

**UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Artes**

**CS405 – Educação e Tecnologia**

**Docente: José A. Valente**

**Discentes: Juliana dos Reis Bonilha R.A: 171200**

**Mateus de Matos Ferreira R.A: 174474**

**Renan Jonatas Baldi R.A: 176577**

## **Protótipo de Software em Ambiente de Aprendizagem - Aprendizado básico de Força e Movimento**

### **Introdução**

O contexto de aprendizagem aqui idealizado consiste em uma aula particular, na qual o mediador/instrutor/professor fará uso de uma simulação, inspirada e semelhante à "Forces and Motion: Basics", uma das simulações do programa PhET, da UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER (2016). Essa página contém diversas simulações envolvendo várias áreas do conhecimento (física, química, biologia, geografia, matemática, entre outros), desenvolvidas pela universidade com o intuito de proporcionar um ambiente mais interativo e que engaje os estudantes com conceitos que muitas vezes são abstratos e de difícil visualização.

Nesse ambiente não formal de aprendizagem, o aluno teria exclusiva atenção de seu mediador, o que imaginamos ser um contexto adequado para que o aprendiz se sinta confortável ao tirar suas dúvidas, tenha maior atenção por parte do seu instrutor e possua uma relação mais próxima com o mediador, favorecendo um cenário no qual o aluno pode construir conhecimento, que será moldado para se adequar ao estilo de aprendizagem do aluno. O software permitirá que o instrutor utilize simulações para explicar conceitos físicos e propor desafios para seu aluno de forma mais individualizada, seguindo as limitações e preferências de seu aprendiz, a fim de que o conhecimento sobre o assunto seja conceitualizado pelo próprio pupilo.

Essa proposta foi criada devido ao interesse dos autores desse artigo de identificar a possibilidade de construir conhecimento fora do contexto formal de aprendizagem, ou seja, com a possibilidade do aluno exercer maior liberdade no seu processo de formação por meio de suas preferências de aprendizado, ainda que o assunto tratado não seja de seu maior interesse ou gosto. Vemos o papel do mediador como parte importante para direcionar a instrução do aluno e também identificar o nível de conhecimento que mesmo possui, além de provocar a possível extrapolação dessas barreiras ao propor desafios.

O objetivo do protótipo é esclarecer para o aluno conceitos básicos de física. A partir da verdadeira compreensão e assimilação dessas ideias, o aluno deve então ser capaz de superar grande parte dos exercícios propostos dentro da educação formal, uma vez que grande parte deles são variações contextuais com uma base lógica semelhante. Uma vez entendido e reconhecido o funcionamento das partes é provável que se saiba lidar com o todo.

### **Descrição do Protótipo**

Em nosso ambiente de aprendizagem aqui idealizado, os conceitos de física desenvolvidos serão força, vetor, fricção, inércia, aceleração e força resultante. Nenhum deles, entretanto, será apresentado de forma isolada, mas sim sempre se relacionando durante a simulação, garantindo uma conceitualização mais sólida. Ainda assim, o software se apresenta como uma escada, dividindo o conceito em blocos e não dificultando a compreensão de conceitos mais simples no início.

O protótipo é idealizado para alunos que estão cursando o final do ensino fundamental e início do ensino médio, dependendo do andamento da instituição de ensino ao qual pertencem. Consideramos importante que as aulas particulares e, conseqüentemente, o uso do software, estejam em sintonia com a educação formal que os alunos têm acesso, apresentando tal conteúdo durante o período letivo indicado. Valorizamos tal aspecto pois entendemos que os conceitos apresentados em nosso software tem relação com outros conteúdos da própria física e, portanto, o momento em que são apresentados afeta a conexão entre esses assuntos. Pode-se incluir também ao público alvo mencionado acima estudantes de cursinho que ainda apresentam dificuldade com tais conceitos (talvez por certa defasagem durante o ensino fundamental e médio), e necessitam dessa matéria para que compreendam outras a ela relacionadas e, assim, obtenham êxito no vestibular.

Sendo assim, o software é pensado para uso de forma mais individualizada, numa relação apenas entre aprendiz e mediador, mas ele não se restringe apenas ao ambiente doméstico (normalmente associado às aulas particulares), podendo também ser usado em escolas e cursos pré-vestibulares por algum instrutor que auxilie particularmente. Qualquer lugar onde haja um computador e um mediador que possa dar atenção exclusiva durante o processo é um potencial ambiente de aprendizagem para o software proposto.

