

Universidade Federal do Rio de Janeiro

CCMN: Instituto de Física



Interdisciplinaridade: Física Mecânica na Educação-Física

Gustavo Antonio Montenegro Guttmann
Orientadora: Wima Machado Soares Santos

Março – 2005



Agradecimentos

Primeiro agradeço a Deus que é responsável por tudo que acontece no mundo que vivemos.

Agradeço também a minha família que sempre me apoiou antes durante e agora após a conclusão desse curso. Em especial agradeço meus pais, tio e irmã.

Agradeço a minha esposa Daniela que soube agüentar todo o processo de formação pelo qual passei nessa instituição.

Agradeço a minha orientadora Wilma Machado Soares Santos pelo seu tempo e paciência comigo gastos.

Agradeço ao meu colega, professor Durval de educação física que me ajudou diretamente nesse trabalho interdisciplinar.

Agradeço ao governo de meu país que custeou meus estudos (mesmo não sendo de forma ideal).

Resumo:

Neste trabalho é apresentada uma proposta para realização de uma aula interdisciplinar entre Física, Educação – Física e Matemática. Esta proposta se baseia na metodologia da aprendizagem significativa de David Ausubel. Foram utilizados como organizadores prévios quatro experimentos : 1- Corrida, o aluno teve a oportunidade de medir uma distância e marcar o tempo gasto para percorrê-la, podendo determinar a velocidade média. 2- Atrito, utilizando dois pneus, um com um filtro em baixo e o outro não, os alunos puderam experimentar a diferença da força para puxá-los devido ao atrito. 3- Roldanas, com uma roldana fixa e, depois, com uma roldana móvel os alunos levantaram uma mesma massa podendo verificar que com a roldana móvel a força aplicada para içar a massa é menor. 4- Alavanca, com alavancas de diferentes tamanhos os alunos levantaram massas iguais e verificaram que empregando-se a alavanca de comprimento maior a força aplicada é menor.

Índice:

Capítulo I

1 Introdução.....	1
--------------------------	----------

Capítulo II

2. LDB.....	3
--------------------	----------

2. Os Parâmetros Curriculares Nacionais.....	3
---	----------

2. Interdisciplinaridade e Transversalidade.....	5
---	----------

Capítulo III

3 Metodologia.....	9
---------------------------	----------

3.1 Introdução.....	9
----------------------------	----------

3.2 Mapeando a estrutura cognitiva do aluno.....	11
---	-----------

3.3 Conhecimentos prévios.....	13
---------------------------------------	-----------

3.3.1 Questionário.....	14
--------------------------------	-----------

3.3.2 Respostas do Questionário.....	19
---	-----------

3.3.3 Os Subsuncões.....	21
---------------------------------	-----------

Capítulo IV

4 Atividades experimentais.....	22
--	-----------

4.1 A aula.....	22
------------------------	-----------

4.2 Corrida	23
--------------------------	-----------

4.3 Atrito.....	25
------------------------	-----------

4.4 Roldanas.....	27
--------------------------	-----------

4.5 Alavancas.....	30
---------------------------	-----------

Capítulo V

5 Parte Teórica.....	32
-----------------------------	-----------

5.1 Velocidade.....	32
----------------------------	-----------

5.2 Atrito.....	34
------------------------	-----------

5.3 Multiplicadores de força	36
---	-----------

5.3.1 Roldana Fixa.....	36
--------------------------------	-----------

5.3.2 Roldana Móvel.....	37
---------------------------------	-----------

5.3.3 Alavanca.....	39
----------------------------	-----------

Capítulo VI

6 Conclusão.....42

Capítulo VII

7 Referências.....43

mediu à distância percorrida e marcou-se o tempo gasto para percorrer a distância com um cronômetro; a segunda foi constituída de dois pneus, um em contato direto com o piso e outro com um pedaço de pano entre o pneu e o piso; a terceira foi constituída de uma roldana móvel e uma roldana fixa que foram utilizadas para erguer duas massas iguais; a quarta foi constituída de duas alavancas de comprimentos diferentes utilizadas para erguer duas massas iguais. No capítulo V desenvolve-se a parte teórica referente aos assuntos abordados nas experiências. No capítulo VI é apresentada a conclusão e no capítulo VII as referências.

Capítulo II

2 A LDB:

Esse trabalho atende a uma recomendação da LDB [1] que destaca as diretrizes curriculares específicas do Ensino Médio, ela se preocupa em apontar para um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques e revigorando a integração e articulação dos conhecimentos, num processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Essa proposta de organicidade está contida no Art.36, segundo o qual o currículo do Ensino Médio *“destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania”*.

2.1 Os Parâmetros Curriculares Nacionais [2]:

A Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias.

Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.

O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas

também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parte da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver.

É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada.

Para isso, é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. Ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua dimensão aplicada ou tecnológica. O saber assim adquirido reveste-se de

uma universalidade maior que o âmbito dos problemas tratados, de tal forma que passa a ser instrumento para outras e diferentes investigações. Essas duas dimensões, conceitual/universal e local/aplicada, de certa forma constituem-se em um ciclo dinâmico, na medida em que novos saberes levam a novas compreensões do mundo e à colocação de novos problemas. Portanto, o conhecimento da Física “em si mesmo” não basta como objetivo, mas deve ser entendido sobretudo como um meio, um instrumento para a compreensão do mundo, podendo ser prático, mas permitindo ultrapassar o interesse imediato.

Assim esse trabalho segue as recomendações dos PCN's [2] propondo uma aula interdisciplinar entre as disciplinas já citadas anteriormente de forma a tornar o conhecimento algo significativo para o aluno.

2.2 Interdisciplinaridade e Transversalidade:

A interdisciplinaridade tem como objetivo relacionar diferentes disciplinas seja porque essas são afins seja pelas suas diferenças. A principal idéia da interdisciplinaridade é observar um fato de diferentes formas.

Os problemas do cotidiano não são problemas de Física ou de Matemática ou de química ou de história. Os problemas são fatos que tem diversos aspectos que envolvem vários campos de conhecimento. Sendo assim é necessário mostrar ao aluno essa integralidade dos acontecimentos cabendo ao professor de cada disciplina mostrar o aspecto relacionado a sua disciplina dentro daquele contexto tendo sempre o cuidado de não restringir aquele fato ao seu ramo de conhecimento.

O sistema atual aplicado na maioria das escolas, multidisciplinar, passa para os alunos os conhecimentos de forma fragmentada em disciplinas ou matérias dando a impressão que os problemas são sempre restritos àquelas áreas de conhecimento e não como problemas em que todas as áreas participam simultaneamente.

A interdisciplinaridade vai muito além da superposição de disciplinas curriculares. O conceito de interdisciplinaridade propõe a utilização das diversas áreas de conhecimento para a interpretação de problemas e fatos da vida quotidiana. O conceito de interdisciplinaridade fica claro quando evidenciamos as relações diretas entre disciplinas da grade curricular do Ensino Médio. Por exemplo, a Física e a Matemática têm uma relação direta entre si já que a Física faz uso da Matemática para formalizar suas leis e teorias. Porém esse é um exemplo direto. As relações podem se tornar mais complexas apresentando maior dificuldade para mostrá-las, só que, dificuldade não implica em impossibilidade. Para ilustrar essa idéia qual seria uma relação possível entre Física e História? Não tão claro como Física e Matemática essa relação se torna possível no momento em que as descobertas da Física se deram, e ainda se dão, dentro do contexto histórico do momento da descoberta podendo assim através desse gancho criar uma relação entre essas áreas de conhecimento para ajudar o aluno na compreensão das idéias propostas.

