



## **Design Pedagógico do módulo III**

### **Origem dos Movimentos, Variação**

#### **Escolha do tópico**

O que um aluno entre 14 e 18 anos acharia de interessante neste tópico ? Que aplicações / exemplos do mundo real podem ser utilizados para engajar os alunos dentro desse tópico?

A Física envolvida nos esportes é rica em exemplos que servem de motivação ao estudo dos movimentos, na busca da compreensão de suas leis gerais.

O que pode ser interativo neste tópico ? Liste algumas aplicações do mundo real que requerem o conhecimento deste conteúdo. Aplicações que podem ser ilustradas através de gráficos interativos, vídeo clips e animações são as indicadas para o uso do computador.

O que tem sido feito nessa área? Você tem conhecimento de abordagens interessantes para o tema proposto no seu módulo? Em sua pesquisa na web, você encontrou algum material interessante para o uso do computador?

De uma maneira geral em todo esporte temos que avaliar valores de velocidade, massa, tempo, tomar decisões sobre intensidade e direção de uma força aplicada, por exemplo em uma corrida automobilística ou uma partida de vôlei.

Outros problemas que vêm sendo temas de campanhas, e que seriam interessante de serem abordados neste módulo é a segurança no trânsito e sua relação ao comportamento do motorista, as leis de trânsito, as leis da física e o material que constitui os veículos novos e antigos.



## Escopo do módulo

Defina o escopo do módulo. O que *será* coberto no módulo? O que *não será* coberto?

Um passo importante na compreensão das leis que regem o movimento de todas as coisas, foi o estabelecimento do princípio da inércia, que diz que um corpo mantém seu estado de movimento, em linha reta ou em repouso, se nenhuma força atuar sobre ele. Mas o que faz então com que os corpos desviem-se da linha reta? Responde e explica Newton, depois de construir uma linguagem de cálculo infinitesimal capaz de quantificar, por exemplo, uma força que atue constantemente, mas com valores dependentes do tempo, sobre uma partícula em trajetória reta ou curvilínea<sup>1 2 3</sup>. E é isto que buscaremos compreender neste módulo, a força com a causa da variação do movimento, que por si só se perpetuaria.

O que você quer que os alunos aprendam deste módulo? O que os alunos deverão ser capazes de fazer após completarem esse módulo? Tente ser o mais específico possível com termos do tipo: “calcular”, “resolver”, “comparar”, “prever”, ao invés de usar termos ambíguos como “entender”, “perceber”, “estudar”.

Os problemas propostos nas atividades do módulo trazem situações onde o movimento de um determinado corpo, com massa  $m$  e velocidade  $v$ , é alterado por força  $F$  que atua num intervalo de tempo  $t$ . Da combinação dos conceitos, representados pelas grandezas apresentadas, surgem novos conceitos importantes como Impulso, Aceleração e Quantidade de movimento. Sendo assim, depois de analisar possíveis relações entre as grandezas citadas, buscaremos as relações que expressam uma lógica que dê conta de explicar qualquer situação onde o movimento de um corpo é o foco principal. Uma destas relações é a expressão matemática da Lei de Conservação da Quantidade de Movimento, outra é a lei da Força (2a. Lei de Newton), cuja compreensão pelos alunos constitui o principal objetivo deste módulo.

<sup>1</sup>ALBERT EISTEIN e LEOPOLD INFRED:, 4a edição (1980), “A evolução da Física”, pp. 13-39.

<sup>2</sup>ISAAC NEWTON: Principia “Princípios Matemáticos de Filosofia Natural”, Volume I. Onde podemos ver como Newton enuncia suas Leis para o Movimento e como construiu o Cálculo Diferencial e Integral, a partir da geometria.

<sup>3</sup>COHEN, I.B. e WESTFALL, R.S.: Newton (Textos, Antecedentes, Comentários), Parte 5 – Mecânica Racional.



## Interatividade

Sem pensar nas limitações de tempo e custo de produção, o que você gostaria de produzir para ensinar aos alunos os conceitos que fazem parte do seu módulo? Se você pudesse criar um laboratório virtual, o que ele proporcionaria aos alunos? Deixe fluir as suas idéias.

