. Entregou-as a mim e me orientou sobre como deveria fazer as correções, escrevendo os acertos de maneira percentual e combinamos uma data para que eu entregasse os resultados.

A maioria dos alunos não conseguiu resolver as questões que envolviam cálculo, mas um grande número soube responder às questões conceituais da prova. Em geral, os alunos não apresentaram um bom desempenho na avaliação. Muitos alunos não fizeram as listas de exercícios. Grande parte das listas entregues foram copiadas dos alunos que haviam feito. Foi possível observar que os alunos que tiveram um bom desempenho na prova entregaram com bastante antecedência as listas de exercícios, foram participativos nas aulas e sempre buscaram esclarecer suas dúvidas.

5. Conclusão

O estágio em docência é uma etapa fundamental no curso de licenciatura. É nesta etapa que o licenciando coloca em prática todas as habilidades desenvolvidas durante o curso. No meu estágio em docência percebi que muitos fatores influenciam no sucesso de um professor. A didática, o conhecimento teórico e as metodologias utilizadas contribuem apenas em parte para que uma aula seja bem-sucedida. Esses são alguns requisitos mínimos para que um professor entre em sala de aula. A outra parte depende da dedicação do professor, da sua habilidade em oratória e do seu relacionamento com os alunos.

Enquanto estudante, sempre considerei uma aula boa quando o professor conseguia prender minha atenção do início ao fim de sua explanação, quando a narrativa tornava o conteúdo instigante e era possível discutir dúvidas além do objetivo básico da aula. Fazer uma aula desse tipo não é uma tarefa simples. Além dos requisitos básicos e da dedicação do professor, demanda constante experiência. O estágio em docência é a primeira experiência de muitos professores em formação. E assim foi no meu caso. Eu não esperava atingir meus alunos da mesma maneira que meus melhores professores conseguiram me atingir. Mas me dediquei ao máximo para que minhas aulas não fossem ordinárias, que fossem boas experiências para mim e para meus alunos. A experiência que me faltava eles me deram. Eles fizeram eu perceber onde eu falhava. Foram as manifestações de dúvidas e de apelos para que eu melhorasse minha explicação, que me fizeram perceber que não bastava somente um bom plano de aula. Falhei diversas vezes em minha oratória. Não deixei claro alguns pontos importantes do conteúdo, que acumularam dúvidas e culminaram em uma forçada aula de revisão de conteúdos. Fatores como a voz fraca e a consequente perda de domínio da turma, em algumas das aulas, contribuíram para isso. É nesse sentido que a falta de experiência em turma pode ter prejudicado as aulas.

O período de estágio é muito curto para o licenciando explorar o todo necessário. As 14 horas-aula de regência são muito poucas. Deveria haver pelo menos mais uma cadeira de estágio no currículo obrigatório do curso de Licenciatura em Física, pois é relevante que o licenciando tenha mais de uma experiência em sala de aula. Com mais tempo, poderiam ser exploradas outras metodologias, estratégias de ensino e público-alvo.

O público-alvo seriam turmas de ensino médio, de escolas públicas, em que os alunos estivessem dentro do período regular de formação. Não poderiam ser turmas de EJA ou de nono ano onde também ocorrem aulas de Física.

Quando estava a procura de uma escola da rede pública estadual para a realização do estágio, professores de Física, diretoras e alunos das escolas me perguntavam porque eu queria ser professora de Física. A pergunta não tinha a intenção de investigar os motivos pelos quais eu decidi ser professora de Física e sim ironizar a real situação do ensino público. Há nessas pessoas uma certa desmotivação em relação ao ensino. Como se o ensino público fosse “um caso perdido” e eu querer iniciar uma carreira como professora fosse uma insanidade.

Ao me apresentar no Colégio de Aplicação da UFRGS como estagiária, observei uma perspectiva diferente. Eles não questionaram os motivos da minha escolha pela Licenciatura em Física. Receberam-me e auxiliaram-me com os trâmites iniciais e desejaram-me uma boa experiência de estágio. Durante a regência, os alunos do CAp perguntaram o porquê de eu estar me formando em Licenciatura em Física, mas diferente dos alunos das outras escolas, eles não estavam desdenhando da carreira de professor. Eles estavam querendo saber o que eu achava de interessante na Física. Estavam curiosos, pois, na fase em que estão, eles possuem dúvidas sobre qual carreira seguir, então, para eles, era importante saber o porquê da minha escolha.

A comparação entre esses episódios, me fizeram pensar que a perspectiva do professor sobre o ensino tem reflexo direto nos alunos e, conseqüentemente, na própria instituição de ensino. Professores decadentes fazem um ensino decadente. Professores que se empenham em melhorar a situação do ensino efetivamente fazem um melhor ensino.

Melhorar o ensino implica em verificar o que não está indo bem e fazer diferente. Durante o planejamento das aulas, evitamos uma abordagem tradicional de ensino, por saber que os resultados são previsíveis: alunos desinteressados pela disciplina de Física e sem compreensão total do conteúdo. Nos dedicamos a elaborar aulas com metodologias diversificadas, evitando sempre longos períodos de explanação oral que tendem a entediar os alunos e fazer com que suas atenções se dispersem. Interpolamos exposições de conteúdo com demonstrações e verificamos que isso faz diferença. Em uma aula sobre momento de inércia, levei um par de alteres com massas deslocáveis demonstrando que, se colocássemos as massas próximo ao eixo de rotação, verificaríamos uma menor dificuldade em girar o altere e que essa “dificuldade” definíamos como momento de inércia. Os alunos ficaram empolgados com o que viram, fizeram questionamentos e a aula foi agradável e eficiente.

Quando não foi possível levar demonstrações, buscamos utilizar novas estratégias de ensino na sala de aula, como a prática de IpC. O IpC foi utilizado para desenvolver com os alunos o conceito sobre torque. Em vez de explicar os conceitos e apresentar os novos símbolos e funções matemáticas que eles não dominam, como as funções trigonométricas, fizemos com que eles aprendessem o conceito de torque com uma demonstração e a discussão em grupos pela prática de IpC. Os alunos gostaram da prática, e a maioria deles acertou a questão sobre torque na avaliação.

Preocupada em não tornar as aulas entediantes e que os alunos não dispersassem, falhei em fazer com que os alunos transcrevessem os conceitos para o caderno, pois só utilizei o quadro-negro para formalizar as relações das grandezas estudadas (velocidade angular, momento de inércia, quantidade de movimento angular e torque) em expressões matemáticas. Eles sentiram falta de ter as definições escritas no caderno e, após a terceira aula, me pediram que escrevesse os conceitos no quadro ou que eu ditasse. Eles sentiram a necessidade de escrever os conceitos como uma maneira de reforçar a aprendizagem. Ver, ouvir e escrever são três estímulos que combinados reforçam a memória e auxiliam na aprendizagem.

O desempenho da turma após a avaliação não foi muito bom. A prova foi composta por duas questões trabalhadas nas listas de exercícios (uma conceitual e outra de cálculo), duas questões conceituais trabalhadas pelo IpC e uma questão de cálculo inédita. A maioria conseguiu responder as questões conceituais, mas erraram ou deixaram em branco as questões que envolviam cálculo.

Verifiquei que alguns alunos que não entregaram as listas de exercícios, só conseguiram fazer as questões conceituais na prova. Tive dificuldade para fazer com que os alunos trabalhassem com as listas de exercícios. Prorroguei os prazos de entrega, falei que valeria nota, mas, mesmo assim, não adiantou. Muito poucos alunos as fizeram. Os demais, nitidamente, copiaram as respostas de quem tinha feito. Isso foi constatado na correção, onde observei que um erro de cálculo se repetiu identicamente nas respostas de vários alunos. Também houve uma questão em que a proposta era calcular o torque na alternativa (a) e (b) e discutir se a afirmação da letra (c) estava correta. Muitos alunos responderam dizendo que a alternativa (c) era a correta (como se fosse uma questão de marcar a alternativa correta), pois copiaram a resposta de um aluno que não soube calcular o torque nas alternativas (a) e (b) e respondeu a terceira alternativa dizendo que a afirmação estava correta e justificando a resposta.

Um grande problema do ensino médio é que os alunos não sabem estudar sozinhos, não têm o costume de fazer as questões em casa e deixam para estudar os conteúdos na véspera das provas.

