

Visualização de teorias científicas através de multimídia em Ciência dos Materiais / Visualizing scientific theories through multimedia in Materials Science

Antônio Valadão Cardoso / Laboratório de Material Didático Multimídia da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) / antonio.cardoso@cetec.br / **Isabela Sbampato Batista Reis de Paula** / Laboratório de Material Didático Multimídia da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) / isabela.sbampato@gmail.com / **Leandro Henrique Britto de Oliveira** / Laboratório de Material Didático Multimídia da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) / leo.hbo@gmail.com / **Leandro Ribeiro Araújo** / Laboratório de Material Didático Multimídia da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) / leandro@superficie.org / **Mateus de Sousa van Stralen** / Laboratório de Material Didático Multimídia da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) / mateus.stralen@gmail.com

Abstract. *The production of an electronic book at the site www.cienciosmateriais.org for high school teachers stimulated the reflection about the advantage of the transmission of the most important scientific theories (atomism and thermodynamics) using Materials Science (MS) as a course study and reaffirmed the power of animation and 3D graphical tools to improve the understanding and the spread of these theories. Supported in these reflections, the electronic book produced differentiates itself, in the way and the manner it was produced in relation to what has been presented on the Internet.*

Apresentação Um sério problema do material didático gratuito existente na Internet é a fragmentação e a descontinuidade. O material didático é fragmentado porque aborda parcelas de uma determinada área do conhecimento, em geral, de domínio de um especialista no assunto e o seu site é, na maioria dos casos, uma iniciativa individual. A descontinuidade do material didático disponibilizado na Internet parece advir exatamente da precariedade e do caráter errático de contribuições individuais: como regra geral, o material disponibilizado não é atualizado, o tópico abordado é muito especializado, alguns tópicos podem ser vistos em vários sites enquanto as conexões entre os diferentes conteúdos ficam a cargo de quem busca a informação.

No caso dos sites em língua portuguesa, o problema se agrava porque a produção de material didático não é tradição entre nós, potenciais produtores. O extenso, custoso e desgastante processo de produção de um livro impresso associado ao pequeno número de editoras universitárias torna a produção de livros didáticos da área científica um evento ainda raro.

A criação do Laboratório de Material Didático Multimídia (LMDM) do CETEC, em 2005, visou explorar o enorme potencial existente com a popularização da Internet como veículo educacional. Sem dúvidas, editar material didático gratuito para Internet necessita de domínio tecnológico e deve ser uma tarefa empreendida por laboratórios especializados. O CETEC é um Centro estatal de Pesquisas Tecnológicas; produzir material didático é a maneira mais direta de qualquer centro de inteligência e pesquisa criar um contato direto com a população. Optamos por iniciar nosso trabalho criando um curso básico, gratuito, em Ciência dos Materiais, voltado para professores do ensino médio e estudantes universitários. Este artigo é uma descrição desta experiência.

Introdução: A estrutura do projeto “Ciência dos Materiais no Ensino Médio na Escola Profissionalizante” O livro eletrônico www.cienciosmateriais.org, cuja a experiência da produção é relatada neste artigo, é parte de um projeto de pesquisa que tem como objetivo produzir material de ensino sobre Ciência dos Materiais para



estudantes do ensino médio e profissionalizante de escolas públicas brasileiras, além de capacitar professores para serem difusores de conhecimento nesta disciplina científica. O projeto se iniciou em 2005 beneficiando-se de um edital do governo brasileiro (“Ciência para Todos” - 2004) para projetos de difusão do conhecimento científico e após dois anos de desenvolvimento está em sua fase final de revisão e divulgação dos resultados.

O livro eletrônico é constituído por 19 capítulos com cerca de 250 ilustrações multimídia, disponibilizado na Internet com cerca de 20.000 acessos/mês e será distribuído em CD-ROM para 2.000 escolas públicas do estado de Minas Gerais. Os capítulos são divididos em 290 tópicos, o que permite textos breves, adequados à leitura diante da própria tela. As ilustrações são produzidas com o uso de diferentes técnicas de produção multimídia para a Internet. Há entre elas: vídeos, animações interativas, animações 3D, gráficos vetoriais e fotografias e, apesar da variedade de conteúdos e mídias, as ilustrações seguem uma dimensão padrão que viabiliza a atualização dinâmica do conteúdo. A diagramação geral da interface do website coloca textos e ilustrações na mesma hierarquia e o conteúdo de ambos forma um conjunto coerente através de um processo de trabalho em que redatores e ilustradores trabalham de forma integrada.

