



Guia Pedagógico

Projeto de Conteúdos Digitais

A Física e o Cotidiano

Experimento: Deformação do Espaço-Tempo (Física Moderna)



Caro(a) Professor(a),

Construímos este guia para contribuir na sua prática pedagógica, enriquecendo suas aulas para que se tornem ainda mais dinâmicas. Trata-se de um conteúdo educacional digital apresentado de forma lúdica e contextualizada, demonstrando a relação da Física com o cotidiano. O propósito é orientá-lo sobre o uso do experimento, tanto em seu formato virtual quanto na sua realização prática, levando em conta as diversas possibilidades que este proporciona para uma aprendizagem mais significativa e engajadora. Esperamos que nossas sugestões sejam úteis para o seu planejamento didático.

1. Experimento: Deformação do Espaço-Tempo

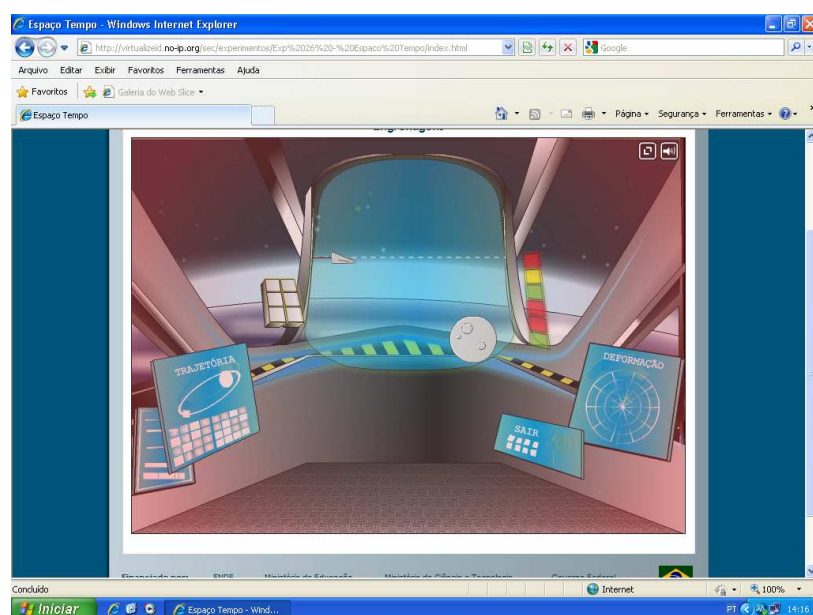


Figura 1 – imagem da tela do experimento virtual

Professor(a), o *Deformação do Espaço-Tempo* é um dos experimentos que compõem o projeto *A Física e o Cotidiano* e faz parte de um conjunto de softwares educacionais que simulam, em ambientes virtuais, experiências práticas que abordam diferentes conteúdos da Física. Os experimentos encontram-se estruturados de maneira que

os(as) alunos(as)¹ possam, através de cada simulação, experimentar e visualizar a ocorrência dos fenômenos da Física que fazem parte do cotidiano.

O experimento *Deformação do Espaço-Tempo* aborda conteúdo da Física Moderna, trabalhando os conceitos espaço-tempo, relatividade, gravidade, deformação do espaço-tempo. De forma criativa, este software simula uma experiência em que o aluno irá verificar a deformação do espaço-tempo proveniente da ação da massa de uma grande estrela.

A utilização desse tipo de conteúdo digital educacional pode contribuir para um ensino da Física mais contextualizado e capaz de aproximar o ensino da experimentação e da pesquisa. O experimento *Deformação do Espaço-Tempo* apresenta desafios a serem solucionados pelos alunos de forma lúdica e interativa. Além da realização do experimento no âmbito virtual, os alunos também serão estimulados a desenvolver o experimento prático em sala de aula com o seu acompanhamento. Para tanto, recomenda-se a utilização de materiais presentes no cotidiano dos alunos.

Vale destacar que você poderá utilizar o experimento virtual integrado ao seu planejamento, de forma independente, ou de maneira articulada a um jogo de RPG *by Moodle*. Ou seja, é possível utilizar a mídia acessando-a de forma independente no site do MEC, como também é possível utilizá-la dentro do contexto de aventuras de um jogo de RPG (*Role Playing Game*), aspecto que amplia as condições lúdicas e interativas que o recurso oferece ao processo de ensino e aprendizagem. O jogo de RPG, na modalidade virtual, possibilita uma produção livre e espontânea, a participação ativa, a autoria individual e coletiva, permitindo que os participantes sejam ativos no seu processo de aprendizagem (CABALERO, 2007).

