

O USO DO MODELLUS EM SALA DE AULA COMO INSTRUMENTO MOTIVACIONAL PARA O ESTUDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA — UM ESTUDO DE CASO

Alan Freitas Machado

Professor Associado do Departamento de Física Teórica do Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
✉ alanfmac@gmail.com

Diego Barbosa Moura

Professor Assistente do Colégio Universitário Geraldo Reis da Universidade Federal Fluminense

Sergio Ferreira de Lima

Professor do Colégio Pedro II
Mestre em Ensino de Física e Matemática pelo Centro Federal de Educação Profissional e Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ

Rafael Levy Abel Siqueira

Graduando em Física no Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Rodrigo do Amarante Colpo

Graduando em Física no Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Thomaz Jacintho Lopes

Graduando em Física no Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Claudio Elias da Silva

Professor Associado do Departamento de Eletrônica Quântica do Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Resumo:

Este trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa realizada no Colégio Pedro II - Regional Centro, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. O projeto desenvolvido utiliza o *freeware* educativo Modellus como instrumento mediador do ensino para promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos estudados nas disciplinas de física e matemática, utilizando os conceitos de óptica geométrica (incluindo espelhos plano e esférico) durante as aulas experimentais para a construção de novas referências epistemológicas de “aprender a aprender”. O Modellus tem interface intuitiva e de fácil utilização, permitindo que inúmeras condições experimentais de óptica geométrica possam ser facilmente simuladas, tornando as aulas mais rápidas e dinâmicas do que se fossem utilizados métodos tradicionais de ensino. As abordagens metodológicas utilizadas permitiram análises qualitativas e quantitativas, em um processo em que se utilizou escuta ativa para adaptar os conteúdos e ritmo das aulas às necessidades dos alunos. Como resultado do projeto, percebemos um aumento da motivação do professor que leciona no ensino médio, tendo ele encontrado no software uma forma mais dinâmica e eficiente para lecionar fenômenos físicos, com múltiplos experimentos gerados em ambiente virtual. Utilizando esta tecnologia, foi possível os alunos observarem fenômenos físicos que antes somente eram vistos em imagens de livros.

Palavras-chave: Modelagem computacional; metodologias ativas; software educativo; Modellus.

THE USE OF MODELLUS IN A CLASSROOM AS A MOTIVATIONAL TOOL FOR THE STUDY OF GEOMETRICAL OPTICS — A CASE STUDY

Abstract:

This paper presents the results of a research project conducted at the high school Pedro II - Center branch, in Rio de Janeiro (Brazil). The project used the educational freeware Modellus as a teaching instrument to achieve meaningful learning of the physics and mathematics contents studied in high school, using geometric optics concepts (including flat and spherical mirrors) during experimental classes for the construction of new epistemological references of "learn to learn". The Modellus has an intuitive and easy-to-use interface, allowing several geometric optics experiments to be easily simulated, making the classes more dynamic than if it was used traditional teaching methods. The methodological approaches used allowed qualitative and quantitative analysis, a process in which we used active listening to adapt the content and pace of lessons to the needs of students. As a result of the project, we noticed an increase in teacher motivation, who teaches in high school, and he found the software a more dynamic and efficient way to teach physical phenomena, with multiple experiments generated virtual environment. Using this technology, students observed physical phenomena that before were only seen in pictures of books.

Keywords: Computational modeling; active methodology; educational software; Modellus.

EL USO DEL MODELLUS EN CLASE COMO INSTRUMENTO DE MOTIVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA — UN ESTUDIO DE CASO

Resumen:

Este trabajo presenta los resultados de una encuesta llevada a cabo en el Colegio Pedro II - Centro Regional en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil. El proyecto desarrollado utiliza la educación gratuita Modellus como la enseñanza de instrumentos de mediación para promover el aprendizaje significativo de los contenidos estudiados en disciplinas física y matemáticas, utilizando los conceptos de la óptica geométrica (incluyendo espejos planos y esféricos) durante las clases experimentales para la construcción de nuevas referencias epistemológicas a "aprender a aprender". El Modellus es intuitiva y fácil de usar interfaz, permitiendo numerosas óptica geométrica de condiciones experimentales se pueden simular, lo que las clases más rápidos y dinámicos que si se utilizan los métodos de enseñanza tradicionales. Los enfoques metodológicos utilizados permitieron el análisis cualitativo y cuantitativo, un proceso que utiliza la escucha activa para adaptar el contenido y el ritmo de las lecciones a las necesidades de los estudiantes. Como resultado del proyecto, nos dimos cuenta de un aumento de la motivación de los docentes, que enseña en la escuela secundaria, y él encontramos el software de una manera más dinámica y eficaz para enseñar a los fenómenos físicos con múltiples experimentos generados entorno virtual. Utilizando esta tecnología, los estudiantes observaron fenómenos físicos que anteriormente sólo se ven en las ilustraciones de los libros ilustrados.