Enfim, a experiência de estágio foi agradável e muito relevante no meu crescimento pessoal. Na

minha primeira experiência em preparar e dar uma aula para uma das cadeiras de seminários do curso de Licenciatura em Física, eu não consegui iniciar o meu seminário por cerca de uns cinco minutos, pois estava nervosa em fazer o discurso para muitos alunos. Fiquei angustiada que isso acontecesse também na minha regência, mas constatei que consigo dar uma aula do início ao fim sem problema algum, me deixando muito confiante.

Não posso afirmar que seguirei no magistério, pois o quadro do ensino no Brasil é caótico. A maioria das escolas possui condições de funcionamento precário, alunos desinteressados e professores desmotivados. Compreendo que melhorar esse quadro necessita de uma mudança gradual, de longo prazo e com boas práticas de ensino. Entretanto, se me perguntassem que tipo de professora eu gostaria ser, eu responderia que seria o tipo de professora que se dedica em melhorar o ensino do Brasil.

6. Referências

ARAUJO, I. S., Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral. 2005. 238 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ARAUJO, I. S., MAZUR, E., Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: Uma proposta para o Engajamento dos Alunos no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física, Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. 362 2013.

CUSTODIO, F.L., BARROSO, M.F., Testes Conceituais em física básica: Apresentação e Análise dos Itens. 2012. 47 f. Parte Integrante da Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012, Rio de Janeiro.

GRAF, Física 1: Mecânica, 7 ed. 4 reimp., São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

HEWITT, P. G. Física Conceitual, 9 ed., Porto Alegre, Bookman, 2002.

MAZUR, E., Peer Instruction: A User's Manual, Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall Inc, 1997

MOREIRA, M. A., OSTERMANN, F., Teorias Construtivistas, Série de Textos de Apoio ao Professor de Física, 10, Porto Alegre: IF-UFRGS, 1999.

MORTIMER, E. F. , SCOTT, P., Atividade Discursiva Nas Salas De Aula De Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural Para Analisar E Planejar O Ensino, Invest. em Ens. de Ciências, v.7, 283. 2002.

VILLANI, A., PACCA, J. L. A., Construtivismo, Conhecimento Científico E Habilidade Didática No Ensino De Ciências, Rev. Fac. Educ., São Paulo , v. 23, n. 1-2, Jan. 1997 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-25551997000100011&lng=en&nrm=iso> acessado em 02/06/2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-25551997000100011>.

<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao>, acessado em 19/06/2014

APÊNDICE 1 – Questionário sobre as Intenções da Física

Nome:

Idade:

- 1)Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
- 2)Você gosta de Física? Comente sua resposta.
- 3)“Eu gostaria mais de Física se...” complete a sentença.
- 4)O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?
- 5)Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?
- 6)Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.
- 7)Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?
- 8)Você trabalha? Se sim, em quê?
- 9)Qual profissão você pretende seguir?
- 10)Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

APÊNDICE 2 – Lista de Exercícios 1



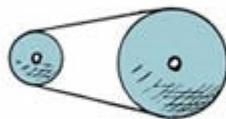
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Lista de exercícios 1 – Variáveis da Rotação

Professora: Delilian Gonçalves Fogliatto
Turma 91

1. (GREF) Um prato de um toca-discos gira com uma frequência de 45 rpm. Calcule sua velocidade angular ω em radianos por segundo e, através de um desenho, indique sua direção e sentido.
2. (Hewitt-modificado) Harry e Sue andam de bicicleta com a mesma velocidade. Os pneus da bicicleta de Harry possuem diâmetro maior que os da bicicleta de Sue. Qual das rodas, se for o caso, tem maior velocidade angular?
3. (Hewitt-modificado) Diferente de um disco de vinil, que tem a velocidade angular constante, num CD a informação gravada é esquadrinhada mantendo uma velocidade linear constante (130 cm/s). Um CD, portanto, gira com velocidade angular constante ou variável?
4. (Hewitt-modificado) Uma roda grande é acoplada a uma roda com metade do diâmetro por uma correia, como mostrado na ilustração. Como se compara velocidade de rotação da roda menor com a da roda maior? Como se compara as velocidades tangenciais nas bordas (assumindo que a correia não escorregue)?



5. (Hewitt-modificado) Considere uma bicicleta com rodas de 2 m de circunferência. Qual é a velocidade linear da bicicleta quando as rodas descrevem uma revolução por segundo?
6. (Hewitt-modificado) Qual é a velocidade tangencial de um passageiro de uma roda gigante com 10 m de raio e que roda uma vez a cada 30 s?
7. (Hewitt-modificado) Qual é a velocidade angular (a) do ponteiro dos segundos, (b) do ponteiro dos minutos e (c) do ponteiro das horas de um relógio analógico? Dê as respostas em radianos por segundo.

Bibliografia:

- GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, USP
- Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição

APÊNDICE 3 – Slides da primeira Aula



Coisas que giram

Delilian Gonçalves Fogliatto
E-mail: delilianf@gmail.com

Síntese do questionário sobre atitudes em relação à Física

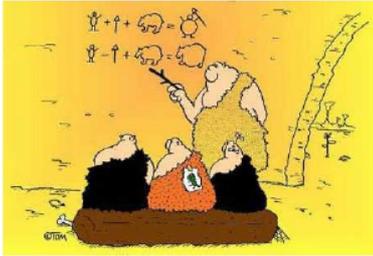


Gostariam mais da Física se ...

- ... não fosse tão complicada.
- ... tivessem mais práticas, mais diversificadas
- ... não envolvesse matemática *
- ... *tivesse mais matemática

6

Se não houvesse Matemática



7

Aulas:

- Peer Instruction - Método de instrução pelos colegas (IPC)
- Simulações computacionais
- Demonstrações e experimentos
- Visita ao MCT-PUC

Avaliação:

- Prova;
- Relatório;
- Participação nas aulas, trabalhos.

8

Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?

- Futebol
- Robótica
- Coisas do Espaço
- Rotação e Translação



9

Tem muita Física na Educação Física!



10

Movimento de Translação

“Uma coisa se move dependentemente de outra coisa”



“O início de um movimento está sempre acoplado ao de outro”

“Há uma grandeza física associada”



Quantidade de momivento linear

$$\vec{q} = m \cdot \vec{v}$$

11

“A quantidade de movimento total do Universo se conserva.”

Em um sistema isolado a quantidade de movimento linear se conserva:



ANTES $30 + 0 = 30$

DEPOIS $10 + 20 = 30$

12



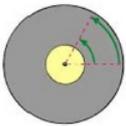
Patinadora

13

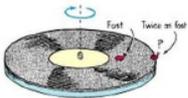
Movimento de Rotação

- Variáveis angulares;
- Quantidade de movimento angular;
- Conservação da quantidade de movimento angular;
- Variação da quantidade de movimento angular

14



- Sentido das rotações;
- Velocidade das rotações:
Linear, Angular;
- Frequência, período.



15

A diferença entre período e frequência



16

Vídeos

- <https://www.youtube.com/watch?v=p5adbRd0Gss>
- <https://www.youtube.com/watch?v=sl-cbt1u1uc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=0Z3Bvnrw8XYU>

GRAF

- <http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>

17

APÊNDICE 4 – Lista de Exercícios 2



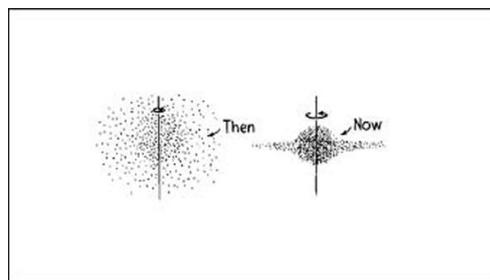
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Lista de exercícios 2 – Momento de Inércia

Professora: Delilian Gonçalves Fogliatto

- (Hewitt) Quando você caminha sobre um muro, por que manter os braços abertos ajuda a equilibrar-se?
- Um mergulhador olímpico, inicia o seu salto com velocidade $\omega=2,0$ rad/s. No primeiro momento, enquanto ele está com o corpo todo esticado, o seu momento de inércia assume o valor de $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Logo em seguida ele dobra o seu corpo para se encolher aumentando sua velocidade para $5,0$ rad/s e o seu momento de inércia se altera para $6,0 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Ao final do movimento, ele consegue encolher todo o corpo diminuindo o seu momento de inércia para $3,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Determine:
 - A quantidade de movimento no início do salto.
 - Explique por que a velocidade de rotação aumenta quando ele dobra o seu corpo para se encolher. Calcule a quantidade de movimento.
 - A velocidade angular do atleta ao final do movimento.
- (Hewitt-alterado) Acreditamos que nossa galáxia foi formada por uma enorme nuvem de gás. A nuvem original era maior do que o presente tamanho da galáxia, era mais ou menos esférica, e girava muito mais lentamente que agora. No esboço a seguir ilustramos a nuvem original e a galáxia como está agora (vista de perfil). Explique por que ela gira mais rapidamente agora do que quando ela era uma nuvem esférica maior.