O jogo terá duas possibilidades de acesso: através do sistema Moodle² ou no formato livro-jogo. No caso do livro-jogo, este possibilita que os jogadores vivenciem outra modalidade de jogo, conhecida como RPG de Mesa, que se caracteriza pelo uso de dados, lápis, fichários e tabuleiros. Caso opte pela utilização do experimento virtual dentro do jogo, recomenda-se a leitura do manual do jogo RPG *by Moodle*.

¹ Todas as vezes em que a palavra aluno aparecer no texto, leia-se também aluna. Esta solução, adotada pela equipe do projeto, tem a finalidade de explicitar o nosso posicionamento político frente às questões vinculadas às relações de gênero na nossa sociedade.

² O sistema, o livro-jogo e o manual do jogo RPG *by Moodle* encontram-se em desenvolvimento e serão brevemente disponibilizados para acesso.

2. Objetivo

- Demonstrar visualmente a deformação do espaço-tempo provocado pela gravidade gerada pela massa de um corpo.

3. Orientações de uso do experimento virtual

Professor(a), este software possui um menu com as seguintes opções:

- Animação
- Se ligue
- Créditos
- Experimento prático

Conforme já dito anteriormente, o *Deformação do Espaço-Tempo* é um experimento que apresenta situações práticas envolvendo desafios a serem resolvidos pelos alunos. Acreditamos que as situações presentes na simulação favorecerão bastante a aprendizagem, na medida em que os desafios postos estimularão a criatividade e a interatividade. Através do experimento virtual, os alunos poderão verificar princípios da Física em diversas situações, o que possibilita a construção de um conhecimento mais engajado com a sua própria realidade. Com efeito, as potencialidades do experimento virtual enquanto um meio para construção do conhecimento podem ter um aproveitamento ainda melhor quando integrado a um jogo educacional.

Compreendemos que o experimento também pode ser usado no contexto do Jogo na modalidade RPG *by Moodle*. Consideramos que os jogos constituem uma ferramenta de ensino atrativa e engajadora, principalmente quando são agregados a outros elementos importantes para a aprendizagem como contextualização, intencionalidade, colaboração entre outras potencialidades que podem proporcionar o desenvolvimento de habilidades, de aprendizagens.

O experimento funciona como uma espécie de laboratório virtual no qual os alunos interagem com a mídia tendo a finalidade de solucionar situações desafiadoras sobre alguma questão da Física. Ao interagir com a mídia, perceberão, inicialmente, através de uma animação curta, como os princípios físicos que regem o experimento fazem

parte do cotidiano nas mais diversas situações. No experimento, encontrarão orientações sobre o assunto e como deverão interagir com a mídia. Ao final, os alunos poderão encontrar provocações acerca do conteúdo trabalhado na mídia para que possam refletir e ampliar o seu conhecimento sobre a temática estudada.

Como proposta metodológica para utilização deste software, você, professor(a), pode introduzir o assunto através de um vídeo documentário ou uma pequena aula a respeito do tema. O software pode também ser articulado com a exibição do Audiovisual *Noções de Física Moderna*, também do projeto *A Física e o Cotidiano*, que aborda conceitos de deformação do espaço-tempo que podem ser ainda mais problematizados. A fim de exemplificar o assunto, este é um bom momento para que os alunos utilizem o software *Deformação do Espaço-Tempo*. A experimentação pode acontecer ainda em grupos. Com o conhecimento construído durante a experimentação virtual, será mais enriquecedor se os grupos fizerem a experimentação prática em sala de aula.

O conteúdo abordado neste experimento virtual pode ser relacionado a outras áreas do conhecimento:

- **Relação com a Literatura:** filmes e literatura, especialmente de ficção científica, sobre o assunto.

Em seguida, os alunos poderão interagir com o experimento virtual *Deformação do Espaço-Tempo*. Ao final da exibição, recomende que acessem o ícone *Se ligue*, onde encontrarão provocações que proporcionam reflexões e aprofundamento sobre o conteúdo abordado.

Os alunos podem interagir com outras mídias disponíveis no Banco Internacional de Objetos Educacionais do MEC, a fim de aprofundar o conhecimento sobre a temática:

- **Audiovisual:** *Noções de Física Moderna*
- **Áudio:** *Chegada do Homem à Lua*
- **Software (Laboratório Virtual):** *Espaço-Tempo*
- **Software (Fique Sabendo):** *Os Movimentos da Terra e os Planetas do Sistema Solar*
- **Software (Sala de Jogos):** *O meu Sistema Solar*

Professor(a), você pode ampliar essa proposta metodológica com as sugestões de atividades a seguir.