A aplicação desenvolvida pode ser executada em qualquer computador que contém uma versão recente do Java, ou até mesmo no próprio browser equipado com o plugin

necessário. O ambiente apresentado possui estética simples e quatro modos de navegação, nos quais o aluno poderá explorar com maior foco algum dos conceitos (força, força resultante, movimento, atrito e aceleração). No primeiro modo, o usuário tem um primeiro contato com forças de forma lúdica e simples, exemplificada por meio de um cabo de guerra. A ilustração dos personagens ajuda a compor esse cenário, onde os maiores seriam os "mais fortes". Além disso, o aluno pode observar a força resultante e o seu valor, ou seja, os "vencedores" do cabo de guerra, aqueles que possuem "mais força" de seu respectivo lado.

No segundo modo, o aprendiz entra em contato com o movimento e sua relação com as forças. Nessa situação, há apenas um personagem e é possível perceber a conexão entre a massa dos diferentes objetos que podem ser deslocados em cima de um skate, a força que o boneco aplicará e a velocidade que o conjunto desenvolverá nesse ambiente ideal (sem atrito). Através da simulação, deve-se compreender também a inércia.

O terceiro modo se difere do segundo ao retirar o elemento do skate do cenário, que tinha como objetivo no segundo modo excluir a fricção da equação envolvida (apesar dela ainda existir), deixando os objetos diretamente em contato com o chão. É possível ainda selecionar a quantidade de atrito daquela situação, tendo como extremos “nenhuma” - mudando o cenário para gelo quando selecionado - ou “muita”, o que permite a simulação de uma ampla gama de cenários. Nesse modo também há a opção de observar os vetores das forças, nesse caso a aplicada e a de atrito. Fica evidente aqui a relação entre a massa do sistema, a força aplicada e o atrito, uma vez que o sistema apenas se movimenta quando a força aplicada superar a massa do conjunto e o atrito.

O quarto modo mantém os elementos do terceiro modo e adiciona a barra de aceleração, que demonstra a alteração de velocidade pelas forças aplicadas. Nesse modo também surge um novo objeto para melhor compreensão visual desse conceito, um balde, que espelha o resultado da aceleração no movimento da água, onde é possível ver o deslocamento do líquido quando a aceleração não é zero. O quarto modo conta com todas as outras ferramentas (que deixam a visualização mais completa) que foram apresentadas nos modos anteriores, como vetores de força, resultante das forças, valores das forças, massas, velocidade do sistema e barra de atrito.

No ambiente idealizado, nosso software deve ser utilizado juntamente com um material de apoio e explicações prévias por parte do mediador. Imaginamos que o processo de construção do conhecimento por parte do aluno seria melhor consolidado com a seguinte

dinâmica: primeiro, haveria uma explicação do instrutor sobre os conceitos presentes no software mas sem utilizá-lo a princípio; em seguida, o mediador mostra o conteúdo explicado no software; na próxima etapa o aprendiz interage com o primeiro modo da simulação e é questionado sobre algumas situações e desafios. Nesse momento, o mediador fará algumas perguntas e proposições sobre alguns cenários e deixará que o aluno responda e as simule no software. Todas as ações do estudante serão registradas pelo programa, ainda que o tutor esteja observando cada passo (sem interferir).

O mesmo deverá ocorrer nos outros 3 modos: o mediador explica o conceito sem utilizar a simulação, depois continua a elucidar a matéria usando o software, em seguida, o aluno terá liberdade para explorá-lo e será então questionado sobre o que acabou de aprender por meio de perguntas e desafios. Nessa última etapa, o aluno deverá, por exemplo, descrever o provável resultado de um cenário proposto pelo professor. Após a resposta, a situação seria visualmente mostrada no software e haverá uma conversa com o aluno a respeito (ainda que o resultado tenha sido correto). Nessa conversa, o mediador poderá relacionar os conteúdos da etapa com a realidade do estudante, utilizando exemplos, uma vez que os conceitos utilizados no software são facilmente verificáveis em situações envolvendo objetos do cotidiano. Só se passará para os modos seguintes se o mediador perceber que o aluno realmente compreendeu a etapa em que se encontra. Ainda assim, a qualquer sinal de que o pupilo está com dificuldade em algum conceito que já foi trabalhado, o instrutor deverá retornar para a fase que abarca esse conteúdo e fazer novas explicações.

