

## O USO DE ANIMAÇÕES COMO ELEMENTO MOTIVADOR DE APRENDIZAGEM<sup>1</sup>

**Maria Inês Castilho** [mariaic@terra.com.br]

*Colégio Marista Rosário, Praça Dom Sebastião, 02.*

*Bairro Independência, 90035-080, Porto Alegre, RS - Brasil.*

**Trieste Freire Ricci** [ricci@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campos do Vale, 91501-570, Porto Alegre, RS – Brasil.*

### Resumo

O presente trabalho procura mostrar a contribuição do uso de animações computacionais no ensino de Física na escola média. Fazendo uso sistemático de animações produzidas em flash, com a finalidade de ilustrar o conhecimento de conceitos introdutórios à teoria da Relatividade Especial junto de um grupo de alunos de ensino médio do Colégio Marista Rosário, Porto Alegre, RS, pode se constatar a eficácia desta técnica em promover o aprendizado significativo de conceitos básicos da Relatividade Especial, bem como para a dedução de relações matemáticas fundamentais que são decorrência lógica dos postulados de Einstein. A metodologia usada permitiu aos alunos se manterem interessados, participativos e questionadores durante as aulas.

**Palavras-chave:** simulações; animações computacionais; relatividade especial.

### INTRODUÇÃO

A abordagem de assuntos de Física, em aulas tradicionais, com apenas giz, quadro verde, livro, exercícios impressos, e muita boa vontade do professor, às vezes, não são suficientes para uma compreensão total de um determinado assunto. Descobrir caminhos pelos quais se possa promover a compreensão correta de conceitos fundamentais de Física é tarefa de todo professor. E, tendo em vista que, atualmente, um grande número de escolas dispõe de salas ou laboratórios equipados com computadores, é fácil implementar algumas atividades aos alunos onde o conteúdo pode ser desenvolvido a partir de animações computacionais.

O computador como instrumento didático tem sido usado com parcimônia mesmo em escolas bem estruturadas, muito embora o acesso fácil a computadores exista já há vários anos. Já em 1985 havia um crescente interesse pelo uso do computador no ensino. O fator custo baixo aliado ao fator “convivência pacífica” entre usuário e máquina, leva à questão da utilização de computadores na Educação em geral e, em particular, no ensino de Física (ROSA, 1995). O autor destaca as potencialidades do computador como instrumento de ensino e entre elas está a possibilidade de simulação de fenômenos físicos, indicando ser esta a mais utilizada como ferramenta no ensino de Física, seguida pela potencialidade da coleta e análise de dados.

O importante aspecto da disciplina de Física trabalhar com alguns conceitos que envolvem altas doses de abstração e ter na matemática a ferramenta essencial para o desenvolvimento da Física como Ciência, para alguns alunos, pode ser fator determinante para a não compreensão do conceito físico propriamente dito. Para facilitar a percepção de fenômenos físicos que estão longe de afetar nossos sentidos, como o movimento de partículas subatômicas, de corpos em alta velocidade e de outros processos complexos, é comum a utilização de ilustrações mesmo para fenômenos dinâmicos. Estamos acostumados a essas imagens, mas sabemos que a interpretação das

---

<sup>1</sup> Trabalho originalmente publicado nas Atas do I Encontro Estadual de Física – RS, 2005 ([www.if.ufrgs.br/mpef/ieeefis/Atas\\_IEEEFIS.pdf](http://www.if.ufrgs.br/mpef/ieeefis/Atas_IEEEFIS.pdf)).

mesmas, a partir da articulação gestual pelo professor, faz-se necessário na maioria das vezes. Assim, a simulação por computador seria uma solução para esses casos.

Segundo Piaget, as mudanças na estrutura cognitiva são partes do desenvolvimento do indivíduo. E esse desenvolvimento surge a partir da ação que é desencadeada por estímulos originados no meio exterior ou por uma necessidade interior de satisfazer seus próprios anseios. A busca pela satisfação dessas necessidades, que pode ser até mesmo uma resposta a um questionamento interior, gera a ação. Satisfeita essa necessidade, surgem outras, e a ação que gera um equilíbrio é desequilibrada pelas transformações que aparecem no mundo, exterior ou interior, e cada nova conduta vai funcionar não só para restabelecer o equilíbrio, como também para tender a um equilíbrio mais estável que o do estágio anterior a esta perturbação (PIAGET, 2002).