3.1. Orientações para a realização do experimento prático em sala de aula

Professor(a), as possibilidades de uso dos experimentos virtuais extrapolam os limites do software. Você pode ampliar a experimentação dos princípios e leis presentes no experimento ao simular em situações práticas outras atividades referentes ao assunto abordado na mídia. Para isso sugere-se como exemplo de atividade prática para você fazer com seus alunos a seguinte orientação:

Esquema geral de montagem

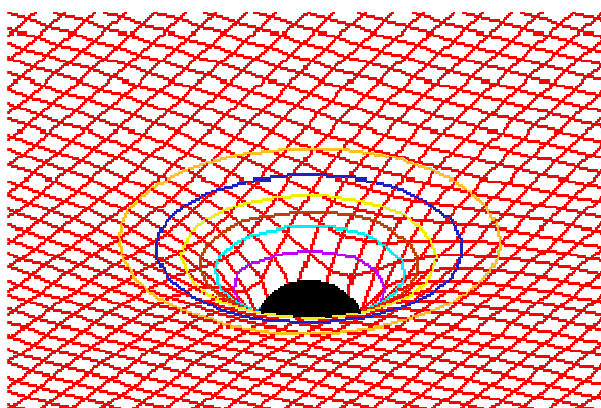


Figura 2 – imagem da montagem do experimento prático

3.1.1. Lista de materiais

- Um lençol ou uma toalha de mesa;
- Uma gude;
- Uma bola de futebol, vôlei, basquete, ou qualquer objeto esférico de massa elevada.



3.1.2. Procedimentos

- O lençol deve ser esticado acima do solo de forma que se faça uma superfície plana. Para isso é preciso quatro pessoas, cada uma em uma ponta, ou pode ser amarrado em quatro cadeiras.
- No centro da superfície coloca-se um objeto esférico de maior massa dentre os coletados. Observa-se que o objeto deformará o plano, essa deformação simula a deformação gerada pela massa de um corpo no espaço-tempo.
- Coloque a gude próximo ao objeto e observe o que ocorre. Depois, atire a gude com velocidade numa direção perpendicular ao objeto de massa maior e observe o que acontece dessa vez.
- Qualquer objeto inserido na periferia do plano do lençol irá ser atraído pela curvatura provocada por este. Observe também que se um objeto for inserido no plano em repouso, ou seja, parado, ele será atraído mais rapidamente para o objeto de maior massa. Caso o objeto seja inserido no plano com uma velocidade inicial diferente de zero, ele orbitará o objeto de maior massa até se colidir com este (a depender do atrito). Há uma velocidade que, se a gude inserida ao plano possuí-la, ela orbitará o objeto de maior massa em uma órbita fixa, um exemplo simplificado desse fenômeno são as órbitas dos planetas ao redor do Sol.

3.1.3. Recomendação de segurança

Este experimento não oferece riscos à segurança dos alunos.

4. Sugestões de atividades

Para o desenvolvimento das atividades não há uma metodologia rigorosa, as animações podem acompanhar e contribuir com diversas metodologias. Professor(a), você é livre para optar pelas sugestões e/ou criar outras, sendo importante que as atividades estimulem a reflexão e a criticidade dos alunos com relação ao tema. Esse conteúdo didático pode ser utilizado em sala de aula em conjunto com outros

conteúdos de áudio, audiovisual e experimentos educacionais que tratam do mesmo tema ou tema relacionado. Seguem algumas sugestões de atividades:

Você pode sugerir pesquisas mais aprofundadas sobre o assunto, com posterior apresentação em sala de aula pelos alunos. As tecnologias digitais podem ser utilizadas para a pesquisa e para a apresentação, como, por exemplo, blogs, vídeos, áudios.