Os redatores do projeto são pesquisadores-seniores e professores em programas de pós-graduação em Engenharia ligados a diferentes instituições de ensino e pesquisa geograficamente distantes entre si. Um dos redatores também detém a função de editor geral dos capítulos como forma de homogeneizar a linguagem, o estilo de redação e garantir a coerência científica dos textos. O trabalho dos redatores é potencializado com o uso de uma ferramenta de edição de textos on-line, multi-usuário, acessada através de identificação por senha e conectada com o site por meio de um Sistema de Gerenciamento de Conteúdo (Content Management System – CMS). Os ilustradores do livro eletrônico são profissionais de computação gráfica que trabalham em áreas como infografia, vídeo e desenho 3D. Eles recebem o apoio de bolsistas de iniciação científica que desenvolvem pesquisas sobre a produção de vídeo para a Internet, técnicas de visualização científica, entre outros temas correlatos.

Temos em mente que a melhoria e fortalecimento do Ensino Médio brasileiro é um processo seqüencial: num primeiro tempo, é necessário introduzir novas formas de analisar problemas e estabelecer linhas de pesquisas centradas nas teorias científicas que sustentam a investigação científica sobre materiais, a capacitação dos professores é o primeiro passo para implementar estas idéias. Num segundo momento, deve-se disponibilizar amplo e farto material didático capaz de cobrir todas as áreas da disciplina científica, utilizando-se das novas mídias tanto para sua produção – através da utilização de softwares de computação gráfica – quanto para sua difusão, por meios digitais como a Internet e CD-ROMs. Para materializar este objetivo, resolvemos produzir um livro eletrônico cujo conteúdo é o de um curso básico de Ciências dos Materiais. Até onde sabemos, este é o primeiro curso completo sobre o assunto disponível gratuitamente na Internet, em língua portuguesa.

A escolha pela Ciência dos Materiais A Ciência dos Materiais(CM) está entre as principais áreas da investigação científica e tecnológica da atualidade, trata-se de uma ciência que se consolidou a partir da segunda metade do século XX, e que forneceu as bases tecnológicas da própria revolução digital: a tecnologia do silício e da sílica vítrea sustentam o contínuo aperfeiçoamento dos microprocessadores utilizados em computadores pessoais, das redes de fibras ópticas e das máquinas e/ou equipamentos científicos.

Desde os anos 60 a CM ampliou fortemente o seu raio de atuação e influenciou fortemente as ciências tradicionais: estima-se que um terço dos físicos trabalhem com Ciência dos Materiais(Jensen, 2002). Hoje em dia a literatura de divulgação e popularização desta ciência tem se encarregado de tornar a pesquisa e a descoberta de novos materiais cada vez mais visível e presente na mídia. Historicamente, pode-se sugerir mesmo que a CM é um retorno contemporâneo ao atomismo (Schrödinger, 1996) com sua ênfase no estudo da microestrutura dos materiais e na importância que dá à relação estrutura-propriedade.

As origens do sucesso da CM enquanto disciplina está em ser imediatamente apropriada pelo estudante



porque o mundo urbano do estudante é um mundo de materiais. A conexão imediata da Ciência dos Materiais com o cotidiano, é certamente, o principal ponto sobre como o ensino de teorias científicas pode ser apresentado e assimilado pelos estudantes. Ao unir conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, para descrever como “funcionam” os materiais inorgânicos e orgânicos e, mais recentemente a célula (Pollack, 2001), a CM consegue integrar, num corpo só, as mais importantes teorias científicas já propostas. Estas teorias científicas são ensinadas, hoje, separadamente no Ensino Médio brasileiro como disciplinas de Química, de Física e de Biologia. Os professores talentosos dessas disciplinas sabem que o valor maior que passam para os adolescentes, quando transmitem as teorias científicas, é a postura crítica que a atividade científica ensina aos jovens. A Ciência dos Materiais (CM) introduz outro elemento positivo: mostra que os problemas do mundo real, além de demandarem uma atitude necessariamente crítica para serem investigados, são multidisciplinares por natureza. Não se trata mais de mostrar como uma Ciência é importante, pois fica evidente que sem a junção dos conhecimentos das várias disciplinas não é possível sequer descrever adequadamente nem mesmo a origem da incrível capacidade de aderência da pata da largatixa (Cardoso, 2007). O caráter integrador da CM potencializado pelas novas mídias facilitará, acreditamos, a difusão e o aprendizado das teorias científicas hoje organizadas em disciplinas específicas.