- (Hewitt) Se um trapezista oscila uma vez a cada segundo, enquanto se balança no ar, e contrai seu corpo de modo a reduzir sua inércia rotacional para um terço da original, quantas rotações por segundo resultarão disso?
- (Hewitt-alterado) A quantidade de movimento angular da Terra, em sua órbita em torno do sol, é quantas vezes maior do que a da Lua orbitando a Terra? (massa Terra = $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$, massa Lua = $7,36 \times 10^{22} \text{ kg}$, distância média Terra-Sol = $1,50 \times 10^{11} \text{ m}$, distância média Terra-Lua = $3,84 \times 10^8 \text{ m}$)

Bibliografia:

- GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, USP
- Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição

APÊNDICE 5 – Tabela de Momento de Inércia Rotacional



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Inércias Rotacionais:

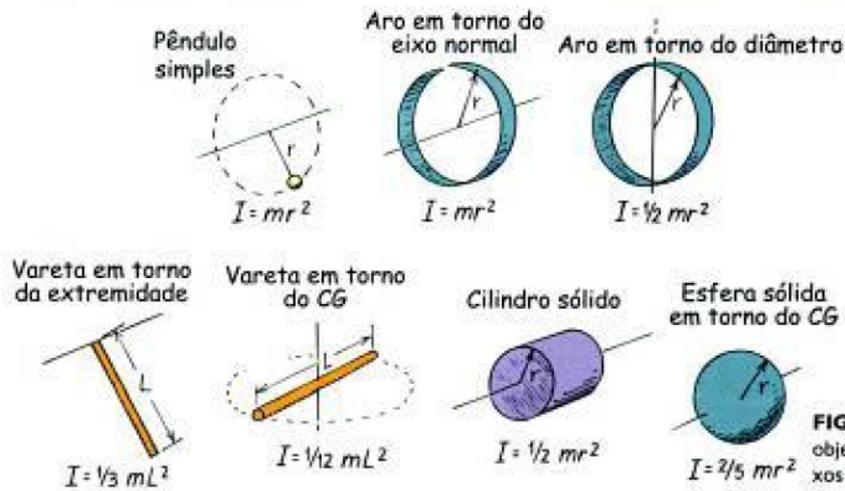


FIGURA 8.14 Inércias rotacionais de vários objetos, todos com massa m , em torno dos eixos indicados.

Copyrighted material

Fonte: HEWITT, Paul G., Física Conceitual, 9ª Edição, 136, Bookman, 2002

APÊNDICE 6 – Lista de Exercícios 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Lista de Exercícios 3 – Conservação da quantidade de movimento angular

Professora: Delilian Gonçalves Fogliatto

- Durante um salto, um ginasta controla sua velocidade angular alterando a forma de seu corpo. Assinale a alternativa correta:

 - Ao se encolher, o ginasta aumenta sua velocidade angular, pois seu momento de inércia diminui.
 - Ao se encolher, o ginasta diminui sua velocidade angular, pois seu momento de inércia diminui.
 - Ao se encolher, o ginasta aumenta sua velocidade angular, pois seu momento de inércia aumenta.
 - Ao se encolher, o ginasta diminui sua velocidade angular, pois seu momento de inércia aumenta.
- (GREF) Um ciclista utiliza uma bicicleta cuja roda tem massa total de 2 kg, praticamente toda centrada em sua borda, cujo raio é 30 cm e que se desloca horizontalmente com velocidade 5 m/s. a) Qual o valor do momento angular da roda da bicicleta? b) Compare o valor do momento angular da roda da bicicleta do item anterior com o da roda da frente de uma moto, cuja massa é de 6 kg, com as mesmas dimensões e se deslocando com a mesma velocidade. c) Indique numa figura a direção e o sentido do vetor momento angular L no movimento da roda da bicicleta.
- (GREF) Um ciclista completa uma pedalada a cada segundo, numa bicicleta em que os raios da catraca R_c , roda dentada R_d e roda da bicicleta R_b medem respectivamente: $R_c = 4$ cm, $R_d = 12$ cm, $R_b = 20$ cm. Qual a velocidade da bicicleta?
- (GREF) Um homem de 50 kg está em pé sobre a cadeira giratória, onde praticamente não existe atrito entre o eixo do assento e o tripé que o sustenta. Ele tem uma roda de bicicleta em suas mãos e a faz girar, como mostra a figura. Responda:



- a) Sendo a massa da roda da bicicleta 2 kg (praticamente toda a massa está na borda) e seu raio 40 cm, determine o momento de inércia da roda.
- b) Quando o homem, ao girar a roda provoca um movimento de rotação, cuja frequência é de 10 Hz, qual a quantidade de movimento angular que a roda adquire?
- c) Qual a quantidade de movimento angular total do sistema (homem, cadeira, rodas), antes de fazer a roda girar?
- e) Qual a quantidade de movimento angular do homem e do assento, em conjunto, após fazer a roda girar?
- f) Supondo ser o momento de inércia do homem e do assento de aproximadamente $0,8 \text{ kg.m}^2$, com que frequência este conjunto gira?

Bibliografia:

- GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, USP
- Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição

APÊNDICE 7 – Roteiro de Experimento – Os Giros Também se Conservam



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



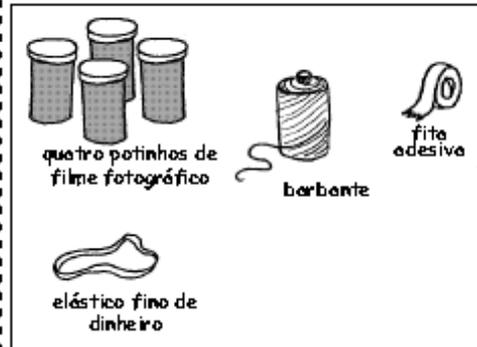
Os giros também se conservam!

Substituir os potinhos de filme fotográfico por latinhas de refrigerante ou rolinhos de papel higiênico.

Os incríveis potinhos girantes

Agora nós vamos produzir movimentos de rotação em algumas montagens feitas com potinhos de filme fotográfico. Essas montagens simularão situações reais, como um liquificador e um do toca-discos que estaremos discutindo. A idéia é tentar "enxergar" a conservação da quantidade de movimento também nas rotações.

material necessário



monte o equipamento

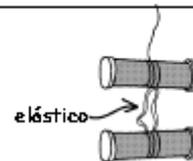
1ª ETAPA:

Una dois potinhos pela funda com fita adesiva. Prenda-as a um barbante.



2ª ETAPA:

Monte outra conjunta igual. Una a primeira através da elástica



fazendo as coisas funcionarem ...

Rotações que se compensam



Torça bem a elástica, segurando as patinhas. Salte as patinhas de cima e de baixa ao mesmo tempo, deixando-as girar livremente.

Rotações que se transferem



Com a elástica desenrolada e as patinhas paradas e livres, dê um giro repentino e suave apenas nas patinhas de baixa.

... e pensando sobre elas!

Para cada uma das duas experiências, tente responder às perguntas abaixo:

Logo no início dos movimentos, compare o movimento das patinhas de cima com o das patinhas de de baixa, respondendo:

Eles têm a mesma velocidade?

Eles ocorrem ao mesmo tempo?

Eles são movimentos em um mesmo sentido?

Você consegue "enxergar" alguma conservação de quantidades de movimentos nestas duas experiências? Explique!

