

PRODUÇÃO DE MÓDULOS DE FÍSICA NO PROJETO “RED INTERNACIONAL VIRTUAL DE EDUCACIÓN”

Cesar A. A. Nunes^a (cnunes@futuro.usp.br)

Flávio A. Campos^b (flaviocampos@mec.gov.br)

Sebastião I. Portela^c (profsebastiao@yahoo.com.br)

^aEscola do Futuro da USP e Oort Tecnologia

^{b,c}ProInfo/SEED - Secretaria de Educação a Distância do MEC

São apresentados os primeiros módulos educacionais produzidos no âmbito do projeto Red Internacional Virtual de Educación que conta com a participação de quatro países latino-americanos. Os módulos foram produzidos por uma equipe multidisciplinar composta de físicos, designer instrucional, especialista em uso de informática na educação, programadores e webdesigner. É apresentada a estratégia de produção que permite comentários e retroalimentação das equipes dos países participantes bem como controle de qualidade. Os produtos apresentados mostram uma nova categoria dos chamados “objetos de aprendizagem” que permitem reutilização dos recursos usando diferentes estratégias pedagógicas bem como a adaptação para diferentes realidades. A concepção e a produção dos módulos educacionais seguem a organização proposta na Educational Modelling Language. São discutidas as estratégias de distribuição e uso dos módulos educacionais nas escolas públicas, ressaltando os papéis dos alunos e professores.

O PROJETO “RED INTERNACIONAL VIRTUAL DE EDUCACIÓN – RIVED”

No ano de 1999 vários países da América Latina com o apoio do Banco Interamericano de Desenvolvimento conceberam um projeto para o incentivo ao ensino de ciências no nível médio. A base da proposta é o reconhecimento da importância da ciência na formação de cidadãos preparados para viver no mundo atual. A idéia de formação científica colocada no projeto incorpora tendências modernas de educação onde os alunos têm papel ativo e oportunidades para desenvolver o raciocínio colocando em prática, em tarefas autênticas, o conhecimento adquirido. No documento original de concepção do projeto (disponível em <http://www.rived.org>) a concepção de ensino proposta deve ser tal que envolvam os alunos e as tarefas em atividades “mind-on, hands-on e reality-on” (contemplam a “mente, as mãos e a realidade”).

Um ensino envolvente como o planteado nessa proposta depende de novos materiais e visão moderna de ensino. Por isso o RIVED contempla uma fase inicial de produção de material, de capacitação de professores e de preparação de infraestrutura em escolas. O material a ser produzido necessariamente faz uso de novas tecnologias. A idéia original foi desenvolver uma fase piloto de quatro anos que envolvesse tanto a preparação quanto o teste em escolas piloto das inovações propostas antes de partir para escalas maiores. A fase piloto poderia contar com até cinquenta escolas em cada um dos países participantes. Atualmente os países consorciados para o projeto são: Argentina, Brasil, Peru e Venezuela. Há conversações para a inclusão de novos países. As áreas de conhecimento envolvidas são: biologia, física, matemática e química.

Uma das principais idéias do projeto é o trabalho colaborativo dos países, seja na produção do material, seja na troca de experiências de uso. Como a produção de material incorpora a utilização de novas tecnologias e estas não estão bem testadas e adaptadas para as diferentes realidades dos países latino-americanos, é necessária intensa troca de experiências também na fase de produção do material. O objetivo é que os mesmos materiais produzidos por um país possam ser utilizados nos outros países participantes do projeto. Por um lado essa reutilização barateia bastante o processo de produção, por outro, traz complicações quanto à diversidade cultural e às diferentes concepções pedagógicas vigentes nos diferentes países.

O RIVED foi assinado por órgãos governamentais ligado aos ministérios de educação em cada um dos países. No Brasil, é um projeto oficial do Ministério da Educação contando com a participação das Secretarias de Ensino Médio e Tecnológico e de Educação a Distância através do ProInfo.