Porém, mudanças sempre ocorrem de forma gradual. O sistema atual, multidisciplinar, não deve ser abandonado tão rapidamente. Mas idéias de adaptação já vem sendo aplicadas. Aulas modelo vem sendo feitas com a seguinte concepção: um tema central é escolhido e a partir desse tema as várias disciplinas trabalham seus conteúdos relacionados ao tema. Deve ficar claro, nesse momento, que esse procedimento não é interdisciplinar mas sim possui um tema transversal que é abordado por cada disciplina individualmente. Um exemplo, foi uma aula, ocorrida no colégio MV1, que teve como eixo principal o seguinte tema: “água”. A partir desse tema todas as disciplinas trabalharam seus conteúdos relacionados. A Física explicou através do empuxo porque uma jangada feita de madeira, que é menos densa que a água, flutua. A geografia abordou a questão de falta de água. A história citou a necessidade de água para o desenvolvimento de sociedades. A química abordou a ligação do tipo pontes de hidrogênio. A Matemática utilizou como exemplo de volume de sólidos contendo água e comparando-os. Esses são alguns exemplos de disciplinas que exploraram o tema, vale lembrar que o tempo limitou as possibilidades que são

bem vastas. Os próprios PCN's [2] estabelecem as diferenças entre os conceitos de tranversalidade e interdisciplinaridade:

A interdisciplinaridade questiona a segmentação entre os diferentes campos de conhecimento produzida por uma abordagem que não leva em conta a inter-relação e a influência entre eles – questiona a visão compartimentada (disciplinar) da realidade sobre a qual atua a escola. Refere-se portanto a relação entre disciplinas.[5]

A transversalidade diz respeito a possibilidade de se estabelecer, na prática educativa, uma relação entre aprender na realidade e da realidade de conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender na realidade e da realidade). [5]

Ainda segundo Antonio Fernando da Costa [6]:

Depreende-se que tanto a interdisciplinaridade como a transversalidade alimentam-se mutuamente. A primeira seria a estratégia (o que fazer?) e a outra a tática (como fazer?) sugerida nos PCN's para promover a compreensão abrangente dos diferentes objetos do conhecimento, bem como a percepção da implicação do sujeito do conhecimento na sua produção, superando a dicotomia entre ambos.

Este trabalho explorou a relação entre a Física, a Educação-Física e a Matemática de forma interdisciplinar pois a aula transcorreu de forma que as disciplinas se relacionaram para poder explicar os conceitos propostos. A aula proposta e aplicada visou demonstrar os seguintes conceitos da Mecânica: Cinemática, Atrito, Roldanas e Alavanca (Torque). Dentro da Educação Física, com a participação do professor Durval que ministra aulas de educação física, foram explicados os conceitos de boa postura durante a prática de esforço físico bem como os grupos musculares trabalhados além do aluno poder associar que a força aplicada é maior, conceito da Física, quando o esforço físico é maior, conceito da educação física. A Matemática foi utilizada durante a explicação teórica e a determinação de resultados experimentados. A aula transcorreu da seguinte forma: Quatro experiências foram montadas: a primeira foi uma corrida onde se mediu à distância percorrida e marcou-se o tempo gasto para percorrer

a distância com um cronômetro; a segunda foi constituída de dois pneus, um em contato direto com o piso e outro com um pedaço de pano entre o pneu e o piso; a terceira foi constituída de uma roldana móvel e uma roldana fixa que foram utilizadas para erguer duas massas iguais; a quarta foi constituída de duas alavancas de comprimentos diferentes utilizadas para erguer duas massas iguais.

Após essa aula prática foi apresentada uma aula teórica onde foram explicados os conceitos físicos e as equações Matemáticas relacionados à atividade prática.

Capítulo III

3 Metodologia

3.1 Introdução:

Para David Ausubel, psicólogo da aprendizagem, o principal no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa. Isto é, o material a ser aprendido precisa fazer algum sentido para o aluno. Isto acontece quando a nova informação "ancora-se" nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Marco Antonio e Elcie F. Salzano Masini [4]:

... aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceitos subsunções ou, simplesmente, subsunções (subsumers), existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre, quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende.

Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel chama de conceito "subsunçor". Esta é uma palavra que tenta traduzir a inglesa "subsumer".

Quando o material a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chamou de aprendizagem mecânica ("rote learning"). Ou seja, isto ocorre quando as novas informações são aprendidas sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim, a pessoa decora fórmulas, leis, macetes para provas e esquece logo após a avaliação.

Para haver aprendizagem significativa é preciso haver duas condições:

- a) o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o material arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica;
- b) o material a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja ele tem que ser logicamente e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do material, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos materiais que têm significado ou não para si próprio. [3]

David Ausubel recomenda a utilização de organizadores prévios que são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. Sua principal função é de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Facilitam a aprendizagem na medida em que funcionam como "pontes cognitivas". Segundo Marco Antônio e Elcie F. Salzano Masini [4]:

A principal função dos organizadores prévios é superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada. Permitem prover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem, [...].

Nesse trabalho foram utilizadas quatro atividades como organizador prévio, a atividade da corrida onde o aluno pode medir uma distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la, a atividade com o pneu que relaciona a mudança de esforço com a mudança de interface entre superfícies, a atividade com a roldana que possibilita ao aluno sentir a diferença da força necessária para elevar uma mesma massa porém uma situação com o auxílio de uma roldana fixa e em outra com uma roldana móvel além da fixa e a atividade das alavancas de diferentes tamanhos utilizadas para elevar duas massas.

Um questionário com perguntas não explícitas sobre assunto pertinente ao material que se deseja ensinar ao aluno é utilizado com o objetivo de se identificar o conhecimento prévio do aluno. A partir das respostas desse questionário é

possível então identificar o conhecimento do aluno sobre o material. Nesse momento é possível então buscar os subsunções, conhecimentos prévios relevantes, que poderão servir de ancoragem para o material que será ensinado ao aluno tornando-o então potencialmente significativo. O questionário utilizado nesse trabalho foi aplicado aos alunos da 8º série do Colégio MV1 – São Gonçalo antes da apresentação dos organizadores prévios e da apresentação teórica da matéria, bem como a estatística das respostas encontradas

3.2 Mapeando a estrutura cognitiva do aluno:

Ausubel coloca como o ponto de partida do trabalho do professor a descoberta do conhecimento cognitivo relevante do aluno, sobre o assunto a ser apresentado. O subsunçor para um assunto pode ser um símbolo, um conceito, um sinônimo, ou seja, qualquer coisa relacionada ao assunto e que já faça parte da estrutura cognitiva do aluno, já tendo significado para ele, que sirva de ancoragem, de forma que haja uma interação entre o novo assunto e a estrutura do aluno.

A determinação prévia dos subsunções é o ponto de partida para todo o trabalho a ser desenvolvido junto ao aluno. Essa determinação indica para o professor os pontos existentes para que se possa utilizar na apresentação da nova informação. Seria como um radiografia da estrutura cognitiva do aluno na tentativa de evidenciar os subsunções relacionados ao assunto que será discutido com o aluno.

Uma pergunta que surge é “Como o aluno recebe os primeiros conhecimentos de um assunto do qual ele nunca ouviu falar, ou seja, não tem nenhum subsunçor?”. Para isso deve-se lançar mão de um método de aprendizagem mecânica.

A aprendizagem mecânica se passa de forma tradicional. O conhecimento é colocado para o aluno de forma arbitrária pouco importando o que este aluno traz consigo sobre o assunto.

Descoberto os subsunções o novo conhecimento pode ser apresentado e trabalhado pelo aluno de duas formas: Uma aprendizagem receptiva ou uma aprendizagem por descoberta. A escolha de uma das formas para se trabalhar com aluno não implica em ocorrer uma aprendizagem significativa.

Um exemplo disso é que uma equação Física ou um teorema Matemático podem ser apresentados ao aluno prontos, sem que ele precise descobri-los, e o aluno conseguir utilizá-los nas soluções de problemas de seu interesse criando um significado para esse conhecimento apresentado em sua estrutura cognitiva. Por outro lado uma aula experimental onde o aluno meça com o auxílio de um termômetro os pontos fixos da água pode não passar de uma atividade prática se aquele novo conhecimento não tiver criado um significado para o aluno.

De fato podemos concluir que um novo conhecimento só terá chance de ser significativo se for elaborado para ser *potencialmente significativo*. Um material pode ser potencialmente significativo quando se leva em conta três fatores: o conhecimento prévio do aprendiz sobre o assunto, subsunções específicos, e a qualidade do material.