Redação on-line e multi-usuário em Ciência dos Materiais

A tarefa de redação do livro eletrônico é executada através de um sistema de redação on-line e multi-usuário. Os redatores envolvidos no projeto são cadastrados no sistema e recebem uma identificação com senha para atualização do conteúdo em tempo real na Internet, a partir disso, eles podem trabalhar de maneira independente e geograficamente distantes. Como os textos são atualizados na Internet em tempo real, o editor geral pode ter controle instantâneo do conteúdo inserido no site, podendo fazer modificações e sugestões a partir do que foi escrito pelos redatores.

O sistema de administração do conteúdo foi criado utilizando-se a linguagem PHP (Personal Home Page

Tools) – uma linguagem de programação para páginas web dinâmicas – e o sistema de banco de dados MySQL (My Structured Query Language), ambos softwares livres e bastante difundidos entre programadores de sistemas para Internet. Uma especificidade da redação de textos científicos on-line é que muitas vezes eles precisam conter fórmulas matemáticas com caracteres não suportados pelo padrão de texto em HTML (Hypertext Markup Language) a linguagem predominante para a criação de páginas para Internet. Como solução para este problema desenvolveu-se uma ferramenta de edição de textos para a administração do banco de dados on-line que incorpora um aplicativo de código aberto capaz de transformar notações de texto escritos em padrão Latex em imagens formato GIF (Graphics Interchange Format) automaticamente inseridas no HTML.

O processo de redação do livro eletrônico teve como objetivo fornecer, em seu conjunto, os conhecimentos essenciais sobre atomística e termodinâmica necessários para se descrever o comportamento dos principais materiais produzidos pelo homem. No primeiro bloco de capítulos, o conteúdo aborda a estrutura atômica, a organização dos átomos em estruturas cristalinas e não-cristalinas, as fases, suas transições e seus diagramas.

Esta parte inicial termina com um capítulo mostrando que os principais materiais produzidos pelo homem tais como o aço, os vidros, os polímeros, etc, são materiais, que, do ponto de vista da termodinâmica, chamamos de materiais longe do equilíbrio termodinâmico. A segunda parte inicia-se com um capítulo que discorre sobre as leis básicas da Termodinâmica; nos capítulos seguintes, a abordagem termodinâmica é desenvolvida para auxiliar na interpretação dos fenômenos que ocorrem na superfície dos materiais, na sinterização e na mudança de fases. Finalmente dois capítulos introduzem os conceitos básicos de corrosão e oxidação dos materiais.

Produção de visualizações científicas multimídia em Ciência dos Materiais

Pudemos testemunhar em nossa sociedade um desenvolvimento tecnológico com base científica tão vigoroso que atualmente só pode ser “ilustrado” através de imagens mais sofisticadas, que incorporem, por



exemplo, animações interativas ou simulações 3D. Seja para fins pedagógicos ou científicos, as teorias contemporâneas perdem informações essenciais quando visualizadas em representações bidimensionais e estáticas. Os arranjos tridimensionais de átomos no espaço, a estrutura de polímeros, as imperfeições que podem ocorrer em sólidos cristalinos são conceitos fundamentalmente tridimensionais e só podem ser apreendidos como tais. Para se ilustrar o livro eletrônico em Ciência dos Materiais foram utilizadas diferentes mídias digitais produzidas no LMDM: fotografias, vídeos, gráficos interativos, animações e imagens tridimensionais. Cada uma das diferentes mídias teve um papel específico na transmissão do conteúdo. Fotografias e vídeos foram usados para registrar experimentos desenvolvidos no laboratório, além de fenômenos físicos ou químicos passíveis de serem fotografados. Várias imagens publicadas no site são micrografias eletrônicas e a divulgação dessas imagens para alunos e professores do ensino médio permite o acesso a um material visual obtido por equipamentos de alto custo e raramente acessíveis a este público específico.