Assim sendo, o mediador deverá ser o responsável por apresentar e explicar os conceitos e, quando ou se solicitado, atender às dúvidas de seu aluno em cada módulo, mas sempre procurando fazer com que o próprio pupilo tome consciência de seus erros por meio de perguntas e proposições de cenários que o façam refletir e compreender os conceitos envolvidos. Durante a realização dos desafios e diante das situações problemas, o instrutor deve deixar que o aluno tenha autonomia e busque os meios para chegar a resposta, intervindo apenas para direcionar e indicar os caminhos ou quando solicitado. Além disso, caberá também ao tutor acessar a tela que permite observar as ações tomadas dentro do programa por seu aluno a fim de questioná-lo sobre cada passo dado, buscando perceber se o aprendiz tinha consciência do resultado de suas ações e do caminho que tomou, no caso de acertos, e fazer com que o próprio aluno perceba suas falhas nas etapas que percorreu.

Ademais, é papel do instrutor saber pontuar, por exemplo, que no modo movimento ainda há a presença de atrito ainda que ele seja desconsiderado nessa etapa para simular um ambiente ideal. Para tanto, é essencial que o mediador possua amplo domínio e conhecimento sobre o software e a matéria em questão, e assim possa fazer o melhor uso possível dessa ferramenta para levar seu aluno a construir conhecimento.

Como já apontado anteriormente, materiais de apoio como livros, apostilas, exercícios de cálculo, imagens, dentre outros são essenciais nesse contexto de aprendizagem que idealizamos. Partir simplesmente do uso da simulação não é suficiente para que o aluno compreenda o conteúdo, por isso apontamos a necessidade de uma explicação prévia, tanto na escola como com o próprio mediador. Além disso, o contato anterior com a matéria faz com que o estudante se sinta mais familiarizado com os conceitos envolvidos no software. Nosso ambiente de aprendizado também prevê que o aluno aplique o conhecimento que teve com o software e as aulas particulares em exercícios propostos pelos materiais didáticos do ensino formal, que seriam mais uma forma de também avaliar se o aluno construiu conhecimento. A medida que ele apresentar dúvidas ou cometer erros nesses exercícios indicados e escolhido pelo mediador, será possível identificar que lacunas sobre o conteúdo ainda persistem, e, assim, esse conceito poderá ser retrabalhado.

O aluno simulará situações livres (enquanto ele testa e entra em contato com cada modo do software) e aquelas descritas pelo mediador. Além disso, ele poderá utilizar o software para resolver exercícios contidos em livros. Serão realizados também desafios nos quais o mediador questionará o pupilo sobre um cenário e ele terá que dar a resposta e só então poderá testar no software, dentre outros modelos. Fora do software serão realizadas pelo aluno leituras e exercícios de cálculo.

O processo proposto aqui segue o conceito de aprendizagem em espiral (VALENTE, 2002). O aprendiz executa o primeiro modo do programa, que fornece um feedback imediato de acordo com as opções selecionadas. Há uma reflexão sobre o resultado realizado e, em conjunto com mediador, pontos-chave dos conceitos são pensados e novas perguntas sobre o que aconteceu são realizadas, fazendo com que o aprendiz execute novamente o programa quantas vezes o mediador considerar necessário até perceber que ele está pronto para a introdução de um novo conceito na equação, passando para o próximo modo. Nesse novo modo, o processo se repete, constituindo uma espiral de aprendizagem. Se, em algum momento, o mediador identificar que um dos conceitos pode não ter ficado claro para o

aluno, volta-se então para as explicações, simulações, feedback e depuração e só se avançará quando o aluno estiver pronto, independentemente do número e tempo de aulas que leve.

Com a autonomia proposta por esse ambiente e o auxílio de alguém que domine esse conteúdo, o estudante é capaz de construir conhecimento por poder exercer suas preferências de aprendizado e também seguir o seu ritmo nesse processo. O meticuloso processo de conversas, questionamentos e desafios permitem que o aluno tome consciência de seus erros e acertos, reflita sobre cada uma das situações, coloque em prática os conceitos (fazendo exercícios e interagindo com o software. A certificação de que esse conhecimento é construído e consolidado pelo aluno ocorre na próprias conversas, na observação das ações que são seguidas no programa, na reflexão em cima dessas etapas, na avaliação dos exercícios. Acreditamos que seja importante também entrar em contato com o conteúdo (via exercícios e conversas) e com o software de tempos em tempos para verificar se o aluno ainda se lembra dos conceitos e se realmente consolidou o que foi visto.