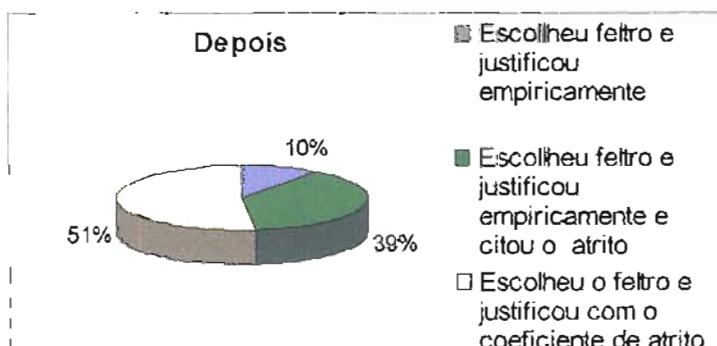
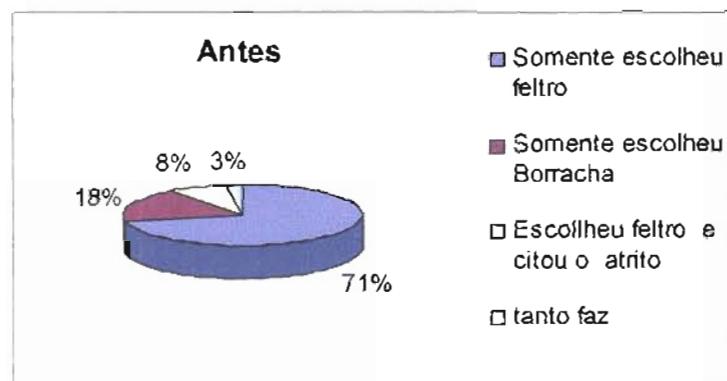
3.3 Conhecimentos Prévios

O questionário a seguir foi utilizado para se obter os conhecimentos prévios dos alunos e a partir desses se possa encontrar possíveis subsunções para a matéria que foi apresentada aos alunos do Colégio Rede MV1 de Ensino – São Gonçalo. Participaram da experiência 39 alunos da 8^ª série do ensino fundamental.

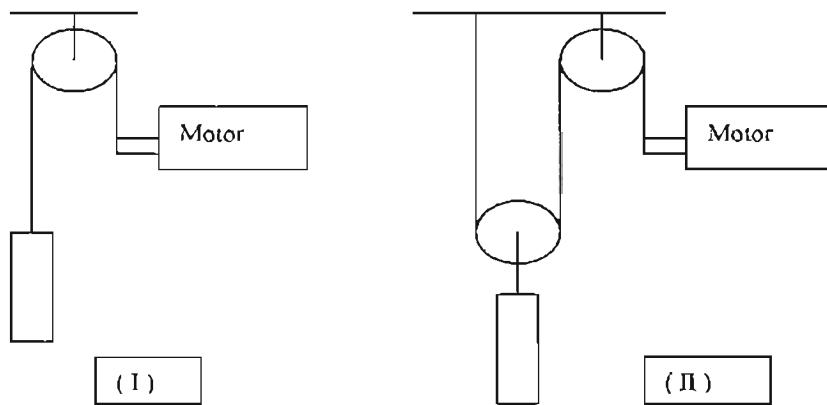
Este questionário é composto de perguntas sobre o cotidiano do aluno para tentar identificar a bagagem cognitiva desse tentando encontrar subsunções, e selecionar organizadores prévios relevantes (experimentos) para ancorar o conhecimento a ser passado.

3.3.1 Questionário:

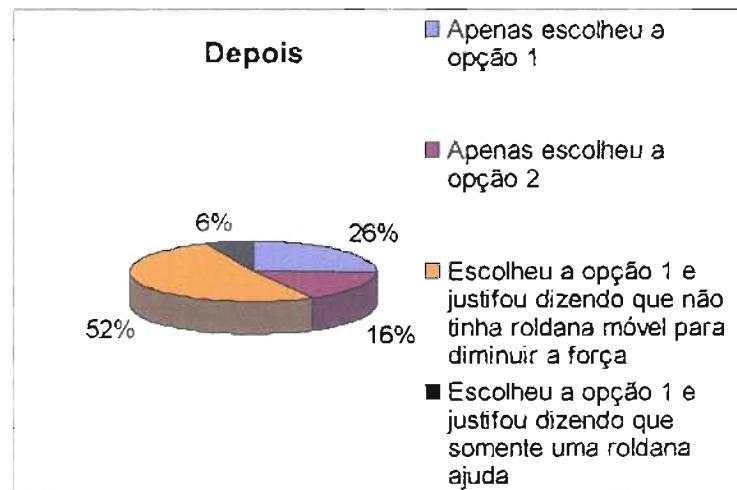
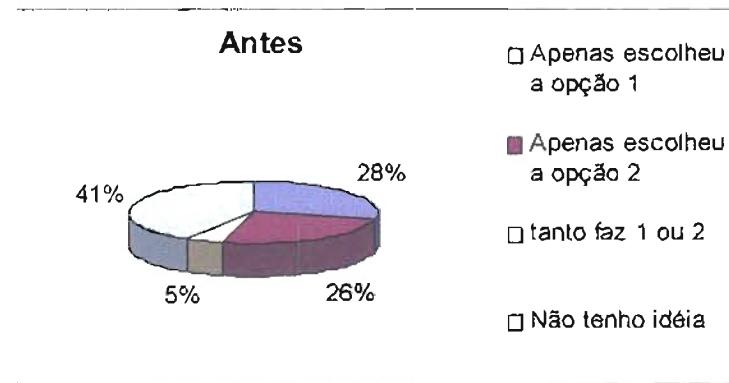
1) Quando empurramos um armário temos a opção de colocarmos em baixo de seus pés um pedaço de feltro ou um pedaço de borracha. Tanto faz você usar um ou outro? Qual você utilizaria para ter um esforço reduzido, borracha ou feltro? Por que?



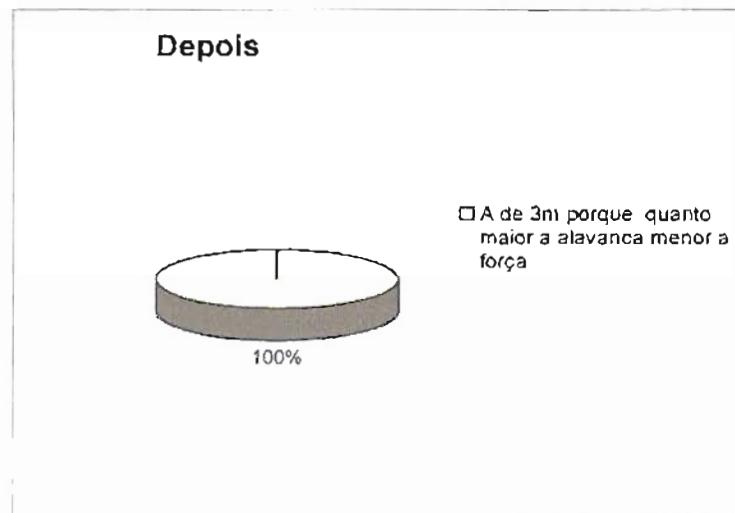
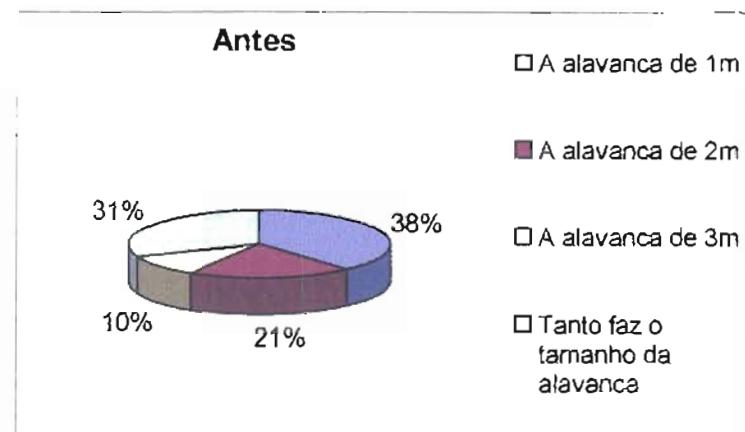
2) Você pode encontrar dois tipos de elevadores como os representados nas figuras abaixo:



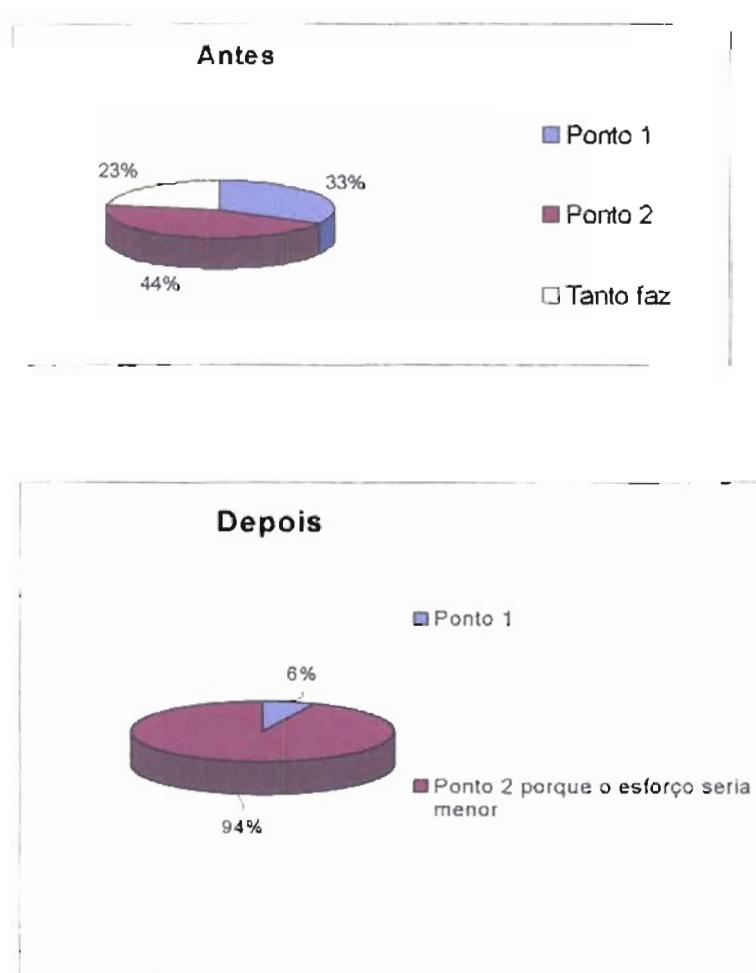
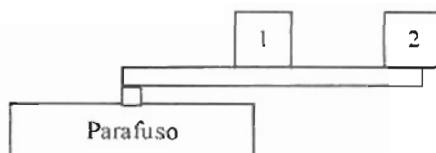
Em qual das opções o motor tem que ser mais forte?



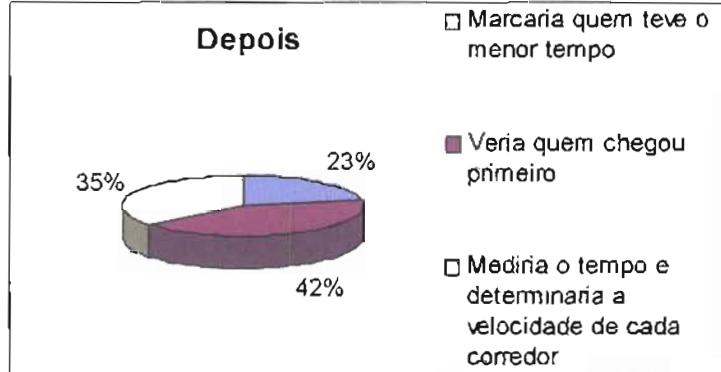
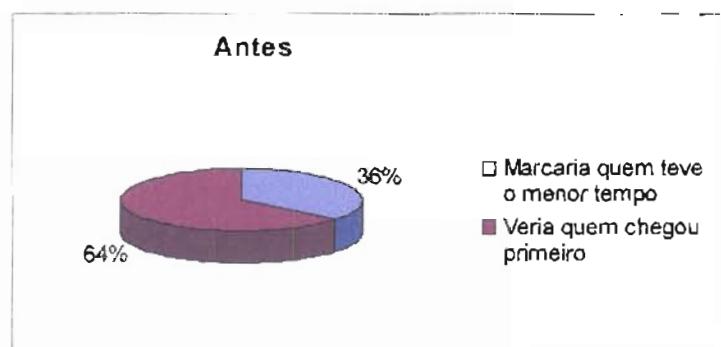
3) Um dito popular muito conhecido é: "Me dê uma alavanca e um ponto de apoio que erguerei o mundo". Baseado nessa afirmação você utilizaria uma alavanca de 1m, 2 m ou 3 m, a partir do ponto de apoio, para erguer um peso de 2 kg?



4) Na hora de trocar o pneu de um carro utilizamos uma chave de roda. Na reta abaixo em qual dos pontos você pegaria na chave, 1 ou 2, para realizar a troca com maior facilidade? Explique o porque de sua escolha.



5) Você e um colega têm que percorrer uma distância de 30 metros. Como você faria para mostrar quem foi mais rápido? Quem teria a velocidade média mais alta?

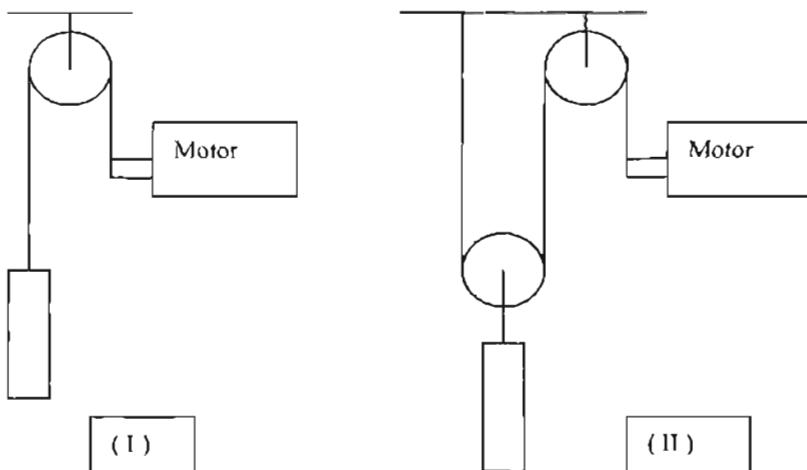


3.3.2 Respostas do Questionário:

- 1) Quando empurramos um armário temos a opção de colocarmos em baixo de seus pés um pedaço de feltro ou um pedaço de borracha. Tanto faz você usar um ou outro? Qual você utilizaria para ter um esforço reduzido borracha ou feltro? Porque?

R: O feltro. Como o coeficiente de atrito da interface piso/filtro é menor, o esforço para empurrá-lo será menor.

- 2) Você pode encontrar dois tipos de elevadores como os representados nas figuras abaixo:



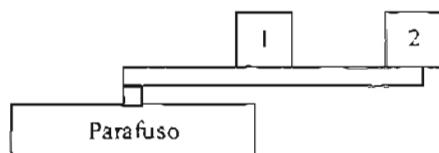
Qual das opções o motor tem que fazer mais força?

R: O motor I. O esquema apresentado para o motor I não possui uma roldana móvel como o esquema II sendo assim a força não é dividida por dois tendo o motor que fazer mais força.

3) Um dito popular muito conhecido é "Me dê uma alavanca e um ponto de apoio que erguerei o mundo". Baseado nessa afirmação você utilizaria uma alavanca de 1m, 2 m ou 3 m, a partir do ponto de apoio, para erguer um peso de 2 kg?

R: A alavanca de 3m. Quanto mais distante do ponto de apoio menor a força aplicada para erguer o corpo em questão.

4) Na hora de trocar o pneu de um carro utilizamos uma chave de roda. Na reta abaixo em qual dos pontos você pegaria na chave, 1 ou 2, para realizar a troca com maior facilidade? Explique o porque de sua escolha.