A partir de cada situação problema apresentada, o aluno terá a oportunidade experimentar algumas situações que exigem a análise da relação entre algumas grandezas físicas envolvidas. O aluno irá interagir com as atividades através da inferência de alguns valores como: massa, intensidade de uma força, tempo de atuação de uma força, simulando uma situação real como a freada de um carro, o jogo de vôlei ou testando a resistência e segurança de carros novos e antigos.

O que você quer que os alunos façam a fim de aprenderem o assunto do módulo? Seja específico: os alunos devem desenhar gráficos usando diferentes parâmetros? Discutir conceitos com outros colegas? Converter equações para curvas? Aplicar conceitos em exemplos de vida real? Participar num experimento virtual?

Este módulo traz três estratégias bem distintas, no diz respeito à interatividade. Na primeira atividade temos uma simulação de uma situação real, onde a ação do educando é a aplicação de uma força onde a variável em questão é o tempo de atuação da força; ou seja, esta é uma simulação em tempo real. A segunda simula um teste de segurança versus resistência de veículos, onde se verifica o valor da força sofrida pelos ocupantes de um veículo em um possível batida, em função do material utilizado em sua constituição. A terceira, ao contrário da primeira, longe de ser em tempo real, analisa detalhadamente o movimento de uma bola durante uma partida de vôlei, analisando a relação entre o impulso recebido pela bola em cada tipo de jogada.

Como este módulo vai aproveitar as vantagens do computador? Quando planejar um módulo, aproveite o potencial da programação para interatividade de nível superior. Proporcione visualização e manipulação. Planeje atividades que não podem ser realizadas através de uma aula expositiva ou folha de papel. Lembre-se que o módulo é simplesmente um conjunto de materiais para ser usado na sala de aula: o professor pode e deve usar apostilas, livros, e outros materiais.

Este módulo utiliza várias vantagens do computador, como: Agilidade na apresentação de cenas do cotidiano, na realização de cálculos; simulação de uma atividade de trânsito (ação proibida, na prática, para um aluno do ensino médio); simulação de um jogo de vôlei.



Estratégias e objetivos gerais do módulo:

1. Defina os objetivos gerais do módulo (competências e habilidades). O que você espera que os alunos aprendam (ver a seção de escopo do módulo)

## Objetivos Gerais do módulo:

- I. Avaliar fatores que determinem o valor de uma força aplicada em um corpo;
- II. Reconhecer que o impulso é igual ao produto da força pelo intervalo de tempo;
- III. Inferir a relação entre impulso e quantidade de movimento;
- IV. Decidir sobre procedimentos a tomar que possam minimizar o impacto de um corpo;
- V. Inferir, por meio de gráficos, a relação funcional que define impulso;
- VI. Analisar a relação funcional entre força, variação da quantidade de movimento e tempo de interação;
- VII. Reconhecer a força como agente da variação da quantidade de movimento;
- VIII. Reconhecer que os diferentes materiais apresentam resistências diferentes;
- IX. Reconhecer que o aumento do tempo de interação numa colisão é determinante para a segurança nos veículos;
- X. Determinar valores da força aplicada nos carros por meio da variação da quantidade de movimento e do tempo de interação;
- XI. Inferir a relação funcional entre força, quantidade de movimento, velocidade e intervalo de tempo;
- XII. Associar a variação da quantidade de movimento de um corpo, a força aplicada e o intervalo de tempo de aplicação e a variação da velocidade a que fica sujeito esse mesmo objeto;

2. Quais estratégias e atividades atendem cada objetivo proposto?

### Atividade 1

Estratégia: Análise de diferentes combinações de valores de força, tempo de interação e massa.

Objetivos: III, VI, VII, X, XI e XII.

### Atividade 2

Estratégia: Comparar o resultado da escolha do material que constituído um carro, quando submetido a um teste de segurança nas batidas.

Objetivos: I, IV, VI, VIII, IX e X.

### Atividade 3

Estratégia: Comparar os fatores que diferenciam as diferentes jogadas de um partida de vôlei, analisando vetorialmente cada jogada.

Objetivos: I, II, III, V, VI e VII.



3. Que outros recursos seriam úteis nas páginas web do módulo (glossário, calculadora)?

Será fornecida ao aluno uma calculadora virtual para auxiliá-lo nos cálculos.