A percepção de um fenômeno físico a partir da ação do indivíduo sobre o fenômeno, seja de forma direta num experimento real de laboratório ou através da manipulação de animações que simulam o fenômeno em questão, tem um significado bem mais profundo do que uma mera resposta operante automática a um dado conjunto de estímulos. Para Piaget, a cognição humana é também um processo biológico, e o indivíduo traz consigo, desde o nascimento, uma espécie de “programa genético” flexível capaz de sofrer evoluções graduais. Isso se dá através de um processo que ele chamou de maturação, em que as estruturas se modificam parcial e sucessivamente pela aquisição de conhecimento, seja através de experiências com o meio ambiente ou pela influência do meio social. Piaget caracterizava como “funções” os modos biologicamente herdados da interação com o ambiente (1975, p.28). O aprendizado que envolve a construção do conhecimento se origina do aperfeiçoamento das funções sensório-motoras do indivíduo e a simulação de um evento permite ao indivíduo interagir com o fenômeno físico de forma indireta, manipulando variáveis. Por essa razão, a teoria piagetiana é também classificada como interacionista, pois é através da ação com os outros e com o ambiente que ocorrem as condições necessárias para as mudanças das estruturas. O desenvolvimento cognitivo consiste, assim, numa sucessão de mudanças e essas mudanças são estruturais, originadas por esquemas de assimilação criados pelas condições próprias do organismo.

Tanto o modo como está organizado o pensamento como a forma com a qual o professor apresenta um novo conhecimento ao aluno são fatores preponderantes para que se efetivem mudanças nas estruturas cognitivas. Piaget considerava haver uma necessidade de ação para o aprendizado, mas esta não tem que ser, necessariamente, uma ação motora. Uma ação lógico-matemática, um pensamento estruturado e o racionar sobre algo em que se está analisando são também ações. A ação supõe sempre um interesse que a desencadeia, podendo se tratar de uma necessidade fisiológica, afetiva ou intelectual (PIAGET, 2002). As simulações por computador despertam no indivíduo esta necessidade de interação.

## **AS SIMULAÇÕES POR COMPUTADOR NO ENSINO DE FÍSICA**

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser realizada pelos estudantes (MEDEIROS apud RUSSEL, 2001). Experimentos perigosos ou de realizações muito caras, assim como aqueles que envolvem fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos em comparação com nossas escalas de tempo cotidianas estão, também, dentro da classe de eventos que são alvos prioritários de simulações computacionais no ensino de Física. O uso de animações é uma estratégia de atender às necessidades individuais dos estudantes, e o computador como uma ferramenta que possibilita retirar do professor a necessidade de ensinar aos seus estudantes os mesmos materiais, de um mesmo modo e ao mesmo tempo (MEDEIROS apud SMIDT, 1982).

As simulações de fenômenos físicos podem ser classificadas em duas grandes categorias: estáticas ou dinâmicas. No primeiro caso, [...] o modelo do fenômeno já se encontra pronto,

cabendo ao aluno, simplesmente a manipulação de parâmetros e a observação do que acontece. No segundo caso, a simulação dinâmica, cabe ao aluno um modelo explicativo do fenômeno e sua implementação. Isso pode ser feito via programação ou pela escolha, dentre situações já programadas, daquelas que ele (o aluno) julgue ser a mais correta a cada caso (ROSA, 1995). As simulações estáticas, mais simples e mais numerosas quanto à disponibilidade de encontrá-las prontas na Internet, são bastante adequadas ao ensino médio. Uma visão animada de determinado fenômeno físico é apresentada e o aluno pode observar, analisar e concluir a partir de perguntas propostas. Ou poderá interagir acessando diferentes alternativas e, a partir delas, que são parâmetros para a ação, permitir que sejam efetivadas mudanças no fenômeno em estudo. Nas simulações dinâmicas se faz necessário um pouco mais de conhecimento do aluno, do que no caso anterior. A interação se faz pela ação do aluno como programador ou, no mínimo, como um manipulador de situações previamente programadas e, dentre elas, a escolha daquela mais adequada à situação por ele imaginada. Certamente, neste caso, o desafio é maior e, portanto, a compreensão do fenômeno físico em estudo estará num nível mais elevado.