R: O ponto 2 . Pelo mesmo motivo apresentado na questão 3.

5) Você e um colega têm que percorrer uma distância de 30 metros. Como você faria para mostrar quem foi mais rápido? Quem teria a velocidade média mais alta?

R: Quem executou o trajeto em menor tempo foi o mais rápido. Para verificar quem teve maior velocidade média dividiria a distância pelo tempo e verificaria quem teve maior velocidade.

3.3.3 Os subsunços:

Serão apresentados agora os subsunços determinados a partir de cada uma das questões respondidas pelos alunos. Estes foram utilizados como ponto de partida para as atividades experimentais dos assuntos que serão abordados nas aulas teóricas.

- 1) Quando empurramos um armário temos a opção de colocarmos em baixo de seus pés um pedaço de feltro ou um pedaço de borracha. Tanto faz você usar um ou outro? Qual você utilizaria para ter um esforço reduzido borracha ou feltro? Porque?

Subsunçor: As respostas apresentadas demonstram a associação entre atrito e dificuldade ou facilidade de deslizamento entre corpos.

- 5) Você e um colega têm que percorrer uma distância de 30 metros. Como você faria para mostrar quem foi mais rápido? Quem teria a velocidade média mais alta?

Subsunçor: As respostas apresentadas mostram que os alunos relacionam maior velocidade com menor tempo de execução de uma atividade.

Nas questões 2, 3 e 4 não foi possível identificar subsunços.

Capítulo IV

Atividades experimentais

4.1 A aula

A aula ocorreu no Colégio Rede MV1 – São Gonçalo – Niterói – RJ após o horário normal de aula com 39 alunos da 8^º série do Ensino Fundamental. Toda a estrutura da aula foi armada na quadra de esportes. Tais atividades experimentais foram utilizadas como organizadores prévios ao ensino do tema. Abaixo é apresentada uma lista de materiais que foram necessários para realização desta aula.

- Corda (O tamanho varia com a altura que será presa as roldanas)
- Três roldanas de diâmetro 15cm
- Um cabo de vassoura com 1 metro e outro com 0,6 metros
- Dois galões de plástico de 5 litros
- Uma trena de 30 metros
- Duas garrafas Pet de 2 litros ou duas anilhas de mesma massa
- Dois pedaços de arame ou fio rígido de 20 centímetros

A aula foi dividida em quatro atividades, uma relacionada à medida de velocidade média, uma relacionada ao atrito, uma relacionada à roldana fixa e móvel e uma relacionada à alavanca, que serão descritas posteriormente e após a descrição de cada uma delas será mostrada a parte do questionário referente a aquele assunto.

Cada grupo de voluntários tinha aproximadamente 20 alunos que foram divididos entre as atividades. A duração total da aula foi de uma hora sem contar o tempo para a arrumação que foi de aproximadamente meia hora.

4.2 Corrida

Material:

- Trena
- Relógio com cronômetro

Essa é a atividade mais simples de se realizar. O aluno deve medir uma distância. Após a realização da medida ele deve realizar corridas sobre a distância medida com o tempo marcado para então determinar a velocidade média no trajeto.

O interessante é demonstrar os diferentes tipos de largadas (figura 4.1 e figura 4.2) e o efeito delas na velocidade média.

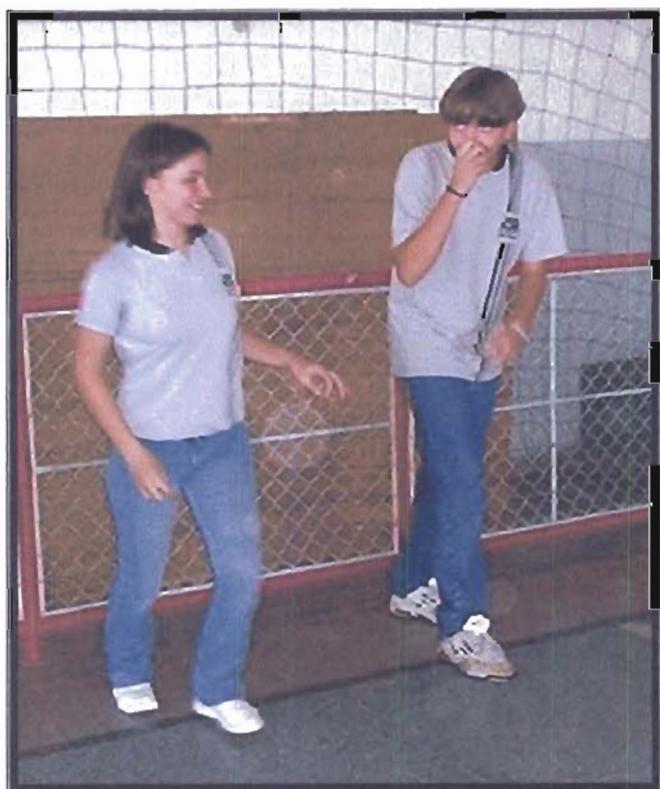


Figura 4.1- Largada com o corpo em pé.



Figura 4.2- Largada com o corpo encolhido.

Após a execução dos dois tipos de largada pode se verificar que com o corpo encolhido, como uma mola, se obtém uma maior velocidade média pois a distância é a mesma mas o tempo gasto é menor.

Essa mudança de largada faz com que o aluno construa a relação da velocidade com o tempo pois ele percebe a dependência, inversamente proporcional, da velocidade com o tempo.

Na parte referente a educação-física o aluno pode constatar que quanto mais encolhido estiver o corpo maior será o impulso na hora da largada e pode verificar isso também com um tempo menor para execução do percurso.

4. 3 Atrito

Material:

- Dois pneus
- Um saco de pano
- Dois pedaços de corda de aproximadamente 2,5 m cada

Primeiro deve-se pegar os dois pneus e amarrar uma corda em cada um deles. Depois se coloca o saco de pano em baixo de um deles de forma que a borracha do pneu não tenha mais contato com o chão (figura 4.3).

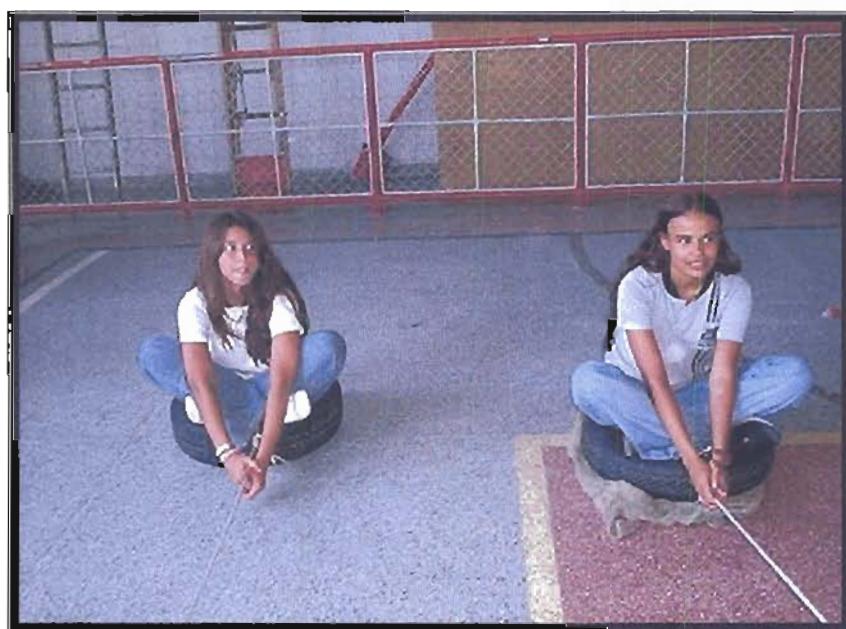


Figura 4.3- Os alunos sendo puxados. Um pneu está diretamente sobre o chão e o outro com o feutro entre o pneu e o chão.