4. Identifique as seções do módulo onde serão necessários recursos adicionais como: textos, vídeos, web sites, outros módulos.

O módulo não exige recursos adicionais, embora o professor possa complementá-lo como desejar, desde seja feito um planejamento prévio. Uma sugestão é uma troca de idéia com um professor de educação física sobre a atividade do vôlei.

## Atividades

1. Considere as idéias que você gerou até aqui e proponha um conjunto de atividades que gostaria que o aluno fizesse. Usando uma nova página para cada atividade, comece a escrever alguns detalhes sobre o que você quer que os estudantes façam para aprender esses conceitos. Faça *sketches* de suas idéias. Não se preocupe com o script da atividade, layout ou se as idéias são realistas ou não para o programador produzir. Aqui, o importante é identificar a maior funcionalidade desejada assim como as ações que você quer que os alunos sejam capazes de desempenhar nas atividades do computador.
2. Considere cada idéia para as atividades. Ela ensina apenas um conceito? Ela pode ensinar 3 ou 4 conceitos se abordados em outras perspectivas (a atividade pode ser reutilizada num contexto diferente?).
3. As atividades permitem espaço para serem exploradas além das fronteiras de suas idéias originais? Ou os alunos estão confinados a um caminho pré-determinado?
4. Como as atividades devem ser conduzidas e organizadas (que contexto, individualmente ou em grupo) ?
5. Como os alunos serão motivados a fazer as atividades?
6. Como os resultados das atividades serão avaliados?
7. Caso existam, quais as questões para reflexão, ou questões intrigantes ou provocativas que se aplicam a cada atividade?
8. Que benefícios as atividades no computador vão trazer para os alunos em oposição às aulas tradicionais e livros texto ?
9. Quem mais pode se interessar por este módulo? (Considere os professores de sua área de outras séries, professores de outras áreas, instrutores de treinamento de empresas).



## Atividade 1

Cuidado pedestre!

1. Considere as idéias que você gerou até aqui e proponha um conjunto de atividades que gostaria que o aluno fizesse. Comece a escrever alguns detalhes sobre o que você quer que os estudantes façam para aprender esses conceitos. Faça *sketches* de suas idéias. Não se preocupe com o script da atividade, layout ou se as idéias são realistas ou não para o programador produzir. Aqui, o importante é identificar a maior funcionalidade desejada assim como as ações que você quer que os alunos sejam capazes de desempenhar nas atividades do computador.

Nesta atividade, que consistirá em parar adequadamente um veículo, para que um pedestre passe numa faixa; analisaremos a variação da quantidade de movimento de um carro produzida pela ação dos freios, objetivando testar as relações funcionais entre a massa, a velocidade inicial e final, a intensidade da força aplicada e o intervalo de tempo de aplicação desta. Para isto o aluno: Manipulará grandezas como massa, força aplicada, e intervalo de tempo de aplicação da força, para que um veículo pare a uma distância adequada de uma faixa de pedestre;

2. Considere cada idéia para as atividades. Ela ensina apenas um conceito? Ela pode ensinar 3 ou 4 conceitos se abordados em outras perspectivas (a atividade pode ser reutilizada num contexto diferente?).

A atividade possibilitará ao aluno:

- Inferir a relação funcional entre força, quantidade de movimento, velocidade e intervalo de tempo;
  - Associar a variação da quantidade de movimento de um corpo, a força aplicada e o intervalo de tempo de aplicação e a variação da velocidade a que fica sujeito esse mesmo objeto;
  - Reconhecer a força como o agente da variação da quantidade de movimento.
3. As atividades permitem espaço para serem exploradas além das fronteiras de suas idéias originais? Ou os alunos estão confinados a um caminho pré-determinado?

O professor poderá definir outros objetivos e utilizar a atividade de acordo com seu planejamento.

4. Como as atividades devem ser conduzidas e organizadas (que contexto, individualmente ou em grupo)?

A atividade deve ser realizada com dois alunos por computador.

5. Como os alunos serão motivados a fazer as atividades?

Serão desafiados a parar um carro, precisamente, manipulando valores com a massa do carro e o tempo



de freada.