Você pode realizar, em sala, pequenos experimentos a fim de verificar como em diversas situações se percebem os princípios da eletricidade. Para isso, sugere-se que:

1. O experimento pode ser utilizado após uma aula expositiva acerca do tema (relatividade geral), a fim de proporcionar uma contextualização do assunto.
2. O experimento também pode ser utilizado no contexto do jogo de RPG *Viagem no Espaço*, que também foi produzido pelo projeto *A Física e o Cotidiano*.
3. A interação com o experimento pode ser desenvolvida em grupos. Os componentes de cada equipe podem interagir mutuamente durante o experimento a fim de executá-lo dentro do prazo estabelecido e da melhor forma possível;
4. Professor(a), é possível utilizar o experimento para trazer curiosidades acerca da Física para seus alunos, como fatos históricos sobre o assunto.
5. Complemente sua aula com documentários acerca do tema, isso irá estimular os alunos no interesse e aprendizado da Física.
6. Professor(a), discuta com os seus alunos o princípio da equivalência entre a aceleração e a gravidade, ele foi fundamental para Einstein ter a fantástica ideia de que a gravidade dos corpos distorce o espaço-tempo, incorporando a gravidade à teoria da relatividade restrita e construindo, finalmente, a relatividade geral! Você pode organizar a turma em círculo, levar exemplos e analogias dinâmicas. Professor, na oportunidade, fale sobre a possibilidade de viagens no tempo!

5. Avaliação

Professor(a), a avaliação consiste em uma atividade processual, analisando cada etapa das atividades sugeridas. É interessante que, antes de qualquer avaliação sobre o processo de ensino-aprendizagem, seja feita uma avaliação da mídia por você, juntamente com o aluno.

Você pode acompanhar individualmente a participação e o interesse na interação com o experimento e nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Os alunos podem fazer uma autoavaliação e definir com você como se dará o processo de avaliação:

- Analisando se o comprometimento com o conteúdo estudado foi suficiente para a aprendizagem dos conceitos;
- Refletindo sobre a participação nas aulas e as expectativas de compartilhamento e aprendizagem;
- Identificando se os princípios do eletromagnetismo estudados neste software podem ser aplicados a outras situações e contextos.

6. Tempo previsto para a atividade

Aproximadamente 100 minutos, incluindo o tempo para explicações do professor, exibição de outras mídias do projeto *A Física e o Cotidiano*, interação do estudante com o experimento virtual. Mas, quando utilizado de forma integrada ao jogo, não há como precisar esse tempo a priori, pois vai depender dos objetivos do mestre que realizará a mediação com o grupo de jogadores. Ressaltamos que o mestre pode ser o professor ou um aluno mais experiente que saiba mexer jogos de RPG. O manual do jogo ajudará nesse sentido.

7. Requerimentos técnicos

- Navegador Internet: Internet Explorer 6.0, Mozilla Firefox 2.0, Opera 9.
- Plugins do navegador: Adobe Flash Player.

Desejamos que você tenha sucesso com o uso desse conteúdo digital em suas aulas. A seguir, sugerimos outras fontes para enriquecer ainda mais as atividades propostas.

Bom trabalho!

8. Fontes complementares

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Relatividade_geral>

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010130030721>>

<http://profs.ccems.pt/PauloPortugal/PHYSICA/Deformao_do_espao_tempo/Deformao_do_espao_tempo.html>

<http://www.universitario.com.br/noticias/noticias_noticia.php?id_noticia=8753>

Acesso em: 07 jul. 2010

9. Referências

ALVES, Lynn. Do discurso à prática: uma experiência com uma comunidade de aprendizagem. In: ALVES, Lynn e NOVA, Cristiane (Orgs.). **Educação e Tecnologia:**

Trilhando caminhos. Salvador: UNEB, 2003.

_____. et al. **Ensino On-Line, jogos eletrônicos e RPG:** Construindo novas lógicas. 2004. Disponível em: <www.comunidadesvirtuais.pro.br/ead/artigo.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2006.

_____. **Game Over:** jogos eletrônicos e violência. São Paulo: Futura, 2005.

BOLZAN, Regina F. F. A. **O aprendizado na internet utilizando estratégias de Roleplaying Game (RPG).** 2003. 303 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CABALERO, Sueli da Silva Xavier. **O RPG Digital na Mediação da Aprendizagem da Escrita.** 2007. 207 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Contemporaneidade) Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Salvador – BA.

CRATO, N. **Passeio aleatório pela ciência do dia a dia.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

DINWIDDIE, Robert – **Universe, The definitive visual guide.** DK Ed., 2005.

EHRLICH, R. **Virar o mundo do avesso.** Lisboa: Gradiva Publicações, 1992.



ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Student & Home edition.** 2009. v. 2009.00.00.0000000000. CD-ROM.