O retorno dos incríveis potinhos girantes

Sempre é possível imaginar mais! O que aconteceria se os potinhos da nossa experiência anterior não possuísem a mesma massa? Afinal, a maioria das coisas são assim: o motor do liquidificador, por exemplo, não tem a mesma massa do que a sua carcaça. Mas o que é realmente interessante, é que essa nova experiência vai ajudar você a entender movimentos muito curiosos que aparecem na dança e no esporte. Por isso, o nome desta leitura é 'Gente que gira ...'

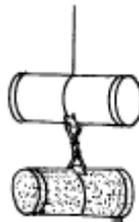
do que você irá precisar



1ª experiência

Preencha os dois potinhos de baixo ou os dois de cima com areia ou água.

Cuide para que os potinhos preenchidos com água ou areia fiquem equilibrados na horizontal quando pendurados.



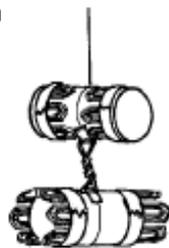
Refaça as duas experiências da leitura anterior usando estes potinhos e responda:

- O que ocorreu a cada potinho?
- Os movimentos dos potinhos preenchidos é igual ao das vazias? Por quê?
- Quando invertemos a posição dos potinhos muda alguma coisa? Por quê?

2ª experiência

Prenda os cliques em torno das patinhas com fita adesiva. Use a mesma quantidade de cliques em cada um das patinhas

Nas de cima, coloque os cliques mais próximos ao centro e nas de baixo, "saíndo" das patinhas.



Repita os mesmos procedimentos com estes potinhos e responda:

- O que ocorreu a cada potinho?
- Os movimentos das patinhas com cliques para fora e para dentro são iguais? Por quê?
- Invertendo a posição das patinhas, o que você observa?
- Comparando essa experiência com a das patinhas preenchidas, o que você conclui?

Leituras de Física é uma publicação do

**GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
Instituto de Física da USP**

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DAS LEITURAS DE FÍSICA

Anna Cecília Copelli
Carlos Toscano
Derival Rodrigues Teixeira
Isilda Sampaio Silva
Jairo Alves Pereira
João Martins
Luís Carlos de Menezes (coordenador)
Luís Paulo de Carvalho Piaszi
Suelly Bakin Pelaes
Wilton da Silva Dias
Yassuko Hosourne (coordenadora)

ILUSTRAÇÕES:

Fernando Chui de Menezes
Mário Kano

GRAF - Instituto de Física da USP
rua do Matão, travessa R, 187
Edifício Principal, Ala 2, sala 305
05508-900 São Paulo - SP
fone: (011) 818-7011 fax:(011) 818-7057

financiamento e apoio:

Convênio USP/MEC-FNDE
Sub-programa de educação para as Ciências (CAPES-MEC)
FAPESP / MEC - Programa Pró-Ciência
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo - CENP

A reprodução deste material é permitida, desde que observadas as seguintes condições:

- 1. Esta página deve estar presente em todas as cópias impressas ou eletrônicas.**
- 2. Nenhuma alteração, exclusão ou acréscimo de qualquer espécie podem ser efetuados no material.**
- 3. As cópias impressas ou eletrônicas não podem ser utilizadas com fins comerciais de qualquer espécie.**

junho de 1998

APÊNDICE 8 – Lista de Exercícios 4



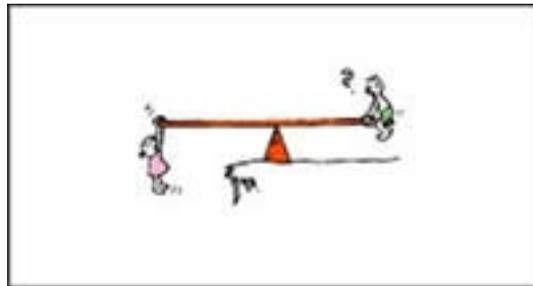
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



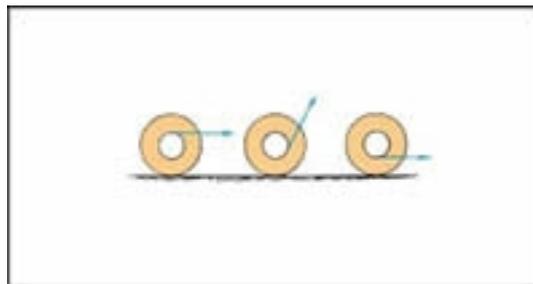
Lista de exercícios 4 – Variação da quantidade de movimento angular

Professora: Delilian Gonçalves Fogliatto

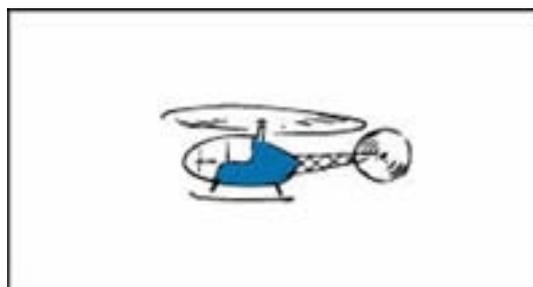
1. (Hewitt) O torque resultante muda quando um parceiro em uma gangorra se pendura em sua extremidade, em vez de ficar sentado nela? (O peso ou braço de alavanca sofrem alguma mudança?)



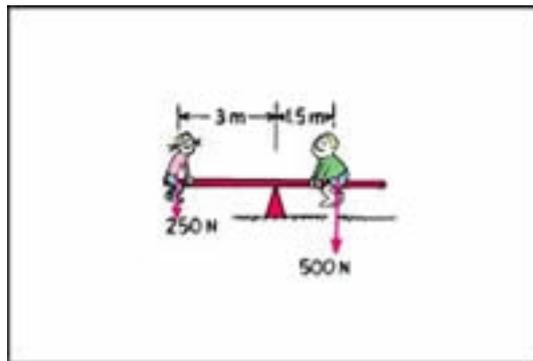
2. (Hewitt) O carretel é puxado de três maneiras diferentes, como mostrado a seguir. Há atrito suficiente para a rotação (o carretel não desliza). Em que sentido rolará o carretel em cada caso?



3. (Hewitt) Por que um helicóptero comum pequeno, com um único rotor principal, possui um segundo pequeno rotor em sua cauda? Descreva o que acontece se esse pequeno rotor enguiçar durante o voo.



4. (Hewitt) Para apertar um parafuso, você empurra o cabo da chave de boca com uma força de 80 N, aplicada na extremidade do cabo, a 0,25 m do eixo do parafuso. (a) Qual torque está exercendo? (b) Se você mover sua mão para dentro, de modo a ficar apenas 0,10 m do eixo, que força terá que aplicar para conseguir o mesmo torque? (c) Suas respostas dependem da direção de seu empurrão em relação à direção do cabo da ferramenta?
5. (Hewitt) Considere a gangorra equilibrada da figura abaixo. Suponha que a menina da esquerda ganhe subitamente 50 N de peso segurando um saco de maçãs. Onde ela deveria sentar-se, a fim de equilibrar a gangorra, considerando que o menino mais pesado não se mova.

**Bibliografia:**

- Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição

APÊNDICE 9 – Questões para IpC

Questões sobre variáveis da rotação:

Instrução Pelos Colegas (IPC)

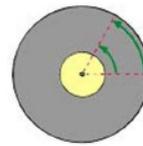
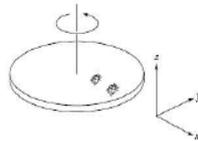
- Ler a pergunta com atenção;
- Escolher uma das alternativas e formular um argumento que justifique sua escolha;
- A escolha deve ser individual;
- Todos deverão levantar os cartões ao mesmo tempo e abaixar quando a professora solicitar;
- Se houver grande distinção entre as respostas, discutir em grupos.

1) Na propulsão de um foguete, podemos dizer que para ele subir, é necessário que certa quantidade de massa de gás seja ejetada. Para explicar isso usamos um conceito físico conhecido como:

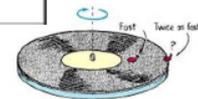
- A) Lei da Gravitação;
- B) Princípio de Pascal;
- C) Princípio de Conservação da Quantidade de Movimento;
- D) Eletromagnetismo;

2) Uma joaninha fêmea está parada na borda externa de um prato giratório, e uma joaninha macho fica a meio caminho entre ela e o eixo de rotação. A velocidade linear da joaninha macho em relação a da joaninha fêmea é:

- A) Menor;
- B) A mesma;
- C) Maior;
- D) Não temos dados suficientes para determinar.