Para realização dessa atividade é bom ter dois times de três alunos. Um dos alunos ficará sentado no pneu e os outros dois deverão puxar o pneu utilizando a corda (figura 4.4). A atividade deve ser feita com os dois pneus, com pano e sem pano, sem mudar a ordem de quem puxa e de quem é puxado. Isso porque os alunos que puxam devem sentir a diferença do esforço físico para puxar o pneu.

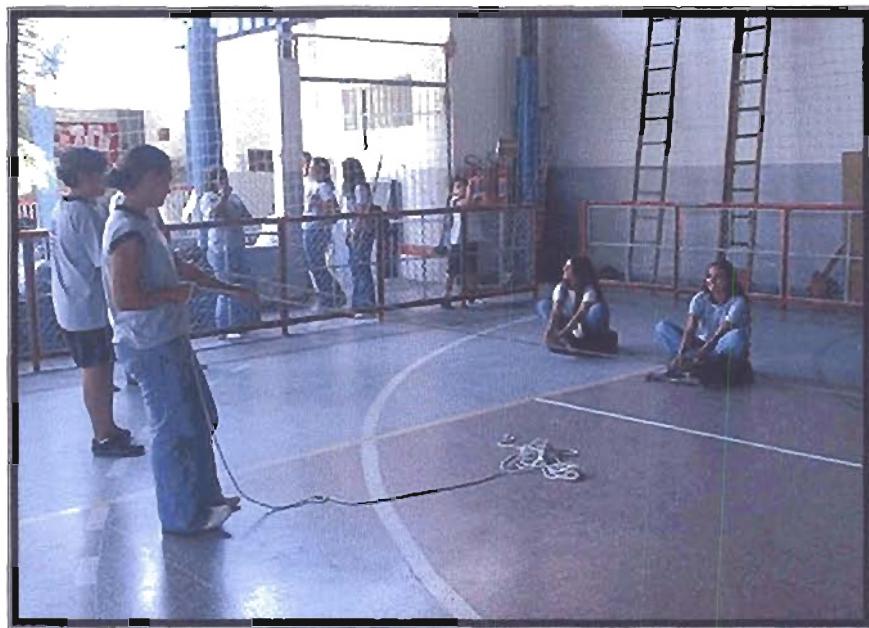


Figura 4.4- Os alunos que estão puxando podem sentir a diferença da força aplicada quando trocam de pneu.

Durante a atividade é trabalhado o grupo muscular da perna bem como a noção de trabalho em equipe.

O aluno deverá perceber a diferença de puxar o pneu com o pano e sem pano. Com o pano ele verificará que o esforço físico é menor do que quando o pneu está sem o pano.

A partir da percepção da diferença entre puxar com e sem o pano o aluno tem a oportunidade de entender que mudando a interface das superfícies muda a força de resistência, o atrito, ganhando a noção de que o atrito depende do tipo de superfícies em contato.

Durante a atividade pode se observar que puxar o pneu com o corpo levemente inclinado para frente torna mais fácil de puxar pois aumenta o grupo muscular que está sendo requerido para execução da atividade.

4.4 Roldanas

Material:

- Dois pedaços de corda um de 20 e outro de 10 metros de comprimento
- Três roldanas de 15 cm de diâmetro
- Dois galões de plástico de 5 litros cada

Primeiro deve-se escolher o local onde serão amarradas as roldanas, deve ser alto suficiente para a realização da atividade. No experimento aqui relatado foi utilizado o suporte da cesta de basquete da quadra de esportes da escola (figura 4.5).



Figura 4.5- Montagem do experimento com a roldana fixa e com a roldana móvel.

Após a montagem do arranjo deve se encher os dois galões de água e prendê-los nos ganchos da roldana.

Cada grupo de alunos deve experimentar os dois arranjos. O da roldana fixa (figura 4.6):

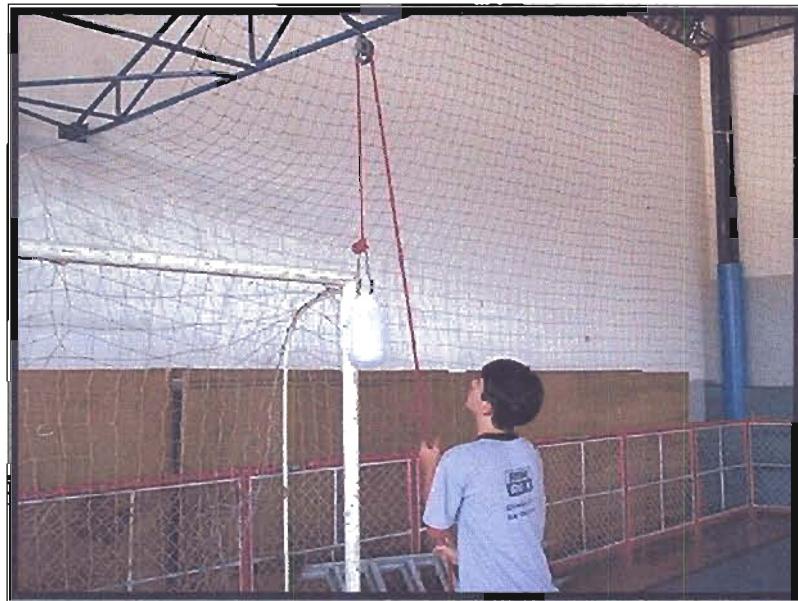


Figura 4.6-Arranjo somente com uma roldana fixa.

E o da roldana móvel (figura 4.7):



Figura 4.7-Arranjo com uma roldana fixa e outra móvel.

Em cada um dos arranjos o aluno deve fazer 15 repetições, elevando o galão cheio de água, com o objetivo de trabalhar mais a musculatura, e ao final relatar em qual foi necessário maior esforço.

A comparação entre os dois casos torna possível para o aluno sair da abstração normal de sala de aula, onde as roldanas móvel e fixa são comparadas de forma apenas teórica com uma demonstração de vetores para mostrar que com a roldana móvel a tração na corda fica menor, o que facilita a compreensão do conceito físico.

Para elevar o galão foi mostrado para o aluno que a angulação do cotovelo não deve passar de 90° para não forçar a articulação.

4.5 Alavancas

Material:

- Duas garrafas Pet de 2 litros ou duas anilhas de mesma massa
- Dois pedaços de arame ou fio rígido de 20 centímetros
- Um cabo de vassoura com 1 metro e outro com 0,6 metros

Pegar os cabos de vassoura e cortar um deles com o comprimento menor. Fixar os cabos de vassoura a um palmo da extremidade no ponto de fixação. Nessa extremidade prender a anilha ou a garrafa Pet cheia de água. Utilizar o arame para a fixação. Estão montadas, duas alavancas com a mesma massa em uma das extremidades e com a mesma distância entre as extremidades com as massas e o ponto de fixação, mas com comprimentos diferentes entre os pontos de fixação e a extremidade livre.

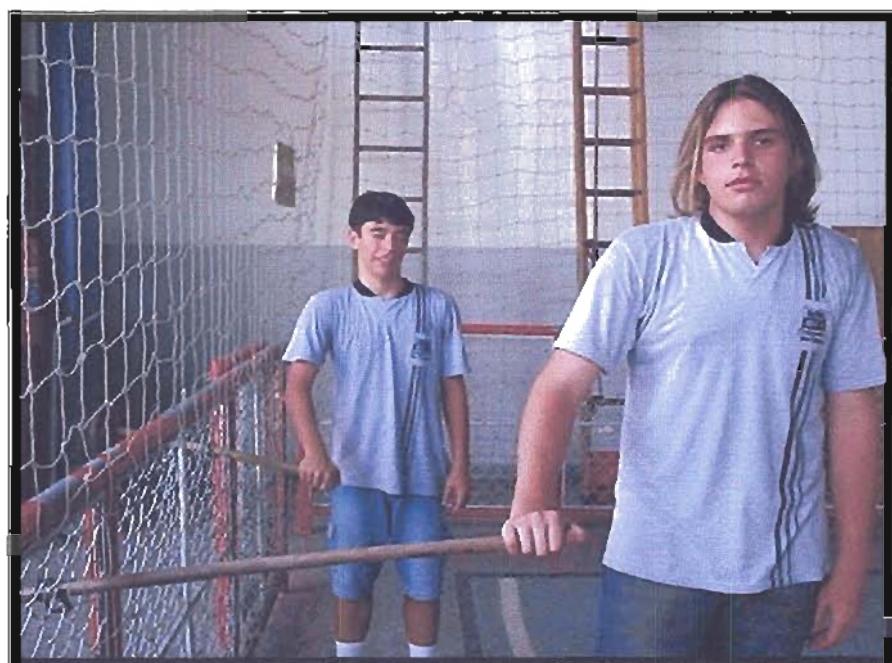


Figura 4.8-As distâncias entre os pontos de fixação e as extremidades livres diferentes.