FEYNMAN, R.; LEIGHTON, R.; E SANDS, M. **The Feynman Lectures on Physics:** Addison-Wesley, 1977. v. 1.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, Paulo. **Conscientização:** teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 3. ed. São Paulo: Centauro, 1980.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática de liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, Paulo e GUIMARÃES, Sergio. **Sobre educação:** Diálogos. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984. v. II.

FREIRE, P.; HORTON, M. **O caminho se faz caminhando:** conversas sobre educação e mudança social. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

GAMOW, G. **O incrível mundo da Física Moderna.** 3. ed. São Paulo: IBRASA, 2006.

GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais:** rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 1997.

GONICK, L.; HUFFMAN, A. **Introdução ilustrada à Física.** São Paulo: Harbra LTDA, 1994.

GRF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física.** 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. v. 1, 2.



GREENFIELD, Patrícia M. **O desenvolvimento do raciocínio na era da eletrônica:** os efeitos da TV, computadores e videogames. São Paulo: Summus, 1988.

HEINEY, P. **As vacas descem escadas?** São Paulo: Arx, 2007.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed/ Bookman, 2002.

JACKSON, Steve; REIS, D. Q. **Mini Gurps:** regras básicas para jogar RPG. São Paulo: Devir, 1999.

MARCATTO, Alfeu. RPG como instrumento de ensino e aprendizagem: uma abordagem psicológica. In: ZANINI, Maria C. (Org.). Simpósio RPG & Educação, 1, 2002, São Paulo. **Anais do I Simpósio RPG & Educação**. São Paulo: Devir, 2004. p. 152-179.

MARCUSCHI, Luís Antônio; XAVIER, Antônio Carlos. **Hipertexto e gêneros digitais**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2004.

MATTA, A. E. R. Tecnologias para colaboração. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**. Salvador: UNEB, p. 431-439, 2004.

_____. **Comunidades em rede de computadores:** abordagem para a Educação a Distância – EAD acessível a todos. 2003. Disponível em: <http://www.matta.pro.br/prod_ead.html>. Acesso em: 17 maio 2005.

_____. **Tecnologias de aprendizagem em rede e ensino de História** – utilizando comunidades de aprendizagem e hipercomposição. Brasília: Líber Livro Editora, 2006.

PAVÃO, Andréa. **Aventura da leitura e da escrita entre mestres de Roleplaying Game (RPG)**. São Paulo: Devir, 2000.



PERELMAN, Y. **Aprenda Física Brincando**. São Paulo: Hemus Livraria Editora, 1970.

PERELMAN, Y. **Física Recreativa**. Moscou: Editora Mir, 1975. v. 1, 2.

RIYIS, Marcos Tanaka. **Simples** – Manual para Uso do RPG na Educação. São Paulo: Editora do Autor, 2004.

RODRIGUES, S. **Roleplaying game e a pedagogia da imaginação no Brasil**: primeira tese de doutorado no Brasil sobre o roleplaying game. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

ROJO, A. **La Física em la vida cotidiana**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2009.

ROSA, Maurício. **Role Playing Game Eletrônico**: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar Matemática. 2004. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP – Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Rio Claro.

SANTOS, Edméa O. Educação on-line como campo de pesquisa-formação: potencialidades das interfaces digitais. In: SANTOS, Edméa; ALVES, Lynn (Orgs.). **Práticas pedagógicas e tecnologias digitais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006. p. 123-141.

SCAFF, L. A. M. **Radiações**: Mitos e verdades, perguntas e respostas. São Paulo: Barcarola Editora, 2002

SEGRÈ, G. **Uma questão de graus**: o que a temperatura revela sobre o passado e o futuro de nossa espécie, nosso planeta e nosso universo. Rio de Janeiro: Rocco, 2005.

VAUCLAIR, S. **Sinfonia das Estrelas**: a humanidade diante do cosmos. São Paulo: Globo, 2002.



VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WALKER, J. **O circo voador da Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

ZANINI, Maria do Carmo. Transformando uma Narrativa em Aventura de RPG. In: _____. (Org.) Simpósio RPG & Educação, 1, 2002, São Paulo. **Anais do I Simpósio RPG & Educação**. São Paulo: Devir, 2004. p. 149-150.

10. Autores

Pedagogos(as):

- Ana Verena Carvalho
- Eudes Mata Vidal
- Michele Raquel Silva Neime
- Sueli da Silva Xavier Cabalero

Físicos:

- Paulo Ramos
- Rodrigo Pereira de Carvalho
- Eduardo Menezes de Souza Amarante
- Samir Brune Ferraz de Moraes

Revisão de texto:

- Arlete da Silva Castro