6. Como os resultados das atividades serão avaliados?

A avaliação será processual, onde o aluno será colocado diante de situações desafiadoras, que o obrigarão a dar respostas corretas para o prosseguimento da atividade;

Após a realização da atividade o professor pedirá uma síntese escrita das Leis e princípios trabalhados na atividade.

7. Caso existam, quais as questões para reflexão, ou questões intrigantes ou provocativas que se aplicam a cada atividade?

Para frear um carro, é necessária apenas habilidade motora?

De que outros fatores dependem o sucesso de uma freada?

E sobre a arrancada de um carro, existirá alguma relação com a freada?

8. Que benefícios as atividades no computador vão trazer para os alunos em oposição às aulas tradicionais e livros texto?

Ora, uma atividade como esta não poderia ser colocada em pratica pois a grande maioria dos alunos ainda não estão habilitados a dirigir um veículo automotor.

9. Quem mais pode se interessar por este módulo? (Considere os professores de sua área de outras séries, professores de outras áreas, instrutores de treinamento de empresas)

Esta atividade também poderá ser utilizada em alguma campanha de segurança e consciência no trânsito.



## Atividade 2

### Resistência x Segurança

1. Considere as idéias que você gerou até aqui e proponha um conjunto de atividades que gostaria que o aluno fizesse. Usando uma nova página para cada atividade, comece a escrever alguns detalhes sobre o que você quer que os estudantes façam para aprender esses conceitos. Faça *sketches* de suas idéias. Não se preocupe com o script da atividade, layout ou se as idéias são realistas ou não para o programador produzir. Aqui, o importante é identificar a maior funcionalidade desejada assim como as ações que você quer que os alunos sejam capazes de desempenhar nas atividades do computador.

Nesta atividade, o aluno é convidado a testar a segurança que determinados veículos oferecem aos passageiros durante uma colisão. Poderão utilizar várias peças, feitas materiais diferentes, na montagem de seus carros que, posteriormente serão testados numa batida. Isso possibilitará o cálculo da força que produz a variação da quantidade de movimento, o que permite associar a utilização de alguns desses componentes à redução da força e ao aumento do tempo de interação e, conseqüentemente maior segurança aos passageiros.

o aluno:

Escolhe as peças para montar vários veículos;

Após a montagem ele deverá testá-lo colidindo-o contra uma parede;

Observa o tempo de interação de carro com a parede em cada configuração montada;

Escolhe a situação que mais segurança oferece aos ocupantes;

Conclui a atividade analisando o que ocorre com a força quando se altera o tempo de interação

2. Considere cada idéia para as atividades. Ela ensina apenas um conceito? Ela pode ensinar 3 ou 4 conceitos se abordados em outras perspectivas (a atividade pode ser reutilizada num contexto diferente?).

Esta atividade possibilitará ao aluno:

Analisar a relação funcional entre força, variação da quantidade de movimento e tempo de interação;

Reconhecer a força como agente da variação da quantidade de movimento;

Reconhecer que os diferentes materiais apresentam resistências diferentes;

Reconhecer que o aumento do tempo de interação numa colisão é determinante para a segurança nos veículos;

Determinar valores da força aplicada nos carros por meio da variação da quantidade de movimento e do tempo de interação.



3. A atividade permite espaço para ser explorada além das fronteiras de suas idéias originais? Ou os alunos estão confinados a um caminho pré-determinado?

O professor poderá definir outros objetivos e utilizar a atividade de acordo seu planejamento.

4. Como as atividades devem ser conduzidas e organizadas (que contexto, individualmente ou em grupo)?

A atividade deve ser realizada com dois alunos por computador.

5. Como os alunos serão motivados a fazer as atividades?

Como se trata de um teste, os alunos poderão aprender através dos resultados verificados em cada tipo de carro, que será construído segundo as preferências dos próprios alunos.

6. Como os resultados das atividades serão avaliados?

A avaliação será processual, onde o aluno será colocado diante de situações desafiadoras, que o obrigarão a dar respostas corretas para o prosseguimento da atividade.

7. Caso existam, quais as questões para reflexão, ou questões intrigantes ou provocativas que se aplicam a cada atividade?

Os carros antigos são mais seguros do que os novos, no caso de uma batida?

Como que os materiais que constituem a estrutura de carro, influencia no impacto, no caso de uma batida?