Os alunos devem pegar na extremidade livre do cabo de vassoura e fazer o movimento de esticar o braço e flexioná-lo quinze vezes (figura 4.8). Devemos ressaltar que o braço não deve fazer um ângulo menor que 90° para não correr o risco de causar lesões na articulação. O músculo mais trabalhado nessa movimentação é o tríceps.

Após o término das repetições o aluno deve trocar de alavanca e repetir o processo. Então ele verifica que quando utiliza a alavanca mais longa a força é menor para erguer a mesma massa.

Assim pode se verificar que para distâncias maiores a partir do ponto de apoio a força aplicada é menor. Esse experimento possibilita a compreensão do conceito de torque.

Durante a prática desse exercício foi feita a mesma observação sobre a angulação do cotovelo.

Capítulo V

Parte Teórica

5.1 Velocidade

O conceito de velocidade é na verdade a razão entre uma determinada distância e o tempo gasto para percorrê-la. Quanto maior for o valor obtido nessa razão mais rápido a ação está sendo executada.

Por exemplo, podemos medir a velocidade com que uma pessoa come. Para isso devemos saber primeiro a quantidade de comida que essa pessoa põe no prato. Depois devemos medir o tempo, com o auxílio de um cronômetro, que essa pessoa demora para comer essa quantidade de comida. Então é só fazer a razão entre essas duas grandezas para obter o valor da velocidade média de ingestão de comida por segundo (ou a unidade de tempo que tiver sido utilizada para medir o tempo).

Neste trabalho será abordada apenas um tipo de ação, se deslocar.

Deslocar é mudar de posição. Mas para tornar mais completa a informação obtida dentro do valor da velocidade será adotado a partir de agora uma orientação dentro do nosso movimento. Para isso vamos adotar uma reta orientada. Uma reta orientada é como na estrada quando se está viajando. A cada quilometro é colocado um marco que indica à posição que o viajante se encontra. Por exemplo, podemos dizer que a posição do nosso viajante é a seguinte: Ele se encontra na estrada Amaral Peixoto no sentido Niterói-Maricá no quilometro 15. Após algum tempo o viajante se encontra no quilometro 30, ou seja, mudou de posição. Quando se muda de posição então é dito que o móvel se deslocou.

Intervalo de tempo é o tempo gasto para a realização de qualquer evento. Logo o intervalo de tempo será, aqui, o tempo gasto para se deslocar.

Pode-se concluir que a velocidade é a razão entre o deslocamento (ΔS) e o intervalo de tempo (Δt) (equação 4.1):

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Equação 5.1

Dentro da atividade experimental que foi apresentada nesse trabalho o aluno teve a oportunidade de medir uma distância a qual ele percorreu e também de medir o tempo para percorrê-la. Além disso o aluno experimentou diferentes tipos de largada de corrida para então perceber qual a mais eficiente, ou seja, a que tornou possível a execução do trajeto com maior rapidez. A partir desse resultado o aluno pode verificar, quanto mais rápido, maior a velocidade, e também, a dependência da velocidade com o tempo, inversamente proporcional.

5.2 Atrito

O atrito está presente no nosso cotidiano e o aluno toma contato com ele antes de ouvir falar sobre esse assunto na escola. Os primeiros passos que damos na vida só são possíveis devido ao fato de existir atrito entre os pés e o chão. Sendo assim esse conceito que está presente a tanto tempo em nossas vidas será entendido levando em conta esta relação.

A primeira pergunta que podemos fazer sobre o assunto é "Porque existe atrito entre duas superfícies?"

Vamos fazer uma pequena viagem mental. Imagine que nós temos uma supervisão que nos possibilita enxergar uma superfície nos mínimos detalhes. Se isso fosse possível perceberíamos que as superfícies apresentam rugosidades. Assim quando essas superfícies são esfregadas surge entre elas uma força de resistência ao deslize entre as mesmas. Essa força é chamada de força de ATRITO.

Entendida essa primeira pergunta, podemos então pensar um pouco mais além, e fazer outra pergunta "Essa força é a mesma para quaisquer duas superfícies que deslizem uma sobre a outra?"

De fato existem dois fatores que fazem com que essa força varie. O primeiro é que cada superfície tem uma rugosidade diferente assim temos uma classificação para cada material que compõem a superfície e seu grau de polimento. Dizemos então que cada superfície tem um coeficiente de atrito diferente. Essa diferença pode ser verificada na atividade experimental 4.2 quando mudamos as interfaces pano cimento e borracha cimento.

O outro fator é a força de interação entre as superfícies que é chamada de força normal. A normal é uma componente da força de interação entre as superfícies devido ao contato. Essa força é sempre perpendicular a superfície.

Por fim a pergunta final "Como esses fatores se relacionam?"

Para isso temos que analisar uma situação que servirá para ilustrar a pergunta. Vamos pegar a borracha que está sobre a mesa e uma folha de seu caderno.

Agora faça o seguinte: aplique uma pequena força sobre a borracha e faça com que ela deslize sobre a mesa. Agora repita sobre o papel. Verifique qual foi a situação mais fácil deslocar a borracha. Acabamos de atestar que cada material reage de uma forma logo a força de atrito é diretamente proporcional ao coeficiente de atrito.

A experiência agora será realizada somente com a borracha. Aplique uma força sobre a borracha e tente fazê-la se mover. Agora aumente a força sobre a borracha e tente novamente fazê-la deslizar. Percebeu que a força que tenta impedir o movimento, a força de atrito, ficou ainda maior. Então percebemos, também, que a força de atrito é diretamente proporcional à normal.

Na Física a linguagem utilizada para expressar suas observações da natureza é a linguagem Matemática. Assim tudo que acabou de ser dito pode ser expresso da seguinte forma Matemática (equação 5.2):

$$F_{at} = N \times \mu$$

Equação 5.2

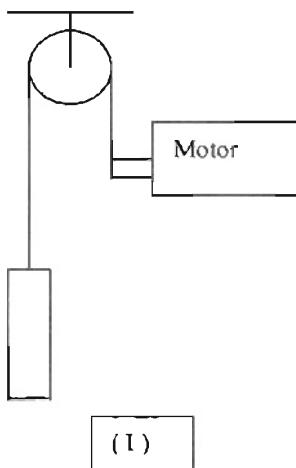
Onde N é a força normal e μ o coeficiente de atrito.

Durante a atividade experimental os alunos puderam perceber que a força aplicada para puxar o colega que estava sentado sobre o pneu era menor quando o pano era colocado entre o pneu e o chão. Além disso uma outra constatação foi que colegas mais pesados, eram mais difícil de serem puxados podendo verificar a dependência do atrito com a força normal.

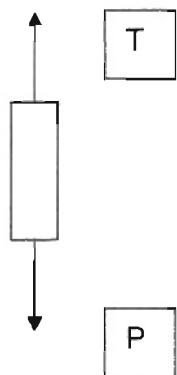
5.3 Multiplicadores de força

5.3.1 Roldana fixa

A roldana fixa somente torna possível alterar a direção da força aplicada para elevar uma massa.