Palabras clave: Modelación computacional; metodología activa; software educativo; Modellus.

INTRODUÇÃO

O Brasil passa atualmente por um período de grandes reformas na área educacional, principalmente na área de ciências exatas. Sabendo que o êxito das estratégias que visam o estabelecimento de um alto padrão de qualidade requer investimentos tanto na qualificação dos professores, quanto na infraestrutura disponível ao ensino, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) foram colocadas no centro de diversas iniciativas governamentais que visam a ampliação do uso e acesso de computadores, plataformas de ensino online e da internet, sendo o ProInfo (ABADE, 2010) uma das iniciativas que surgiram nesse sentido.

O uso das TIC em sala de aula tem o potencial de contribuir para aumento do rendimento dos alunos (TINIO, 2003), apresentando situações-problema em um ambiente altamente motivador e que concomitantemente promove o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais à era da informação. Com a perspectiva de testar metodologias para o ensino de Física que se utilizem das estruturas de TIC disponíveis nas escolas, este projeto se utilizou do *freeware* MODELLUS (TEODORO *et al.*, 2015), o qual permite aos alunos e professores criar e explorar modelos computacionais de forma interativa, facilitando o entendimento dos conceitos físicos utilizados (TEODORO, 2002).

Com notação matemática simples, que possibilita a criação e fácil manipulação de animações envolvendo espelhos planos e esféricos, o Modellus foi utilizado como ferramenta didática e motivacional para o estudo de óptica geométrica. A possibilidade de criar animações, com objetos interativos que representam as propriedades matemáticas expressas pelo modelo, torna essa uma rica experiência que permite a exploração de múltiplas representações e a análise de dados em forma de animações, gráficos e tabelas. Dessa forma, é possível atrair atenção para o modelo matemático e para o seu significado físico, ampliando as possibilidades de dinâmicas de ensino. Este programa tem a especial vantagem de permitir, com a utilização de apenas alguns “cliques”, a criação das mais diversas situações de estudo, dando ao aluno a possibilidade de experimentar, em um verdadeiro laboratório virtual que unifica teorias Físicas e Matemáticas, a autonomia de um cientista que tenta descobrir as equações que regem as leis da Óptica Geométrica.

METODOLOGIA

Esse trabalho teve início durante o ano letivo de 2013, com um grupo de quatro alunos do ensino médio do Colégio Pedro II que participavam do projeto FAPERJ - Jovens Talentos. O projeto, que contou com encontros semanais, foi dividido em quatro etapas com uma estrutura comum: uma orientação de estudos, um texto resumo com exercícios de assimilação e aprofundamento, prática com laboratórios virtuais, simuladores e, por último, questionários avaliativos. Na primeira etapa do projeto, ministramos o princípio de funcionamento do *software* (interface, comandos básicos, funções que podem ser atribuídas *etc.*). Na segunda etapa, buscamos mediar o aprendizado de conceitos essenciais de Física e Matemática para o bom aproveitamento dos laboratórios, utilizando também exemplos como exercícios de fixação. Na terceira etapa, focamos os estudos na óptica geométrica a fim de preparar os alunos para a criação dos modelos computacionais. Na quarta etapa, cada aluno teve acesso a um computador com o *freeware* MODELLUS instalado e, a partir dos conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores, os alunos se utilizaram das equações da teoria da óptica geométrica para criar um entre os modelos sugeridos (Figuras 1, 2, 3 e 4) e, posteriormente, realizar uma apresentação aos colegas e professores do Instituto de Física.

. **Figura 1** – Modelagem de espelho plano feito pelos alunos do projeto.

