

Guia Pedagógico

Projeto de Conteúdos Digitais

A Física e o Cotidiano

Experimento: Submarino na Garrafa (Mecânica)

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: Submarino na Garrafa

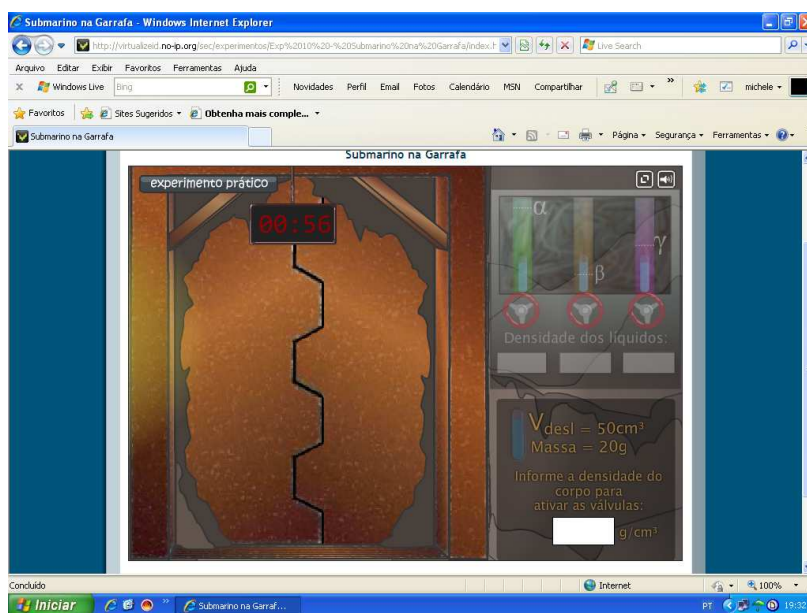


Figura 1: imagem da tela do experimento virtual

Professor (a), o *Submarino na Garrafa* 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

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.

de cada simulação, experimentar e visualizar a ocorrência dos fenômenos da Física que fazem parte do cotidiano.

O *Submarino na Garrafa* é um experimento que se propõe a demonstrar como o Princípio de Arquimedes ocorre em um submarino, mas de modo a se observar facilmente esse fenômeno. Navios pesados, geleiras enormes, como eles conseguem "flutuar" na água do mar? Por que nos sentimos mais leves numa piscina? Questões como essas são esclarecidas através do conteúdo abordado por este experimento, em que se pode, de maneira divertida e dinâmica, observar os efeitos das forças que atuam em um objeto imerso na água.

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 *Submarino na Garrafa* 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 de aprendizagem. O jogo de RPG, na modalidade virtual, possibilita uma produção livre e espontânea, a participação ativa, a autoria individual e/ou 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*.

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

- O objetivo deste experimento é a demonstração do princípio de funcionamento de um submarino, ilustrando o Princípio de Arquimedes.

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 *Submarino na Garrafa* 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 integradas 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 e 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 algumas questões 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, através das 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, pode introduzir o tema sugerindo que os alunos façam pesquisas acerca do assunto. Após a pesquisa, dividir os alunos em grupos para que possam discutir sobre o resultado de suas pesquisas, ressaltando dúvidas, aspectos interessantes, curiosidades etc. A fim de exemplificar o assunto, este é um bom momento para que os alunos utilizem o software *Submarino na garrafa*. 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.

Tendo em vista a importância de se estabelecer estratégias pedagógicas que favoreçam a construção do conhecimento de forma crítica, consciente e reflexiva, ressaltamos a importância de um trabalho interdisciplinar.

Dessa forma, sugerimos a relação das seguintes áreas do conhecimento que se encontram inter-relacionadas à mídia aqui abordada:

- **Relação com a Matemática:** com esse experimento, o professor pode pedir aos alunos para fazerem cálculos de área e do volume de objetos como prismas e esferas;
- **Relação com a Geografia e a História:** importância dos submarinos em diversas guerras;
- **Relação com a Biologia:** vida em ambientes marinhos; efeito da pressão hidrostática sobre o corpo humano e de outros animais;
- **Relação com a Tecnologia:** plataformas de exploração marítimas; perfuração de poços marítimos; equipamentos de mergulho; submarinos de última geração; robôs que operam em águas profundas.

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:

- **Áudio:** As Leis de Newton

- **Audiovisual:** Dinâmica
- **Software (Salão de jogos):** Bungee Jump, Fluidos

Professor (a), você pode ampliar esta 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 das leis presentes no experimento ao simular, em situações práticas, outras atividades referentes ao assunto abordado na mídia. Para você fazer com seus alunos a seguinte orientação:

Esquema geral de montagem

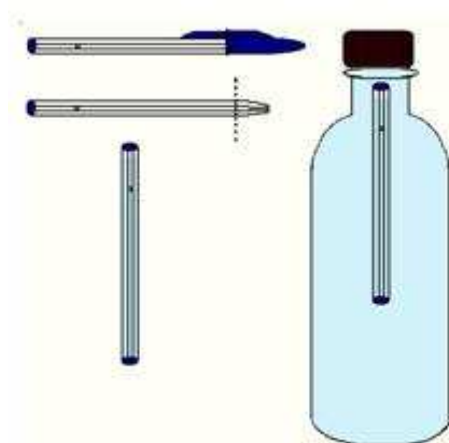


Figura 2 – imagem da montagem do experimento prático

3.1.1. Lista de materiais

- Uma garrafa de 2 litros de refrigerante do tipo PET, transparente, com tampa;
- Um tubo de caneta do tipo BIC;
- A caneta representará o submarino;
- Água;
- Duas tampinhas de tubo de caneta;

- Utilizam-se as tampinhas para fechar as duas extremidades da caneta.