Gráficos interativos e animações foram desenvolvidas utilizando-se as tecnologias Adobe Flash e Director (softwares para criação de conteúdo interativo multimídia) e constituem a maior parte das ilustrações do livro eletrônico. A flexibilidade e acessibilidade dessas ferramentas permitiram a produção de imagens tão diversas quanto a representação interativa de gráficos e equações, tabela periódica, estruturas cristalinas, animações sobre as Leis da Termodinâmica, etc. Já as imagens tridimensionais foram produzidas no software Autodesk Maya (software de modelamento 3D) e são exibidas on-line através do Adobe Shockwave Player (software plug-in para exibição de conteúdo produzido no Adobe Director). O uso de uma ferramenta 3D para Internet permitiu que assuntos fundamentalmente dependentes de visualização tridimensional, como estruturas cristalinas, dentre outros já citados, pudessem ser didaticamente apresentados na Internet, alguns deles provavelmente pela primeira vez.

Conclusões No momento atual do projeto de produção do livro eletrônico, fase final de revisão e divulgação de resultado, podemos confirmar a hipótese

inicial: o livro impresso é, de fato, extremamente limitado para descrever conceitos científicos do conteúdo de um curso em CM. O uso de ferramentas de produção multimídia trouxe, portanto, significativas vantagens para a representação de teorias científicas derivadas do atomismo e da termodinâmica. O uso da Internet como meio para publicação do livro eletrônico permitiu que, desde sua disponibilização on-line há cerca de um ano, houvesse aproximadamente 150.000 acessos livres e gratuitos de estudantes, professores e interessados no conteúdo desenvolvido pelo projeto. E a distribuição de 2.000 cópias em CD-Rom do livro eletrônico para escolas públicas, prevista para os próximos meses, irá reforçar o objetivo de aprimoramento do Ensino Médio brasileiro, cujos estudantes e professores são o público-alvo do projeto “Ciência dos Materiais no Ensino Médio e na Escola Profissionalizante”.

Referências

Brophy, J.H. ; Rose R M ; Wulff, J : 1964, *The Structure and Properties of Materials*, Thermodynamics of Structure, Wiley, Nova Iorque. / Cardoso, A V (ed.) ; Paula I S B R ; Araújo L R ; Oliveira L H B ; van Stralen M S ; site <http://www.cienciadosmateriais.org/index.php?acao=exibir&cap=17> acessado em 21/04/2007. / Jensen P : 2002 : *Matériaux Rebelles*. La Recherche hors de série. 2002;9, pp. 22-27. / Moffatt, W G ; Pearsall, G W ; Wulff, J : 1964, *The Structure and Properties of Materials*, Structure, Wiley, Nova Iorque / Pauling, L : 1988, *General Chemistry*, Ed. Dover Publications, Nova Iorque. / Pollack, G. H. : 2001, *Cells, Gels and the Engines of Life*, Ebner and Sons Publishers, Seattle. / Popper, K : 1998, *The World of Parmenides-essays on the presocratic enlightenment*, Routledge, Londres. / Popper, K (trad.) : 1999, *Conhecimento Objetivo - uma abordagem evolucionária*, Ed. Itatiaia, Belo Horizonte. / Sadoway D R : *Materials Science as a vehicle for teaching mainstream chemistry*, site <http://web.mit.edu/dsadoway/www/94.pdf> acessado em 14/04/2007. / Schrödinger, E : 1996, *Nature and the greks and science and humanism*, Cambridge Univ. Press, Inglaterra. <http://www.wikipedia.org> acessado em 05/05/2007.

Agradecimentos Os autores agradecem o financiamento da FINEP, convênio 01.05.0256.00.

Keywords: Livro eletrônico; ciência dos materiais; redação online; ensino médio