Nas simulações computacionais no ensino de Física o aluno tem a oportunidade de fazer uma descoberta do fenômeno físico, onde, a partir do controle da animação de forma lenta e gradual, em repetidas vezes, o estudante se permite interagir com o fenômeno físico de forma simulada, com controle sobre a ação do fenômeno, mantendo o seu ritmo de aprendizado. O incentivo de continuidade na busca pela compreensão do fato é dado pela percepção visual e dinâmica manipuláveis até certo grau de permissividade da própria animação. Quando as possíveis soluções de um problema podem ser discutidas, controladas e repetidas quantas vezes for necessário, as chances de aprendizado efetivo crescem. Na medida em que informações são interpretadas e utilizadas pelo usuário, estas atualizações operam sobre o indivíduo, que, pelo próprio acoplamento nas interfaces da máquina, a partir das diversas possibilidades oferecidas, se renova e se modifica, desenvolvendo e participando ele mesmo, de um processo criativo contínuo e imprevisível (TAROUÇO, 2003). Além de motivador, a análise de simulações interativas é também um elemento didático que permite estabelecer relações cognitivas abertas em que o indivíduo se permite errar e aprender com o erro, errar e não se sentir pré-julgado no seu erro, tentar novamente até chegar a ter consciência do aprendizado. Muito longe da memorização, as simulações oportunizam a realidade do aprender fazendo.

## **EXEMPLO DE USO DE ANIMAÇÕES NO ENSINO MÉDIO**

Simulações por computador foram utilizadas num curso de Relatividade Especial desenvolvido com um grupo de 15 alunos de ensino médio do Colégio Marista Rosário, Porto Alegre, RS. Todas as animações utilizadas foram criadas com exclusividade para serem aplicadas no referido curso. Desenvolvidas em Flash MX, programa da Macromedia, as animações cresceram de complexidade no decorrer do curso. Inicialmente, consistiam de elaborações extremamente simples com exploração apenas da observação do aluno e com o objetivo de retomada de conceitos da relatividade clássica. A partir dessa observação, o aluno poderia melhorar a compreensão do texto que acompanhava a simulação. Também poderia repeti-la quantas vezes fosse necessário. Progressivamente, as animações foram se tornando mais interativas, onde o aluno redescobre os princípios físicos pela análise do fenômeno, pelo cálculo de dados obtidos ou sugeridos, e pela manipulação de variáveis apresentadas, chegando até a relações matemáticas referentes ao conhecimento apresentado. As animações tornaram-se tanto mais complexas quanto a necessidade de reter o pensamento do aluno o mais próximo possível do desejado pelo professor.

Abaixo estão transcritas, na forma de figuras, algumas imagens de duas animações utilizadas. Ao todo foram desenvolvidas e aplicadas 21 animações num total de 9 encontros de dois períodos cada.

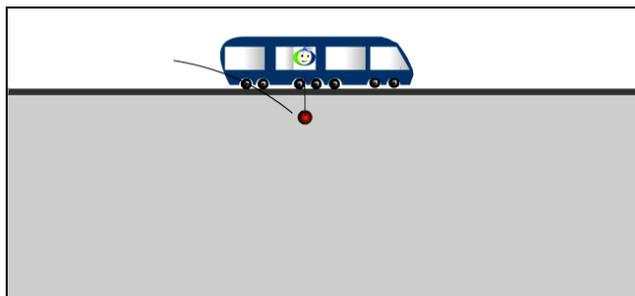


Figura 1

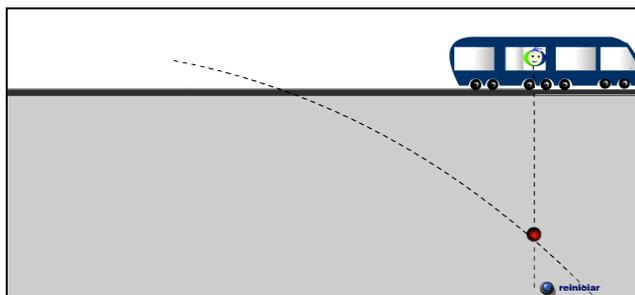


Figura 2

As figuras 1 e 2 são referentes à animação em que se analisam as posições em função do tempo de uma esfera que cai da janela de um veículo em movimento. O aluno já conhece a relatividade clássica no que se refere a movimentos clássicos como o exemplo da simulação acima. Todo professor menciona esse exemplo ou outro semelhante a esse em suas aulas introdutórias ao conceito de movimento e repouso em relação a referenciais. O aluno pode “imaginar” o fenômeno sem a simulação, mas certamente, a visualização das duas trajetórias sendo construídas a partir de dois referenciais, um dentro do veículo e outro fora levará a uma compreensão efetiva do conhecimento de forma a proporcionar mudanças das estruturas cognitivas do aluno. O aluno – ou o professor - pode levantar questões como por exemplo: “As posições ocupadas pela esfera, na realidade, estão situadas sobre uma reta ou sobre uma parábola?” E ainda, questionar sobre o significado da palavra espaço, sobre o problema das medidas dos instantes em que o móvel encontra-se em determinadas posições e também sobre a importância de se adotar um referencial no estudo de movimentos. A análise do movimento através da animação permite ao aluno chegar facilmente a conclusões referentes às questões levantadas.