### **Pontos positivos e negativos do software**

O protótipo tem vantagens didáticas bastante claras ao promover um ambiente interacionista bastante rico e fluido. Seu uso é pensado de forma mais individual, dessa maneira pode-se considerar isso uma desvantagem econômica. Entretanto, como já dito anteriormente, o software apenas necessita de um computador e um mediador individual, portanto, seu uso em ambientes como um curso pré-vestibular ou escolas pode ocorrer também, desde que respeitada a sistemática de feedback e espiral de aprendizagem propostas nesse texto.

O software é bastante básico e de difícil aperfeiçoamento (não consideramos adequada a inserção de um modo *game*, por exemplo), não há tantos aspectos a serem adicionados em relação ao formato já existente. Acreditamos que essa simulação possa servir de inspiração para que outros conteúdos também tomem esse formato e sejam aplicados de maneira semelhante ao que descrevemos aqui.

O simulador trabalha mais com elementos de aspecto visual e animado, elemento que é diferencial em relação a apostilas de que trabalham com os conteúdos relacionados ao software. Esse elemento distintivo é importante para auxiliar o aprendizado de indivíduos que possuem uma preferência calcada no campo visual. O uso do software dentro do ambiente desenvolvido, permite adaptabilidade do ensino para diferentes tipos de pessoas, o que se

mostra bastante positivo. Ainda que um aluno possua preferências de aprendizado ligadas mais ao campo da escrita, o software pode desenvolver melhor a função de exemplificar exercícios e imagens dos livros tradicionais.

As limitações do dispositivo são claras. As etapas e possibilidades de aprofundamento em determinados assunto são esgotadas ao atingir o modo que envolve a aceleração. O aprendiz, portanto, mesmo que queira alcançar maior aprofundamento no conteúdo, é obrigado a procurar outros meios, ou aceitar ficar estagnado no nível de profundidade no assunto oferecido pelo simulador. Se tratando de um aluno em fase pré-vestibular, ficar no nível apresentado pelo software não é uma opção, portanto, poderia ser pensado um novo programa que trouxesse conceitos mais avançados. Ainda assim, tal fator não compromete decisivamente o aprendizado uma vez que ele se propõe, com sucesso, a apresentar conceitos básicos, como já mencionamos, e tal conteúdo se insere dentro de matérias mais complexas, ou seja, o software dá um pequeno passo na introdução e contextualização de outros assuntos.

O ambiente que propusemos de uma aula particular não precisa necessariamente ocorrer de forma paga e, portanto, elitizada. Basta que o mediador tenha conhecimento sobre o assunto e sobre o software para ajudar alguém que queira ou precise aprender esse conteúdo. Essa relação poderia se estabelecer entre um estudante universitário e um jovem no ensino fundamental, entre irmãos, e até entre um colega com maior facilidade e outros com dificuldade.

### **Considerações Finais**

O ambiente desenvolvido se mostra bastante simples de se aplicar, ainda que dependa do sucesso da combinação dos fatores. Com um mediador capacitado para cumprir seu papel, principalmente no contato direto com o pupilo, é possível não apenas garantir, mas medir o sucesso do aprendizado, além de corrigir o fracasso, caso seja detectado.

Ainda que todas as etapas sejam importantes, a etapa essencial é o momento em que o mediador propõe possíveis cenários para que o aprendiz pense a respeito e descreva o possível resultado. Nesse momento, é possível verificar se o estudante compreendeu não apenas o resultado do cenário, mas os fatores que influenciaram nesse resultado. A partir dessa verificação, pode-se garantir que o estudante efetivamente construiu conhecimento, sendo capaz de utilizar o simulador, compreender conceitos envolvidos e criar conexões entre esse conteúdo e a realidade da física.

## Referências

VALENTE, José Armando. A Espiral da Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, Maria Cristina Rodrigues Azevedo et al. **A Tecnologia no Ensino:** implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. Cap. 1. p. 15-37. Coautoria de Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. PhET Interactive Simulations. **Forces and Motion**. 2016. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html)>. Acesso em 7 dez. 2016.