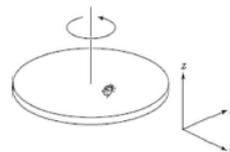


A joaninha mais na borda percorre um caminho mais longo no mesmo tempo, logo tem uma velocidade tangencial maior.



3) Uma joaninha está a meio caminho entre o eixo e a borda de um disco de vinil. O que vai acontecer com a sua velocidade tangencial se a taxa de RPM for dobrada?

- A) Vai aumentar;
- B) Vai diminuir;
- C) Vai permanecer a mesma;
- D) Não temos dados suficientes para determinar;



Se a frequência angular (taxa de RPM) dobrar, irá dobrar também sua velocidade angular

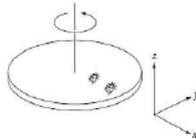
$$\omega = 2\pi f$$

Consequentemente irá dobrar também sua velocidade tangencial (linear)

$$v = \omega R$$

4) Uma joaninha fêmea está parada na borda externa de um prato giratório, e uma joaninha macho fica a meio caminho entre ela e o eixo de rotação. O prato giratório faz uma volta completa a cada segundo. A velocidade angular da joaninha macho em relação a da joaninha fêmea é:

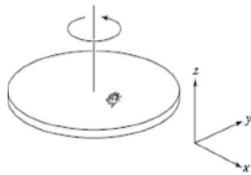
- A) Menor;
 B) A mesma;
 C) Maior;
 D) Não temos dados suficientes para determinar.



A velocidade de rotação será a mesma tanto pra joaninha macho, que está a meio do caminho entre a borda e o eixo de rotação, quanto para a joaninha fêmea próxima da borda externa. A velocidade angular é a mesma em todos os pontos do disco.

5) Uma joaninha está a meio caminho entre o eixo e a borda de um disco de vinil. O que vai acontecer com a sua velocidade angular se ela andar até a borda do disco?

- A) Vai aumentar $2x$,
 B) Vai diminuir pela metade,
 C) Vai permanecer a mesma,
 D) Vai aumentar $\frac{1}{2}$,



A velocidade angular da joaninha irá permanecer a mesma, pois a velocidade de rotação (velocidade angular) é a mesma em todos os pontos do disco.

Observação: Durante a prática de IpC foi esclarecido aos alunos que velocidade tangencial e velocidade linear tratam-se da mesma grandeza.

- A questão 2 foi adaptada de Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8º Edição
- As questões 3, 4, 5 e 6 foram adaptadas de Mazur, Eric. Peer Instruction: a User's Manual, Prentice Hall, Inc, 1997

Questões sobre conservação da quantidade de movimento:

1) (Hewitt-alterado) À medida que mais e mais arranha-céus são construídos na superfície da Terra, o dia tende a ficar mais longo ou mais curto? E as folhas que caem no outono tendem a alongar ou a encurtar o dia de 24h?

- A) Curto, Longo;
 B) Longo, Curto;
 C) Permaneceria igual em ambas situações;
 D) Longo, longo;
 E) Curto, curto;



A ideia é que devido às grandes alturas dos arranha-céus a distribuição de massa do planeta, supostamente tende a se afastar do seu eixo de rotação causando alteração no momento de inércia e consequentemente, de acordo com o princípio de conservação da quantidade de movimento angular, diminui a sua velocidade de rotação. Dessa maneira os dias se tornariam mais longos.

$$L = I\omega$$

$$L_{antes} = L_{depois}$$

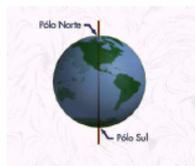
Para que a quantidade de movimento angular se conserve, tendo aumentado o raio da distribuição de massa (consequentemente seu momento de inércia), é necessário que a velocidade de rotação diminua em proporção.

Faremos o raciocínio inverso para o Outono. No outono as folhas caem. Logo a distribuição de massa do planeta se aproxima do eixo de rotação. Para que haja conservação da quantidade de movimento é necessário que a velocidade angular aumente. Isso supostamente faz com que os dias fiquem mais curtos.



2) (Hewitt-alterado) Se a população do mundo se mudasse para os pólos norte e sul, que efeito isso teria no comprimento do dia?

- A) Ficaria mais longo;
 B) Ficaria mais curto;
 C) Permaneceria igual;
 D) Não teríamos dia;
 E) Teriam duração de 24 horas;



Se a população do mundo se concentrasse nos pólos, isso diminuiria a inércia rotacional devido à distribuição de massa se aproximar do eixo de rotação. Então para que haja conservação da quantidade de movimento angular é necessário que a velocidade de rotação do planeta aumente e consequentemente tornaria os dias mais curtos.

3) (Hewitt-alterado) Se as calotas polares da Terra derretessem, os oceanos ficariam cerca de 30 cm mais altos. Que efeito isso teria sobre a rotação terrestre?

- A) Aumentaria a velocidade de rotação;
 B) Diminuiria a velocidade de rotação;
 C) A velocidade de rotação permaneceria igual;
 D) Aumentaria a velocidade linear;
 E) Diminuiria a velocidade linear;



Se as calotas polares da Terra derretessem e os oceanos ficassem 30 cm mais altos isso aumentaria o raio da distribuição de massa, e consequentemente aumentaria a inércia rotacional. Para a quantidade de movimento angular se conservar, a velocidade de rotação do planeta diminuiria.

$$L = I\omega$$

$$L_{antes} = L_{depois}$$

- Questões adaptadas de Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição

Questões conceituais sobre torque:



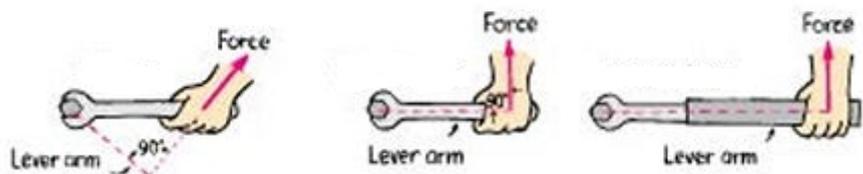
Variação da Quantidade de Movimento - Torque

Professora: Delilian Gonçalves Fogliatto

Nome:

Turma: 91

1. (Hewitt - adaptado) Para qual das três situações abaixo temos mais torque?



A) 1

B) 2

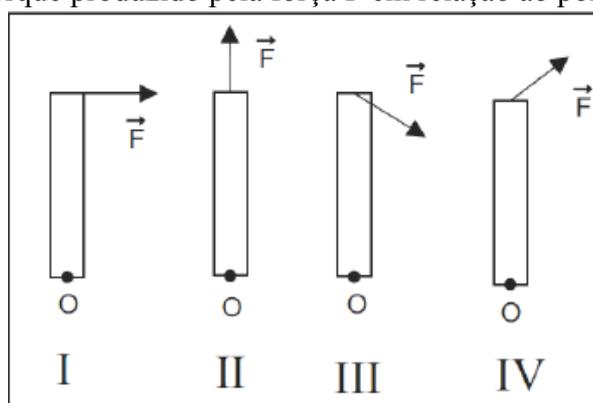
C) 3

D) Nenhuma, todas as situações temos o mesmo torque resultante.

A alternativa correta é a “C”. O torque é máximo quando é aplicado perpendicularmente ao “braço de alavanca”. O braço de alavanca é a distância mínima entre o eixo de rotação e a linha ao longo da qual a força atua, está representado nas figuras pela linha tracejada.

Na figura 1, prolongando a força de modo a fazer um ângulo de 90° em relação ao eixo de rotação, notamos que o braço de alavanca é menor que o comprimento do cabo da ferramenta, isso resulta em um torque menor do que quando aplicamos a força perpendicularmente ao cabo da ferramenta, como nas figuras 2 e 3. Se aumentarmos o braço de alavanca, utilizando um tubo de PVC para aumentar o comprimento da ferramenta, o torque provocado será de maior valor, como na situação da figura 3.