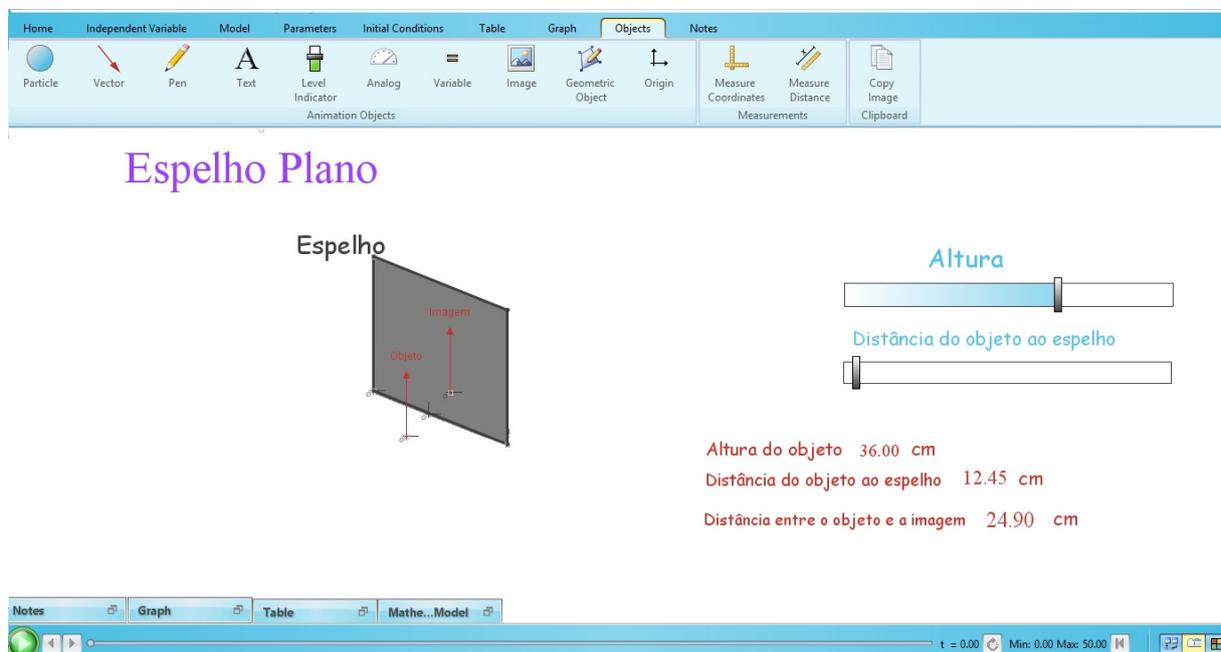


Figura 2 – Modelagem de um espelho côncavo feita pelos alunos do projeto.