3.1.2. Procedimentos

A idéia do experimento é fazer algo parecido com um submarino, mas de modo a podermos observar facilmente o Princípio de Arquimedes. Trata-se de um arranjo onde se pode observar os efeitos das forças que atuam em um objeto imerso na água.

No experimento utilizamos uma caneta, preparada de acordo com as instruções de montagem, e uma garrafa de dois litros de refrigerante vazia. O experimento consiste em mergulharmos a caneta na garrafa cheia de água e sem nenhuma bolha. Quando mergulhamos a caneta na garrafa, a parte superior da caneta deverá ficar no mesmo nível da superfície da água na garrafa. Isto se deve ao empuxo exercido pela água da garrafa, que age no sentido vertical de baixo para cima, por ser maior que o peso, que puxa para baixo. Após o fechamento, ao apertarmos a garrafa, a caneta irá afundar e, desapertando, ela retornará para cima. A explicação para este fato está relacionada à densidade da caneta. Ou seja, quando a densidade da caneta for maior que a da água, a intensidade da força empuxo será menor que o da força peso e a caneta afundará. Se a densidade da água for maior que a da caneta, o empuxo sobre a caneta terá intensidade maior que o peso e a caneta subirá.

O que se pode observar é que, quando apertamos a garrafa, estamos fornecendo uma quantidade de pressão a todos os pontos da água no seu interior. Com esse aumento de pressão, a água da garrafa penetrará na caneta através do furinho e fará com que a massa da caneta aumente. Com esse aumento de massa, a caneta terá uma densidade maior que a da água e afundará. Ao descomprimirmos a garrafa, a pressão volta ao normal, então sai água da caneta e a densidade da caneta fica menor que a da água. Novamente, fazendo com que ela suba. Este experimento só é possível devido à caneta não estar completamente cheia, ou seja, restar um pouco de ar no seu interior. Como a caneta e a garrafa são transparentes, é possível observar a variação da quantidade de água no interior da caneta e o consequente movimento dela para baixo ou para cima.

O submarino funciona do mesmo modo: bombas de água enchem e esvaziam tanques em seu interior usando a água, que o circunda, e o ar, que preenche os tanques, que são acomodados em tanques de ar comprimido.

3.1.3. Recomendação de segurança

Cuidado ao manusear ferramentas.

4. Sugestões de atividades

Para o desenvolvimento das atividades não há uma metodologia rigorosa, as animações podem acompanhar e contribuir com diversas metodologias. 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. Este 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 de 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. No caso do experimento *Submarino na Garrafa*, você pode utilizá-lo e pedir para os alunos analisarem os aspectos físicos presentes.

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

1. O experimento pode ser utilizado após uma aula expositiva acerca do tema a fim de proporcionar uma contextualização do assunto;
2. 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;
3. Eis aqui uma brincadeira que o professor pode fazer com o objetivo de tentar extrair as concepções prévias dos estudantes. Para tal, o professor pode basear-se nesse vídeo <<http://www.youtube.com/watch?v=CrVv0GfbPmA&feature=related>> do “Mago da Física”. À medida que os alunos forem expondo suas concepções, o professor pode fazer um quadro comparativo com todas elas e, em seguida, fornecer a explicação para o experimento;

4. O professor pode sugerir para os estudantes uma pesquisa no que tange aos conceitos físicos envolvidos no funcionamento do submarino;
5. Você pode convidar o (a) professor (a) de História para um debate, com a sala em círculo, sobre a Primeira Guerra Mundial. Na ocasião, enfatize a importância dos submarinos alemães e russos, relacione a "guerra submarina" (principalmente em 1915) com a entrada dos Estados Unidos nesse conflito mundial.

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 referentes aos princípios da Hidrostática;
- Refletindo sobre a participação nas aulas e as expectativas de compartilhamento e de aprendizagem;
- Identificando os princípios das Leis de Arquimedes e suas relações com a Mecânica e a Hidrodinâmica, estudados neste software, e como eles podem ser aplicados a outras situações e contextos;
- Participação e comprometimento.

6. Tempo previsto para a atividade

Aproximadamente 50 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. Agora, quando utilizado de forma integrada ao jogo, não há como precisar esse tempo a priori, pois vai depender dos objetivos de quem realizará a mediação com o grupo de

jogadores. Ressaltamos que pode ser o professor ou um aluno mais experiente que saiba mestrar 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.
- Plug-ins do navegador: Adobe Flash Player, Java Virtual Machine.

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

Bom trabalho!

8. Fontes complementares

- <<http://sosfisica.blogspot.com/2008/08/submarino-na-garrafa-principio-de.html>>
- <<http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/submarino.html>>
- <<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=831>>
- <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>>
- <<http://auladecampocbjn20093c4.blogspot.com/2009/01/fisca-submarino-na-garrafa.html>>
- <www.portoseguro.cefetba.br/doc.../fisica.../Experimento%2011.pdf>
- <http://www.fisica.net/hidrostatica/principio_de_arquimedes_empuxo.php>
- <<http://www.fisica.ufs.br/CorpoDocente/egsantana/fluidos/estatica/arquimedes/arquimedes.htm>>
- <http://www.youtube.com/watch?v=xK6_0BupagQ>
- <<http://www.youtube.com/watch?v=n3A5MK6lDpg>>
- <<http://www.youtube.com/watch?v=CrVv0GfbPmA>>

Acesso em: 17 mai. 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 mai. 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) – UNESP – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 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:

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

Revisão de texto:

- Suely Guimarães Alves Dias