2. (Custódio; Barroso – adaptado) Uma barra rígida está presa por um eixo perpendicular à barra que passa pelo ponto O em uma de suas extremidades. Sobre a outra extremidade da barra é aplicada uma força de módulo F de diversas maneiras como mostram as figuras. Em qual das situações o torque produzido pela força F em relação ao ponto O tem maior valor?



A) I

B) II

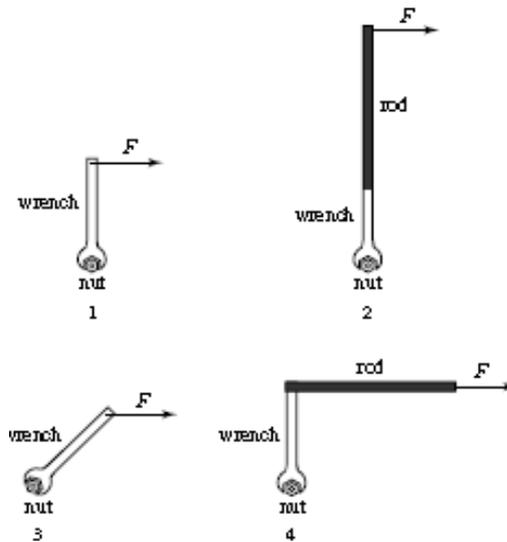
C) III

D) IV

A alternativa correta é a “A”. O torque é máximo quando é aplicado perpendicularmente ao "braço de alavanca".

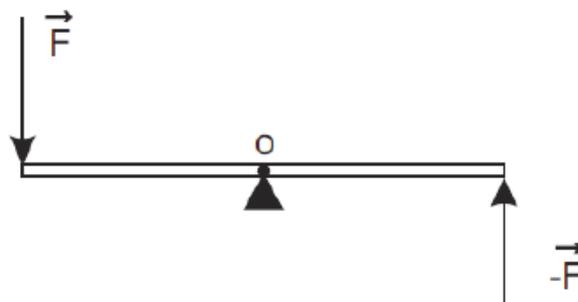
3. (Custódio; Barroso – adaptado) Você está usando uma chave e tentar soltar uma porca enferrujada. Qual dos arranjos mostrados é mais eficaz no afrouxamento da porca?

- A) 1;
B) 2;
C) 3;
D) 4;



A alternativa correta é a “B”. Esta situação é idêntica à da questão 1, o torque é máximo quando aplicado perpendicularmente (ângulo de 90°) ao braço de alavanca e ao aumentarmos o comprimento da ferramenta, estamos aumentando o braço de alavanca, logo o torque produzido pela força aplicada é maior na situação da figura 2.

4. (Custódio; Barroso – adaptado) Uma barra rígida está fixa a seu centro O , e pode girar num plano perpendicular à barra (como uma gangorra). Sobre os dois extremos da barra, a uma mesma distância do ponto O , são aplicadas duas forças iguais e de sentidos opostos (um binário de forças) como na figura. Podemos afirmar que:



- A) A barra gira com velocidade angular constante;
B) A resultante dos torques em relação ao ponto O das forças é não nula, e portanto a barra gira com aceleração angular constante;

C) A resultante dos torques em relação ao ponto O das forças é nula, e portanto a barra não gira;

D) A resultante das forças sobre a barra é nula e portanto a barra não gira;

A alternativa correta é a "B". A resultante dos torques não pode ser nula, pois tanto a força aplicada na extremidade esquerda quanto a força aplicada na extremidade direita fazem a barra girar no mesmo sentido anti-horário. O movimento da barra é acelerado, possui aceleração constante, pois o torque está relacionado com a variação da quantidade de movimento angular, e isto envolve a presença de uma aceleração angular.

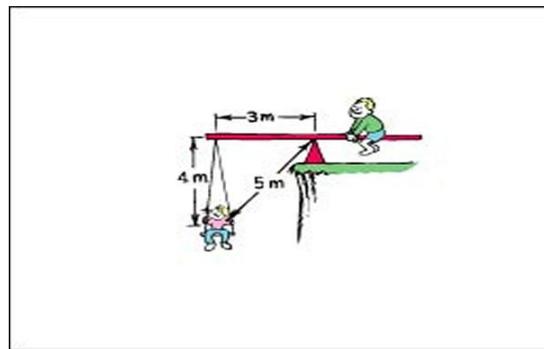
5. (Hewitt – adaptado) Se a menina da figura a seguir estivesse sentada em cima da gangorra, em vez de estar pendurada, o torque iria _____

A) Aumentar;

B) Diminuir;

C) Permanecer o mesmo;

D) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.



A alternativa correta é a “C”. Mesmo com a menina sentada em cima da gangorra a direção e sentido da força aplicada não é alterado. O braço de alavanca continua sendo 3 m, e como o peso da menina também não muda quando ela está sobre a gangorra, o torque resultante permanece o mesmo.

6. (Hewitt - adaptado) Se utilizarmos uma chave de boca que possui um cabo de 25 cm de comprimento para apertar um parafuso, ao aplicar uma força de 50 N perpendicularmente, qual o torque que estamos exercendo sobre o parafuso?

Lembre da relação: $\tau = RF \sin(\theta)$, onde R é o braço de alavanca e F é a intensidade da força aplicada.

Aplicar uma força perpendicularmente significa dizer que estamos aplicando uma força a um ângulo de 90° . O $\sin(90^\circ) = 1$, então para estas situações, a expressão para o torque pode ser simplificada $\tau = RF$.

Podemos calcular o torque para a situação da questão:

$$\tau = 0,25 \text{ m} * 50 \text{ N}$$

$$\tau = 12,5 \text{ Nm}$$

- Questões adaptadas de Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição
- Custódio, F.L.; Barroso, M.F., Testes Conceituais em física básica: Apresentação e Análise dos Itens, dissertação de mestrado (mestrado em ensino de física), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012, Rio de Janeiro

APÊNDICE 10 – Roteiro do Simulador Phet-Rotação da Joaninha



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Movimento de Rotação – Phet Joaninha

Professora: Delilian Gonçalves Fogliatto

Nome:

Turma: 91

1- Certifique-se que o computador tenha instalado o [Java](#) e o [Flash Player](#). As simulações rodarão pela máquina virtual java (JRE)

2- Para baixar o simulador, acesse a página do [PhET](#).

Você pode acessar o link em português clicando [aqui](#). O simulador deverá abrir em uma janela no seu *browser* (*Internet Explorer, Chrome, Firefox, etc.*)

Você pode baixar, em português, pelo link http://phet.colorado.edu/sims/rotation/rotation_pt.jar. Após efetuar o download, clicar duas vezes para abrir o arquivo. É necessário ter o Java instalado no seu computador para rodar o simulador.

Ao iniciar o simulador, certifique-se de marcar para mostrar os vetores.

Caixa de comandos

Reiniciar tudo

Mostrar Velocidade Vector

Mostrar Aceleração Vector

Régua

ângulo 0,00 graus

-720,00 720,00

Velocidade angular 0,00 graus/s

-286,48 286,48

Joaninha

Escaravelho

Plataforma giratória

Pausa

Passo a passo

Introdução:

O simulador consiste em uma plataforma giratória aonde encontra-se pousada uma joaninha. É possível colocar sobre a plataforma mais um inseto (um escaravelho) para comparar os movimentos. Quando eles estão sobre a plataforma, eles estão tão colados que não deslizam.

É possível observar e descrever o movimento de rotação, comparar o movimento dos insetos em diferentes posições, visualizar o comportamento dos vetores velocidade linear e aceleração centrípeta, ajustar a velocidade de giro, visualizar e determinar a posição angular dos insetos, visualizar os gráficos do movimento de rotação.

Objetivos de Aprendizagem:

Descrever o movimento de rotação; explicar e trabalhar com as variáveis envolvidas no movimento: deslocamento angular, velocidade linear, aceleração centrípeta, velocidade angular, período e frequência angular.

Atividades (questões):

- 1) Ajuste a velocidade angular para $90^\circ/\text{s}$. Acione a plataforma giratória e observe o que acontece com os vetores (verde e rosa). O que representa cada vetor?

- 2) Observando a situação da questão 1 responda: A velocidade linear da Joaninha é constante? Qual é a função da aceleração centrípeta em relação a velocidade linear?