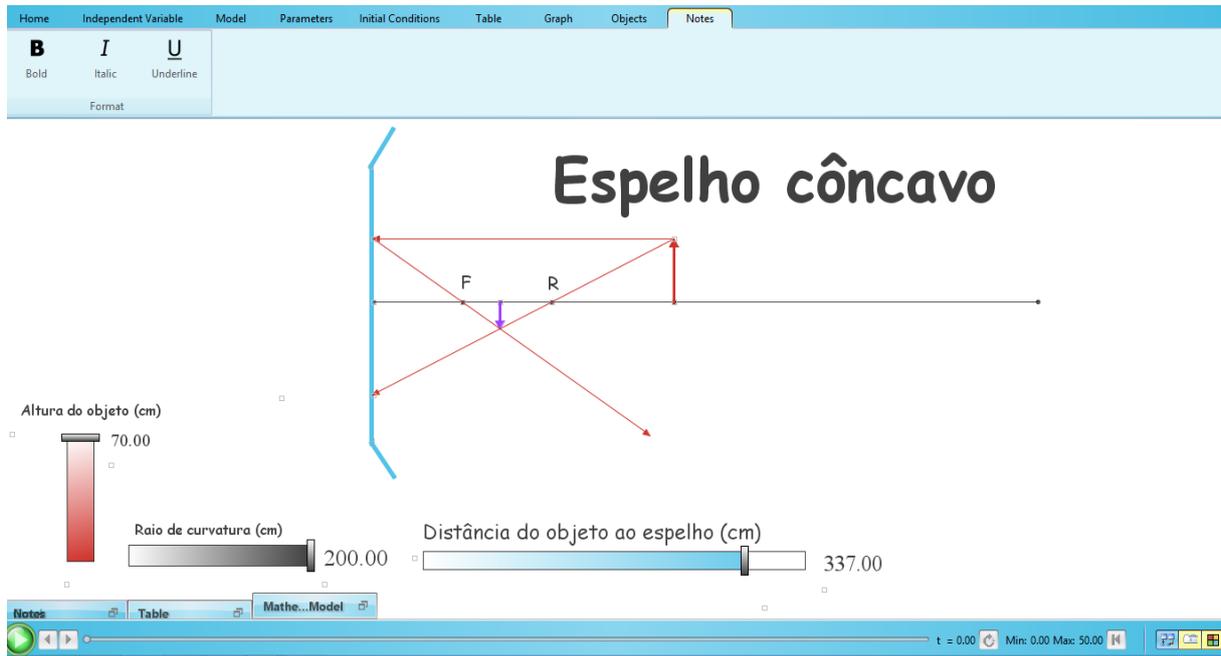


Figura 3 – Modelagem de um espelho convexo feita pelos alunos do projeto.

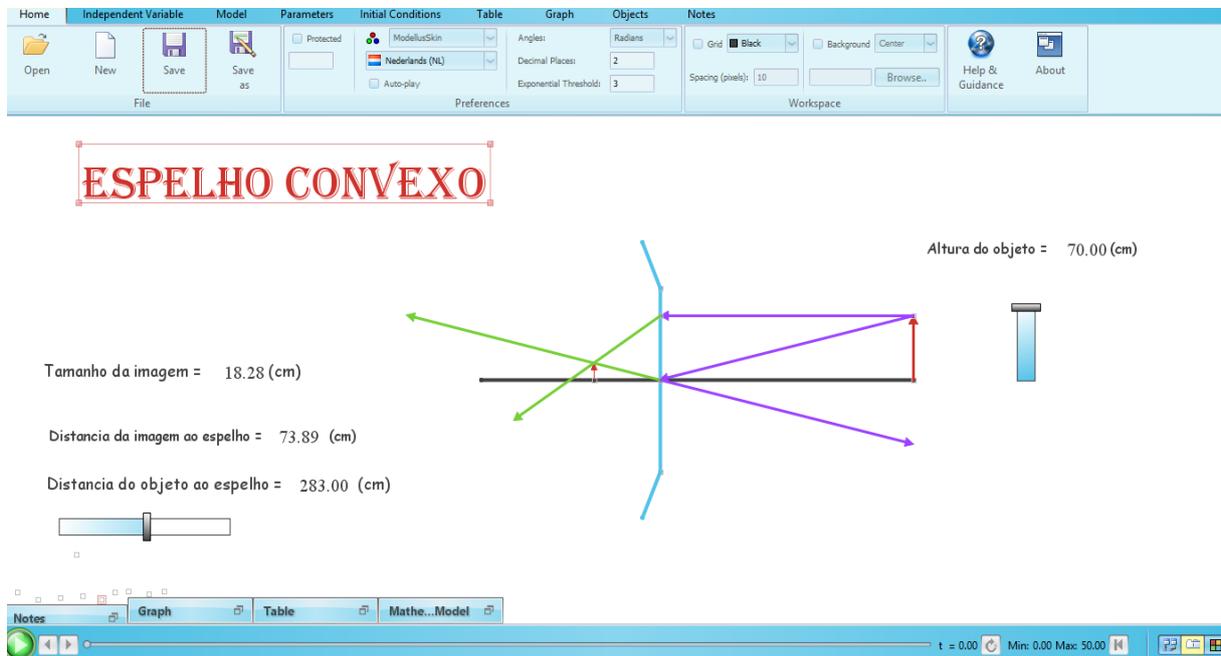
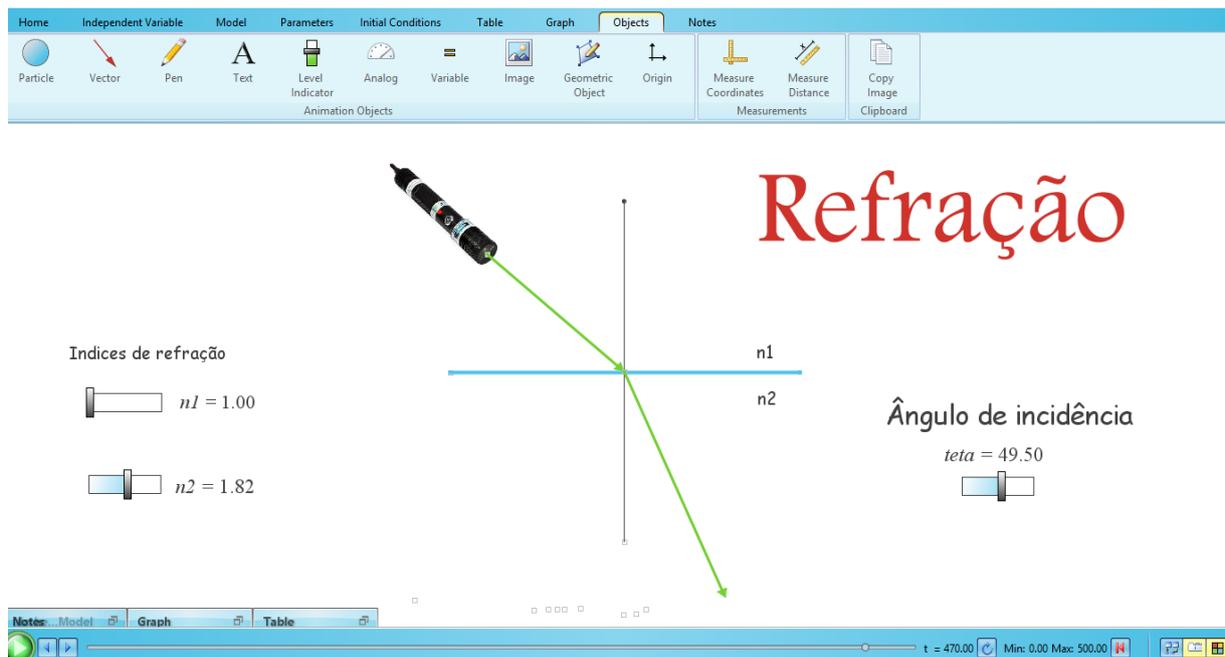