Isso é teoricamente explicado isolando-se o corpo:



Quando o sistema está em repouso temos que:

$$T = P$$

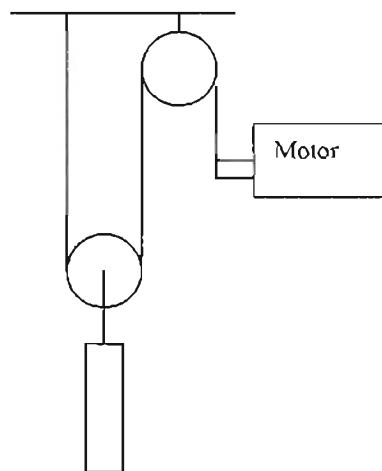
Equação 5.3.1

Onde T é a tração na corda e P o peso do galão. Assim a tração é igual ao peso.

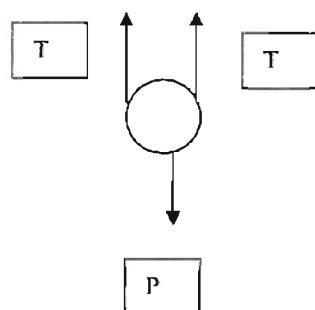
Na atividade experimental 4.3 desse trabalho, o aluno teve a oportunidade de verificar que a força para elevar o galão com apenas a roldana fixa é igual ao peso do galão.

5.3.2 Roldana móvel:

O uso de uma roldana móvel faz com que na situação ilustrada a força fique reduzida a metade:



Isso pode ser verificado quando isolamos a roldana:



Onde verificamos que:

$$2T = P$$

$$Equação\ 5.3.2$$

Onde T é a tração na corda e P o peso do galão. Essa relação é válida para o caso mais simples onde o sistema está em repouso ou em velocidade constante.

Como a corda é uma só temos, então que a força de tração para equilibrar o peso é metade do valor do peso.

Essa relação pode ser verificada na atividade experimental 4.3 desse trabalho. O aluno ao utilizar a roldana móvel verifica, qualitativamente, que a força aplicada para elevar o galão com o auxílio da roldana móvel é menor que o peso do galão.

5.3.3 Alavanca:

Outro domingo! Novo passeio de carro. Dessa vez foi o pneu que furou. O pai se esforça, tentando, sem sucesso, girar o parafuso da roda (figura 5.1). Um dos filhos então diz: "Um momento, por favor!" Vai até o porta-malas, pega um cano longo (figura 5.2), coloca-o na extremidade da chave, e fala para o pai: "Tente agora!" E o pai, surpreso, consegue retirar os parafusos, fazendo até menos esforço do que anteriormente.



Figura 5.1



Figura 5.2

Como pode ter acontecido isso? Bem, em Física, existe uma grandeza que está associada à capacidade de uma força girar um objeto. Essa grandeza é chamada de **momento da força** ou, ainda, **torque**.

Mas, o que vem a ser momento (ou torque) de uma força? De que grandezas ele depende? No dia-a-dia, temos inúmeros exemplos nos quais essa noção está envolvida: alavancas, ferramentas, máquinas, automóveis. Veja a Figura 5.3.

Quando tentamos girar a porca com uma chave, utilizando uma força de mesmo valor, será mais fácil conseguirmos se a força estiver aplicada no ponto A do que se estiver aplicada no ponto B. A porca vai girar em torno de seu centro. Quanto maior for a distância desse ponto ao ponto onde a força é aplicada, maior vai ser a facilidade de girarmos a porca com a chave.

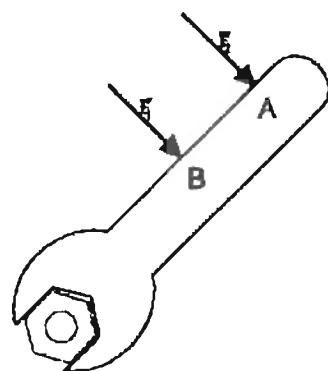


Figura 5.3

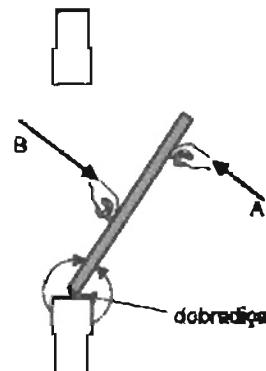


Figura 5.4

Analise bem a figura 5.4. Ela representa uma porta vista de cima. Duas pessoas empurram a porta, uma tentando fechá-la e a outra tentando abri-la. A pessoa B tenta fazer com que a porta gire, em torno da dobradiça, da mesma maneira como fazem os ponteiros de um relógio (sentido horário), enquanto que a pessoa A procura fazer com que a porta gire no sentido contrário ao que fazem os ponteiros de um relógio (sentido anti-horário). Não vai ser, necessariamente, a pessoa que faz mais força que vai vencer a parada. As distâncias entre os pontos onde são aplicadas as forças e a dobradiça da porta também entram no jogo.

Então, quando quisermos analisar a capacidade de uma força girar um corpo, devemos considerar, ao mesmo tempo, duas grandezas: o valor da força e a distância entre a força e o ponto em torno do qual o corpo gira. A grandeza que representa essa capacidade de uma força girar um corpo como já dissemos, é o momento da força ou torque. Se chamarmos de M o momento, podemos definir, inicialmente, o valor dessa grandeza como:

$$M = F \cdot d$$

Equação 5.4

onde M representa o valor do momento da força, F representa o valor da força e d representa o valor da distância da força ao centro de giro.

Durante a atividade experimental com as alavancas os alunos puderam experimentar comprimentos diferentes de alavancas para erguer massas iguais e com isso verificar experimentalmente que quanto maior a distância menor a força.

Capítulo VI

6.1 Conclusão:

Sem dúvida a maior conclusão que se pode tirar é que uma atividade fora do ambiente normal de sala de aula tem um valor muito maior para os alunos. Estou tendo a oportunidade de acompanhar os alunos da 8^a série que participaram dessa atividade e os conceitos ali vivenciados permaneceram para a maior parte dos alunos.

A interdisciplinaridade bem como a contextualização dos assuntos, como recomendado na LDB [1], deve ser cada vez mais introduzida no cotidiano da escola, de modo a melhorar a forma com que o aluno enxerga o mundo e criando sempre mais significado para o aluno do conhecimento experimentado.

A metodologia proposta por Ausubel tem sem dúvida um grande valor. A utilização dos organizadores prévios ~~torna~~ uma excelente opção para o professor desenvolver o conteúdo, o qual pretende passar, transformando-se numa ferramenta útil para o aluno e não só mais um item a ser estudado para o exame vestibular.

A relação proposta entre as ciências exatas, Física e Matemática, com a Educação-Física foi muito bem aceita pelos alunos já que a faixa etária desses alunos é muito ligada a prática de esportes.

Porém vale ressaltar que a valorização do professor é uma atitude necessária, já que, os baixos salários fazem com que o profissional tenha que dar muitas aulas para conseguir um salário razoável. Assim para executar esse tipo de atividade no cotidiano real das escolas transforma-se numa tarefa bastante difícil, pois a execução desse tipo de aula demanda um tempo adicional para seu preparo. Porém gostaria de dizer que após a execução dessa aula o diretor da escola na qual ela se realizou autorizou que fosse repetida a atividade todos os anos para os alunos de primeira série do Ensino Médio e oitava série do ensino fundamental.

Capítulo VII

7.1 Referências

- [1] – **BRASIL**, Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 9394/96.
- [2] – **MEC**, *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, 1999.
- [3] – **COLL**, Salvatore, César et alii, *Psicologia do Ensino*, capítulo 11, Atmed, 2000
- [4] – **MOREIRA**, Marco A. *Uma Abordagem Cognitivista do Ensino de Física*. Editora da Universidade de Porto Alegre, 1983.
- [5] - **ANDRADE**, ROSA MARIA CALAES DE. *INTERDISCIPLINARIDADE. DOIS PONTOS*, Belo Horizonte (MG): v.3 n.20 (1994/1995) p.23-28,
- [6] – **COSTA**, Antonio Fernando Gomes da. Interdisciplinaridade , a práxis da didática psicopedagógica. Unitec – RJ – 2000.
- [7] – **NEWTON**, Helou e Gualter. *Tópicos de Física 1*. Editora Saraiva – 2001.
- [8] – **RAMALHO**, Nicolau e Toledo. *Os Fundamentos da Física 1*. Editora Moderna – 1993.