- 3) Ainda observando a situação da questão 1, descreva a direção e sentido de: a) velocidade linear; b) aceleração centrípeta; c) velocidade angular.

- 4) Pause a plataforma e clique no botão “Reiniciar tudo”. Coloque a joaninha sobre a borda da plataforma. Ajuste novamente a velocidade para $90^\circ/\text{s}$ e clique em “iniciar”. Observe o que acontece com os vetores. Qual a diferença desta situação para quando a joaninha estava entre a borda e eixo? Explique.

- 5) Pause a plataforma e reinicie. Coloque o escaravelho sobre a borda do disco. Use a régua para medir a distância dos insetos em relação ao eixo de rotação. (Não esqueça de marcar a régua na caixa de comandos):
 - Joaninha _____ m;

- Escaravelho _____ m;
- 6) Ajuste novamente a velocidade para $90^\circ/\text{s}$ e clique em “iniciar”. Observe que utilizamos até agora a velocidade angular em graus/s. Calcule o valor da velocidade angular em rad/s. Mostrar o cálculo. (Dica: poderá utilizar a relação descrita no item 10 para θ).
- 7) Para a situação da questão 6, observe a diferença entre os vetores dos dois insetos. Calcule a velocidade linear para cada inseto (lembre da relação $v = \omega r$).
- Joaninha _____ m/s;
 - Escaravelho _____ m/s.
- 8) Aumente a velocidade da plataforma para $180^\circ/\text{s}$. Observe o que acontece com os vetores. Calcule a velocidade linear para cada inseto.
- Joaninha _____ m/s;
 - Escaravelho _____ m/s.
- 9) Mude para a aba “Rotação”. Nesta aba você pode observar os gráficos do movimento de rotação. Note que você poderá alterar a unidade angular para radianos. Assim sendo, altere a posição angular inicial da joaninha (mude manualmente o valor de θ), escolha um valor entre 0° e 360° , em seguida calcule o valor em radianos lembrando da relação:
- $$\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{\theta - \theta'}$$
- $$\theta' = \frac{\theta \pi}{180} \text{ rad}$$
- , onde θ' é o ângulo em radianos (o valor escolhido, a determinar),
e θ é o ângulo em graus (a transformar em radianos)
Você pode conferir o resultado marcando para o simulador exibir os valores de ângulo em radianos.
- 10) Altere para que o simulador mostre o gráfico θ , ω , v . Ajuste a velocidade de rotação para 1 rad/s e observe os gráficos. Pause o simulador usando o botão “Parar”, e ajuste a velocidade para 2 rad/s. Clique em “ir” e observe os gráficos. Novamente pause o simulador e ajuste a velocidade de rotação para 3 rad/s e clique em “ir”. Observe os gráficos. O que aconteceu com o módulo da velocidade $|v|$ da joaninha?

Descrição dos comandos da aba "Rotação":

- 1 – Marcar para mostrar o gráfico θ , ω , v ;
- 2 – É possível ajustar o ângulo inicial do movimento;
- 3 – É possível ajustar a velocidade angular da plataforma;
- 4 – Neste painel podemos alterar a unidade da *posição angular* de graus para radianos;
- 5, 6 e 7 – Mostra os gráficos selecionados em função do tempo: Ângulo x Tempo, Velocidade angular x Tempo, Velocidade linear x Tempo;
- 8 – Botão para iniciar e pausar a simulação;
- 9 – Botão para reiniciar (*resetar*) a simulação;

APÊNDICE 11 – Avaliação



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Avaliação – Movimento de Rotação

Professor titular e supervisor de estágio: Rafael Brandão

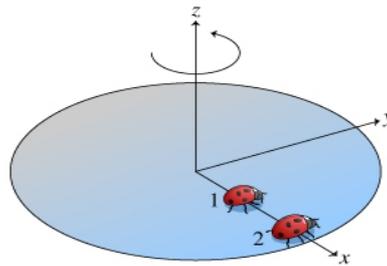
Professora estagiária: Delilian G. Fogliatto

Nome:

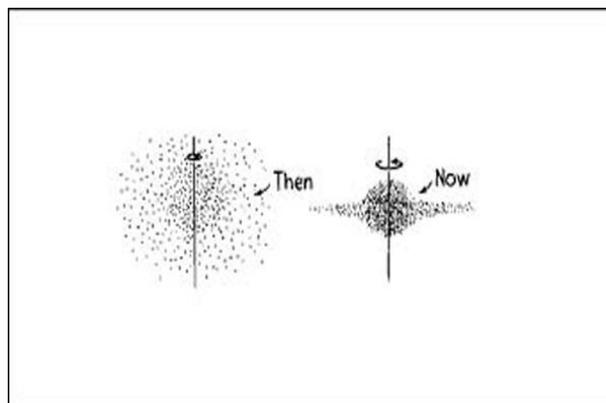
Turma: 91

Leia com calma e atenção os enunciados. Não esqueça de especificar as unidades nas suas respostas. Boa prova!

- Há duas joaninhas sobre uma plataforma giratória como mostra a figura abaixo. (a) Qual das duas joaninhas (1 ou 2) possui maior velocidade linear? (b) O que vai acontecer com a velocidade linear das joaninhas se a frequência de rotação for dobrada?

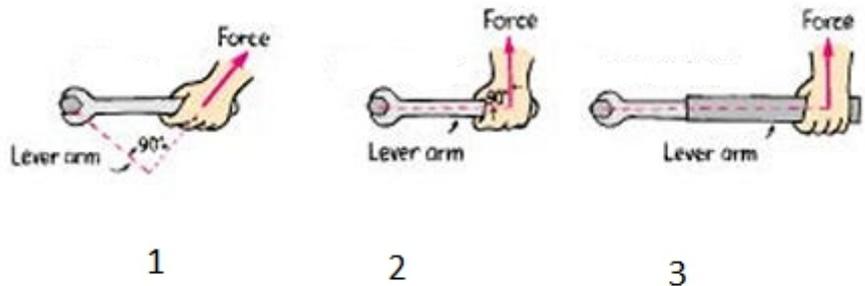


- (GREF) Um prato de um toca-discos gira com uma frequência de 45 rpm. Calcule sua velocidade angular ω em radianos por segundo.
- (Hewitt-alterado) Acreditamos que nossa galáxia foi formada por uma enorme nuvem de gás. A nuvem original era maior do que o presente tamanho da galáxia, era mais ou menos esférica, e girava muito mais lentamente que agora. No esboço a seguir ilustramos a nuvem original e a galáxia como está agora (vista de perfil). Explique por que ela gira mais rapidamente agora do que quando ela era uma nuvem esférica maior.



4. Em uma partida de futebol, um jogador chuta a bola do meio de campo em direção ao gol. Logo após o chute, a bola adquire velocidade linear $v=30$ m/s, seguindo em trajetória curvilínea, e atinge o gol em cheio! Esse efeito de bola curva é conhecido como *Efeito Magnus*, acontece quando surge na bola uma força de sustentação devido ela possuir movimento de rotação combinado com de translação. Isso faz alterar a trajetória da bola, tornando-a curva e mais alongada, e garante um gol à longa distância. Considerando que o diâmetro da bola de futebol é $d = 0,22$ m e sua massa $m = 0,45$ kg, calcule:
- a velocidade angular da bola;
 - o momento de inércia da bola;
 - a quantidade de movimento angular da bola.
5. (Hewitt-alterado) Marque a alternativa correta. Em qual das três situações abaixo temos mais torque?