No decorrer do curso foram apresentadas várias animações em que se pretendeu elevar de forma gradativa o nível da participação efetiva do aluno. Em se tratando de uma simulação mais elaborada, com exigência de uma ação lógico-matemática por parte do aluno, apresentamos a dedução da fórmula da dilatação temporal. Foi utilizado o relógio de luz, idealizado por Albert Einstein, como objeto que se desloca a velocidade constante em comparação com outro relógio de luz idêntico ao primeiro, porém em repouso em relação ao mesmo referencial. Enquanto este permanece em repouso, o outro relógio percorre certa distância na horizontal, ou seja, na direção perpendicular ao deslocamento da frente de onda. Observe a figura 03 que equivale a uma etapa intermediária da simulação. Durante a animação é possível observar as frentes de onda que se deslocam entre os espelhos do relógio em movimento - representado à direita na figura – e do relógio em repouso. Neste, o intervalo de tempo é menor que naquele que se desloca entre os espelhos do relógio em movimento. Sem qualquer explicação extra, o aluno consegue perceber o fenômeno da dilatação temporal, porque a simulação permite que o movimento seja visualizado e não “imaginado” como está fazendo o leitor deste artigo.



Figura 3

**DEDUZINDO A FÓRMULA DA DILATAÇÃO TEMPORAL**

1. Em que situação o tempo é dilatado, no relógio em movimento ou naquele em repouso?
2. O que justifica ser o tempo dilatado?
3. Como é possível provar, matematicamente, que  $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$  ?

OBS: Para auxiliar nesta demonstração observe a animação na [página seguinte](#).

4. Com que velocidade deveria estar o veículo que transporta o relógio de luz, para que o tempo ficasse aumentado o dobro do outro (caso da animação anterior)?

[animação anterior](#)

Figura 4

**DEDUZINDO A FÓRMULA DA DILATAÇÃO TEMPORAL**

Relacione o intervalo de tempo  $\tau$  com o intervalo de tempo próprio  $\tau_0$ , usando o Teorema de Pitágoras e determine a fórmula da dilatação do tempo.

[retornar](#)

Figura 5

O aluno teve a oportunidade de repetir a animação quantas vezes ele achou necessário. A totalidade das animações encontravam-se disponíveis em [www.maristas.org.br](http://www.maristas.org.br), Colégio Rosário, no *link* Relatividade Especial.

## CONCLUSÃO:

A experiência didática realizada permitiu coletar dados relevantes referentes ao assunto. Entre eles podemos citar que o aluno deve repetir a animação mais de uma vez, antes e depois do questionamento, durante a aula e também longe do professor e do instante em que lhe foi apresentado esse conhecimento. No entanto, para que isso ocorra, a animação deve estar disponibilizada na Internet, num *site* de conhecimento do aluno ou então em um programa que o aluno possa fazer uso mesmo longe das dependências da escola. A ênfase é dada na observação da animação em repetidas vezes, ao ritmo do aprendizado do aluno. Muitas vezes, elas podem ser usadas como reforço de aprendizagem e, quando disponibilizada, na Internet, o aluno poderá fazer uso dela à distância.

Além do uso direto em sala de aula, a criação de um laboratório de demonstrações virtuais possibilita a disponibilização do material elaborado para as aulas, para acesso posterior pelos alunos (YAMAMOTO; BARBETA, 2001). Essa capacidade de acesso e manipulação da animação em sala de aula presencial ou à distância, é um grande aliado à aprendizagem e não pode, em hipótese alguma, ser um obstáculo a ela. Portanto, a qualidade visual e a capacidade informativa da animação devem ser levadas em consideração quando da escolha ou criação da mesma. As simulações devem ser desenvolvidas de forma e evitar uma sobrecarga informativa nos estudantes, de forma que botões, medidores, gráficos, etc., somente devem ser incluídos se forem realmente importantes para a discussão proposta. E, ao mesmo tempo, evitar a apresentação de simulações que possam ser simples demais, o que poderia acarretar um desinteresse da turma pelo uso da ferramenta. Ainda, a simulação deve ser compreensível até mesmo ao aluno menos informado do assunto e, para isso, ela deve ser acompanhada de um roteiro exploratório ou uma seqüência orientada de procedimentos de manipulação ou ainda, de uma exposição oral por parte do professor. As duas primeiras alternativas expostas são as mais indicadas pois uma simulação deve ser, em princípio, auto-informativa.