Figura 4 – Modelagem sobre os conceitos refração feita pelos alunos do projeto.

Como proposta para estender o espaço de aprendizado para fora da sala de aula, as oficinas contaram com um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) otimizada para interações assíncronas (sistema de comentários) e organização de materiais educacionais. Apesar da pouca experiência dos alunos com AVA, essa plataforma se mostrou particularmente útil devido a frequência semanal dos encontros e, enquanto o interesse pelo conteúdo crescia, houve a possibilidade desse canal adicional de aprendizado e troca de informações.

RESULTADOS

Ao final de cada uma das 4 etapas do projeto, aplicamos um questionário sobre a utilização do Modellus numa perspectiva do minimalismo tecnológico, que é definido por Berge e Collins (1994) como o uso dos recursos tecnológicos mínimos, escolhidos a partir de uma seleção cuidadosa que maximizem os ganhos do aluno, segundo os objetivos da ementa, ao mesmo tempo em que se está consciente das limitações que os instrumentos pedagógicos possuem. O questionário, mostrado no quadro 1, foi formatado com perguntas baseadas na escala Likert, a fim de avaliar a aceitação do programa MODELLUS, e a sua contribuição para a aprendizagem de Física. A cada etapa do projeto percebíamos que o interesse do aluno

aumentava, tanto no que diz respeito ao uso do *software*, quanto em aprender a disciplina, identificado pela frequência de utilização da plataforma AVA. Registramos as opiniões de cada aluno sobre as vantagens e desvantagens do uso do *software*, a fim de avaliar as impressões dos estudantes sobre a abordagem de ensino testada (OLIVEIRA *et al.*, 2003). São mostrados a seguir alguns desses registros:

“Achei que o software em si tem algumas vantagens para que pudesse visualizar como os feixes de luz formam as imagens em diferentes tipos de espelhos.” [sic]

“Consegui compreender o objetivo do projeto e entender como funciona a óptica geométrica que os livros explicam, no entanto, tive algumas dificuldades para usar o software.” [sic]

“Tive dificuldades para me acostumar e entender como a luz se comporta, mas conforme o tempo ia passando, fui compreendendo e criando minhas próprias modelagens computacionais e, como cada modelagem necessita de um conhecimento um pouco mais aprofundado, fui entendendo a disciplina em si.” [sic]

Os professores que assistiram à apresentação afirmaram que cada aluno teve uma evolução considerável comparado em relação ao início do projeto.