- 1
- 2
- 3



Bibliografia:

- Hewitt, Paul G., Física Conceitual – 8ª Edição
- GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, USP

$$v = \omega R$$

$$I_{\text{esferaoca}} = \frac{2}{3} m R^2$$

$$\tau = \text{braço de alavanca} \times \text{força}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\vec{L} = I \vec{\omega}$$

$$\sin(90^\circ) = 1$$

$$f = \frac{n^\circ \cdot \text{voltas}}{t}$$

$$\tau = R F \sin(\theta)$$

APÊNDICE 12 – Cronograma de Regência

Cronograma de estágio – Delilian Gonçalves Fogliatto – Cap-UFRGS – Turma 91 – Ensino Médio

Aula	Data	Conteúdo(s) a serem trabalhado(s)	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1 e 2	08/05/14 (quinta-feira) 8:45 – 10:10 Sala 107	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação, introdução da Unidade; • Rotações: Movimento de Rotação; • Variáveis da rotação: Velocidade; Ângulos e Radianos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os conteúdos que serão trabalhados, metodologia de ensino e avaliação • Introdução sobre o tema Movimento de Rotação; • Apresentar as variáveis envolvidas no movimento de rotação: Angulares: posição angular, deslocamento angular, velocidade angular, Lineares: posição, velocidade escalar; 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de slides para apresentação do resultado do questionário e sobre metodologia de ensino; • Apresentação de vídeos para problematizar o estudo do movimento de rotação: Patinadora: https://www.youtube.com/watch?v=p5adbRd0Gss; Pelé: https://www.youtube.com/watch?v=nTPKX-vz6MY; Roberto Carlos – <i>Efeito Magnus</i>: https://www.youtube.com/watch?v=0Z3Bvnw8XYU; • Apresentação de vídeo sobre corrida olímpica para problematizar o conteúdo da aula: https://www.youtube.com/watch?v=sl-cbt1u1uc; • Demonstração de um toca-discos (ou plataforma giratória) e um relógio de parede para trabalhar os conceitos de velocidade angular, período frequência; • Utilização do simulador <i>Phet: Ladybug</i>; • Trabalhar a relação entre ângulos e radiação.
3 e 4	16/05/14 (sexta-feira) 8:00 – 9:30 Sala 107	<ul style="list-style-type: none"> • Rotações: Momento de Inércia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitular tópico sobre velocidade angular, direção e sentido da velocidade de rotação; • Tornar os alunos capazes de entender momento de inércia; • Exemplificar como calcular o momento de inércia para formas simples; • Introdução à quantidade de movimento angular e sua conservação; 	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação sobre velocidade angular, direção e sentido da rotação; • Demonstrações: alteres com distribuição de massa distinta, rolamento de cilindros em um plano inclinado; • Exposição dialogada; • Lista de exercícios;
5 e 6	22/05/14 (quinta-feira)	<ul style="list-style-type: none"> • Rotações: Conservação 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir quantidade de movimento angular; 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Exibição de vídeo sobre

	8:45 – 10:10 Sala 107	da quantidade de movimento angular.	<ul style="list-style-type: none"> Tornar os alunos capazes de entender a Conservação da quantidade de movimento angular; Exercitar através de um experimento o conceito de conservação da quantidade de movimento angular; 	<p>helicópteros para problematizar o assunto da aula - Citar exemplos de coisas que giram e introduzir o princípio de conservação da quantidade de movimento angular;</p> <ul style="list-style-type: none"> Exibir parte de um vídeo sobre helicópteros para problematizar o tema - https://www.youtube.com/watch?v=LDyPCDgRVA8; Experimento relacionado com Conservação de L, utilizando latinhas de refrigerante ou rolinhos de papel higiênico; Exibição de vídeo “Os Simpsons” - episódio sobre Conservação de L;
7 e 8	29/05/14 (quinta-feira) 8:45 – 10:10 Sala 123	<ul style="list-style-type: none"> Revisão de Conteúdos. 	<ul style="list-style-type: none"> Recapitular sobre a velocidade angular, o período e a frequência no movimento de rotação; 	<ul style="list-style-type: none"> Exposição dialogada; Simulador computacional: Phet-Rotação da Joanelha;
09 e 10	05/06/14 (quinta-feira) 8:45 – 10:10 Sala 123	<ul style="list-style-type: none"> Rotações: Torque e Exercícios. 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender o conceito de torque, variação da quantidade de movimento; Exercitar o conceito de torque; 	<ul style="list-style-type: none"> IPC; Demonstrações experimentais; Exposição dialogada;
11 e 12	07/06/14 (sábado) 8:00 – 9:30 Sala 107	<ul style="list-style-type: none"> Revisão do Conteúdo e Esclarecimento de dúvidas referentes à lista de exercício 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar o conteúdo; Comparar o movimento de traslação com o movimento de rotação (fazer um paralelo); Esclarecer dúvidas sobre a lista de exercícios. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Peer instruction.</i>; Exposição dialogada;
13 e 14	12/06/14 (quinta-feira) 8:45 – 10:10 Sala 123	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar a aprendizagem do conteúdo abordado ao longo das aulas. 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação escrita.

ANEXO 1 – Atividade de Laboratório – Torque



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



Roteiro de atividade prática sobre torque, elaborado por Daniel Flach

Trabalho em grupos – 1º ano	Componentes do Grupo:
Tema: Torque	
Professor Supervisor: Rafael Brandão	
Professor estagiário: Daniel Flach	

A diferença entre Peso e Torque

Como já foi discutido, o *torque* é o análogo rotacional da *força*. Da mesma maneira que a *inércia rotacional* e a *inércia de translação* diferem entre si, *torque* e *força* possuem diferenças significativas. *Força* tende a alterar o estado de movimento translacional das coisas e *Torque* altera o estado de movimento de rotação, tende a fazer as coisas girarem, ou seja, produz *rotação*.

Vimos que a *inércia de rotação* depende da distribuição de massa em torno do eixo. De forma similar, o *torque* também dependerá da distância ao eixo. A distância mais curta entre o ponto de aplicação da *força* e o *eixo de rotação* é chamada de *braço de alavanca*.

O *torque* pode ser calculado através do produto entre o *braço de alavanca* e a *força aplicada*.

Então: **Torque = braço de alavanca × força**, ou ainda $\tau = r.F.\text{sen}\Theta$, onde Θ é o ângulo de aplicação da força.

Vamos testar estas definições? Através de uma aplicação simples, utilizando uma régua de 30 cm e uma massa de valor conhecido, iremos verificar se estes conceitos funcionam no mundo real.

Procedimento:

Sustente uma régua na posição horizontal segurando-a por uma de suas extremidades. Deixe pender um peso em algum ponto dela próximo à sua mão e você perceberá que a régua começa a inclinar. Depois disso deslize o peso para pontos cada vez mais afastados de sua mão e perceba o que acontece. A figura ao lado ilustra o procedimento a ser utilizado.

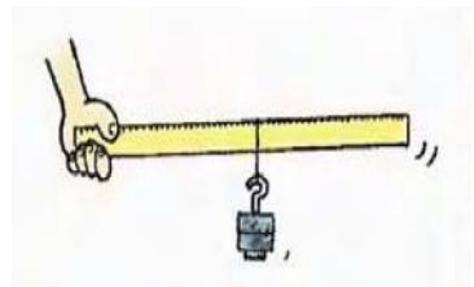


Figura 1: Aluno da turma 92 do CaP

Importante:

Ao deslocar o objeto, você deverá prestar atenção nas distâncias em relação ao eixo de rotação ocupadas por ele, lembre que esta distância é o chamado *braço de alavanca*. Mas onde se encontra o eixo de rotação? Para fins práticos, assumiremos que o eixo de rotação está localizado no ponto de apoio da régua sobre sua mão.

Tente segurar a régua no ponto 5 cm. Então este ponto será o eixo de rotação. Se você posicionar a massa no ponto 10 cm, a distância r será de 5cm em relação ao eixo, quando colocares a massa no ponto 15 cm, a distância r será de 10 cm em relação ao eixo, e assim por diante.

Questões:

1. Em que situação é mais difícil manter a régua em equilíbrio? Por quê?
2. Observando sua experiência, o que é possível concluir com respeito a *força* e ao *torque* ?
3. O que acontece fisicamente quando você evita que a régua gire devido ao peso do objeto?
4. O que se pode concluir quanto ao sentido do *torque* exercido pelo *peso* e o sentido do *torque* que você deve exercer sobre a régua para mantê-la em equilíbrio?
5. O *torque* é uma grandeza física vetorial? De que maneira este experimento mostrou isso?
6. Calcule o *torque* exercido pela força *peso* para pelo menos três posições diferentes sobre a régua (três braços de alavanca diferentes). Para isso iremos desprezar a massa da régua e considerar o ângulo de aplicação da força $\Theta=90^\circ$, isso reduz nossa expressão para $\mathcal{T} = r.F$. Para os cálculos você deve utilizar as unidades *metro* e *newton* para o *braço de alavanca* e a *força*, respectivamente.

04 de junho de 2014