O uso do computador e, em especial as simulações de experimentos, são fatores importantes para a efetivação do aprendizado e a utilização dessa nova tecnologia deve ser feita de maneira equilibrada, reflexiva e nunca exclusiva. O entusiasmo decorrente das vantagens de utilização de simulações no ensino de Física pode acarretar num menosprezo pelas outras formas de ensino, o que não é recomendável de forma alguma. Em muitos aspectos, essa mudança equivale à quebra de um antigo paradigma educacional baseado em aulas expositivas e laboratórios tradicionais. Há um grande risco na adoção acrítica das simulações no ensino de Física, pois elas apresentam certas desvantagens, algumas vezes negligenciadas. Seria primordial notar-se que um sistema real é freqüentemente muito complexo e as simulações que o descrevem são sempre baseadas em modelos, que contêm, necessariamente, simplificações e aproximações da realidade (MEDEIROS apud BERGQVIST, 2000).

O uso de animações por computador permite proporcionar ao aluno um ambiente que retoma, em parte, o experimento didático de laboratório. A percepção visual animada do fenômeno interfere de forma positiva no aprendizado. A interação do usuário do computador através de manipulação de variáveis com possibilidade de até “parar” o evento para uma análise mais detalhada, repetir o fenômeno físico, refazer uma seqüência de forma mais lenta e estruturar sua ação a seu próprio ritmo são fatores motivacionais e estimulantes na busca do conhecimento. As simulações computacionais contribuem de forma significativa no processo de aprendizagem. A partir de simulações de experimentos e de atividade interativas, torna-se mais acessível – e porque não dizer, mais lúdico – o processo de compreensão e uso dos conceitos de Física.

## REFERÊNCIAS

- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 298-316, dez. 2001.
- EINSTEIN, A.; INFELD, L.; REBUA, G. **A evolução da física**. Rio de Janeiro: Zahar, 1962.
- EINSTEIN, A. **Relativity**: the special and the general theory. New York: Crow Publisher, 1952.
- FLAVELL, J. Piaget e a psicologia contemporânea do desenvolvimento cognitivo. In: HOUDÉ, O.; MELJAC, C. (Orgs.). **O Espírito Piagetiano**. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 193-200.
- GEURDES, J. F. Observers in time-dilation experiments, **Physics Essays**, Hull, v. 14, n. 3, p. 257-265, Sept. 2001.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Porto Alegre, Bookman, 2002.
- HOUDÉ, O.; MELJAC, C. (Orgs.) **O espírito piagetiano**: homenagem internacional a Jean Piaget. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F de. Possibilidades e limitações nas simulações computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.
- MOREIRA, A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.
- NOGUEIRA, J. de S. et al. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 517-522, dez. 2000.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 83-102, abr. 2004.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-FitzGerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 176-190, ago. 2002.
- PAIS, A. **"Sutil é o senhor..."**: a ciência e a vida de Albert Einstein. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999, p. 47-61.
- PIAGET, J.; CHOMSKY, N. **Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem**, Lisboa: Edições 70, p. 51-62, 1985.
- PIAGET, J. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.
- PIAGET, J. **Para onde vai a educação?**. 7. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1980.
- PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.
- PIAGET, J. **Desenvolvimento e aprendizagem**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/faced/slomp>>. Acesso em: 09 abr. 2001.
- PHILLIPS Jr, J. L. **Teoria de Piaget sobre as origens do intelecto**. 2. ed. Lisboa: Socicultor, 1975.
- REKVELD, J. New aspects of the teaching of special relativity, **American Journal of Physics**, v. 37, n. 7, p. 716-721, July 1969.
- ROSA, P. R. da S. O uso de computadores no ensino de física: potencialidades e uso real. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 182-195, jun. 1995.

SMITH, R. C. Teaching special relativity through a computer conference. **American Journal of Physics**, College Park, v. 56, n. 2, p. 142-147, Feb. 1988.

TAROUCO, L M. R.; GRANDO, A. R. S.; KONRATH, Mary L. P. Alfabetização visual para a produção de objetos educacionais. **RENTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (UFRGS), v. 1, n. 2, 2003.

VILLANI, A. Análise de um curso de introdução à relatividade, **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 21-35, fev. 1980.

VILLANI, A.; ARRUDA, S. M. Special theory of relativity, conceptual change and history of science, **Science and Education**. Dordrecht, v. 7, n. 1, p. 85 -100, Jan. 1998.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 215-225, jun. 2001.