Tabela 1: Questionário utilizado com perguntas baseadas na escala Likert.

DIMENSÃO AVALIADA	PERGUNTAS	Escala de INTENSIDADE				
		Extremamente	Muito	Moderado	Pouco	Nada
Aceitação do programa MODELLUS pelos usuários	O software Modellus é amigável?					
	O software foi aceito pelos seus colegas?					
Contribuição para a aprendizagem em Física	Quanto o Modellus o estimulou no aprendizado?					
	O software ajudou na compreensão do conteúdo abordado? As aulas se tornaram mais interessantes quando o Modellus foi utilizado?					

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o *software* educativo Modellus, os alunos tiveram acesso a ferramentas auxiliares para a resolução de problemas, favorecendo a aprendizagem significativa (AUSUBEL *et al.*, 1968) das correlações entre a Matemática e a Física, na medida em que a utilização do Modellus permite a formulação de hipóteses e o seu teste com a visualização de animações que relacionam as premissas com os resultados. Durante as atividades os estudantes estiveram muito interessados principalmente devido a interatividade das animações, desenvolvendo uma compreensão além do senso comum sobre o que ocorre quando aproximamos ou afastamos objetos em frente ao espelho. Verificamos que a utilização de laboratórios virtuais cumprem também a tarefa de estimular os alunos para a ementa do curso.

Com base nos resultados coletados, também concluiu-se que a implementação de TIC como instrumentos didáticos, e em particular de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, incentiva o aluno a procurar pró-ativamente por informações e a desenvolver habilidade e selecioná-las de acordo com a questão que busca responder, aprendendo a aprender (DUARTE, 2006). Para a sua adequada utilização, professores devem se manter atualizados quanto a Tecnologias da Informação e Comunicação, como ferramenta para qualificar o ensino e compreensão dos alunos (MACHADO e COSTA, 2009).

Desta forma, o Modellus se mostrou uma ferramenta bastante útil para a simulação de experimentos de Óptica Geométrica, com grande potencial ainda ser explorado como recurso suplementar de ensino, visto que há poucos exemplos de modelagens nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADE, Luciana. MEC: Programas de inclusão estão entre os maiores do mundo. **Jornal do Brasil: País** (02/04/2010). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/pais/noticias/2010/04/03/mec-programas-de-inclusao-digital-estao-entre-os-maiores-do-mundo/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2015.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Educational psychology: A cognitive view**. Nova Iorque: Rinehart & Winston Holt, 1968.

BERGE, Zane L.; COLLINS, Mauri P.. **Guiding Design Principles for Interactive Teleconference**. Berge & Collins Associates (em Internet Archive Wayback Machine – 22/08/2007-06/11/2007). Maine. 1994. Disponível em: < <https://web.archive.org/web/20070614234157/http://emoderators.com/papers/augusta.html>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2015.

OLIVEIRA, Eliana; ENS, Romilda Teodora; ANDRADE, Daniela B. S.; MUSSIS, Carlo Ralph. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p. 1-17, 2003.

O USO DO MODELLUS EM SALA DE AULA COMO INSTRUMENTO MOTIVACIONAL
PARA O ESTUDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA—UM ESTUDO DE CASO

Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=637&dd99=pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

DUARTE, Newton. As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro. n. 18 p. 35-40 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a04.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2015.

MACHADO, Alan Freitas; COSTA, Leonardo de Moura. A utilização do software MODELLUS no ensino da Física. **Interagir: pensando a extensão**. Rio de Janeiro. n. 14, 2009. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/interagir/article/viewFile/1814/1383>>. Acesso em 15 de outubro de 2015.

TEODORO, Vitor Duarte. **Modellus: learning physics with mathematical modelling**. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2002. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/407/1/teodoro_2002.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2015.

TEODORO, Victor Duarte; VIEIRA, João Paulo Duque; VIEIRA, Pedro Duque. **Modellus v4.5**. Lisboa: Modellus, 2015. *Software freeware* disponível em: <<http://modellus.co/index.php/pt/>>. Acesso em 29 de novembro de 2015.

TINIO, Victoria L. **ICT in Education**. Nova Iorque: Information and Communication Technologies (ICT) for Fvelopment, 2003. Disponível em: <http://www.saigontre.com/FDFiles/ICT_in_Education.PDF>. Acesso em: 14 de outubro de 2015.