Qual a relação entre a segurança e a durabilidade de carro.

8. Que benefícios as atividades no computador vão trazer para os alunos em oposição às aulas tradicionais e livros texto?

Uma atividade como esta não poderia ser colocada em prática, na realidade; por diversos motivos, que vão desde a impossibilidade de um adolescente dirigir um carro, até o custo em dinheiro de uma experiência com esta.

9. Quem mais pode se interessar por este módulo? (Considere os professores de sua área de outras séries, professores de outras áreas, instrutores de treinamento de empresas).

Esta atividade poderia ser utilizada também um campanha de consciência no trânsito.



## Atividade 3

### Vôlei

1. Considere as idéias que você gerou até aqui e proponha um conjunto de atividades que gostaria que o aluno fizesse. Usando uma nova página para cada atividade, comece a escrever alguns detalhes sobre o que você quer que os estudantes façam para aprender esses conceitos. Faça *sketches* de suas idéias. Não se preocupe com o script da atividade, layout ou se as idéias são realistas ou não para o programador produzir. Aqui, o importante é identificar a maior funcionalidade desejada assim como as ações que você quer que os alunos sejam capazes de desempenhar nas atividades do computador.

Nesta atividade, analisaremos algumas jogadas de voleibol, focalizando o impulso sofrido pela bola nas várias situações. Vamos verificar vetorialmente que o impulso que a bola recebe é o agente da variação da quantidade de movimento da bola, e que esse depende de fatores como o tempo de interação do jogador com a bola em cada jogada (que poderá ser um saque, uma manchete, um toque ou uma cortada), e da força aplicada pelo jogador.

O aluno, por sua vez, observa cenas de uma partida de vôlei onde a habilidade dos desportistas está relacionada com o controle de variáveis como força e impulso.

Interpreta gráficos que mostram o valor da força envolvida em função do tempo.

Analisa os vetores que representam as grandezas relevantes na compreensão do movimento de uma bola de vôlei, nas diferentes jogadas.

2. Considere cada idéia para as atividades. Ela ensina apenas um conceito? Ela pode ensinar 3 ou 4 conceitos se abordados em outras perspectivas (a atividade pode ser reutilizada num contexto diferente?).

Esta atividade possibilitará ao aluno:

Avaliar fatores que determinem o valor de uma força aplicada em uma bola de vôlei, durante uma partida;

Reconhecer que o impulso é igual ao produto da força pelo intervalo de tempo;

Inferir a relação entre impulso e quantidade de movimento;

Decidir sobre procedimentos a tomar que possam minimizar o impacto de uma bola;

Inferir, por meio de gráficos, a relação funcional que define impulso.

Interpretar e representar, graficamente, os vetores que descrevem o movimento de uma bola.

3. As atividades permitem espaço para serem exploradas além das fronteiras de suas idéias originais? Ou os alunos estão confinados a um caminho pré-determinado?

O professor poderá definir outros objetivos e utilizar a atividade de acordo com seu planejamento.



4. Como as atividades devem ser conduzidas e organizadas (que contexto, individualmente ou em grupo)?

A atividade deve ser realizada com dois alunos por computador.

5. Como os alunos serão motivados a fazer as atividades?

Como esta atividade será um jogo, espera-se que o interesse, por parte dos alunos, seja natural.

6. Como os resultados das atividades serão avaliados?

Os alunos farão um texto explicando as relações entre força, impulso e tempo de interação e Variação da Quantidade de Movimento.

7. Caso existam, quais as questões para reflexão, ou questões intrigantes ou provocativas que se aplicam a cada atividade?

Qual da jogadas de uma partida vôlei, envolve a maior força?

Como minimizar o impacto de uma bola, no caso de uma cortada, por exemplo?

O movimento de uma bola é sempre na direção da força aplicada?

8. Que benefícios as atividades no computador vão trazer para os alunos em oposição às aulas tradicionais e livros texto?

Esta atividade faz uma integração entre a física e a educação física, satisfazendo uma necessidade atual no ensino.

9. Quem mais pode se interessar por este módulo? (Considere os professores de sua área de outras séries, professores de outras áreas, instrutores de treinamento de empresas).

O professor de educação física também pode se interessar e planejar uma aplicação que atinja objetivos dessa disciplina.