A EQUIPE E O PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS MÓDULOS

A produção de material que viabilize o ensino nas áreas contempladas no projeto, garantindo o envolvimento ativo dos alunos e contemplando aplicações reais, depende de acordos entre os países sobre a concepção e utilização pedagógica desse material. Cada país participante formou uma equipe contendo dois especialistas de cada uma das áreas contempladas (biologia, física, matemática e química), pelo menos um web designer, um designer instrucional, e pelo menos um programador. Para que essa equipe fosse capaz de fazer bom uso de material multimídia ela foi capacitada quanto aos objetivos do projeto e quanto às possibilidades de produção e reutilização de material já existente.

O modelo proposto para permitir a reutilização de material por outros países foi a divisão do currículo em módulos. Cada país fez um mapeamento do currículo das quatro áreas em módulos e houve um encontro para uma tentativa de padronização dos mapeamentos. Vários assuntos eram comuns nos quatro países, entretanto, a ênfase, a profundidade tratada e a abordagem pedagógica nem sempre combinavam. Foi estabelecido um mapeamento satisfazendo as concepções gerais dos países e os pontos mais divergentes ficaram para ser trabalhados por cada país. Como um exemplo, o tópico “física moderna” encarado como importante e merecedor de um módulo pelo Brasil e Venezuela não era consenso e ficou acertado que seria desenvolvido conjuntamente por esses dois países apenas. É importante relatar que esse processo de mapeamento levantou inúmeras questões sobre concepções pedagógicas e de utilização do material que vieram a ser resolvidas mais tarde com uma nova concepção, não mais tão calcada nos módulos e sim em objetos de aprendizagem (Nunes, 2002a).

O processo de produção dos módulos seguiu inicialmente a seguinte padronização: cada equipe de produção trabalha num módulo diferente nas quatro áreas; a) elaboração de um documento chamado de “desenho geral do módulo” que conta em linha gerais como o assunto será tratado e quais serão os recursos utilizados; b) as equipes produtoras dos outros países recebem uma cópia digital desse documento e têm um tempo para enviar seus comentários sobre essa proposta; c) a proposta é revisada pelo país proponente, incorporando as sugestões dos outros países; d) cada equipe produtora elabora um documento mais detalhado, chamado de “blueprint” que contém em detalhes cada atividade a ser desenvolvida, explicitando objetivos, mídia utilizada, tempo de uso, tipo de interatividade, etc.; e) nova rodada de comentários e sugestões por parte dos outros países, com tempo limitado; f) elaboração de especificações de produção e guia de uso e do professor; g) fase de produção em si onde é feita toda a parte de programação e elaboração de interfaces gráficas; h) nova rodada de comentários e sugestões; i) testes com professores e alunos fora do ambiente escolar; j) teste no ambiente escolar.

Após a produção dos primeiros módulos esse modelo foi alterado em alguns aspectos importantes: a) o tempo para que cada país elabore e envie comentários e sugestões não pode ser rígido – cada país encontra-se em momentos distintos do trabalho e muitas vezes não é viável parar para ler e rever material de outra equipe, e há casos onde as idéias e sugestões aparecem posteriormente ao prazo dado -, a sugestão foi de deixar todo e qualquer material sempre aberto a sugestões e críticas: no caso da descoberta de falhas, estas são corrigidas no ato, no caso de

sugestões alternativas, estas são incorporadas em momentos oportunos e o material passa a ter mais de uma apresentação possível; b) os módulos ganharam flexibilidade com a concepção de que cada módulo é composto por um conjunto de atividades e estas são construídas com a ajuda de objetos de aprendizagem (Koper, 2002); c) qualquer módulo pode ter mais de uma apresentação – o professor escolherá a que mais lhe convém -, criando assim a possibilidade de reaproveitamento de atividades e objetos de aprendizagem para a adequação a diferentes culturas e concepções pedagógicas; d) os primeiros documentos trocados entre os países para comentários e sugestões já contém um nível de detalhamento que permite entender a fundo qual será a concepção pedagógica e que materiais serão utilizados no módulo.

Do ponto de vista de reutilização material que já foi produzido, seja como exemplo para novas produções, seja como referências cruzadas facilitando uma visão menos fragmentada do conhecimento, é necessário que se estabeleça uma padronização para a catalogação. Atualmente vários projetos educacionais internacionais adotam o esquema de metadados do IMS (LOM, 2002). Como a quantidade de material produzida por todos os países é grande e as possibilidades de troca entre eles e com outros projetos tende a aumentar, foi criado um grande banco de dados para armazenar os recursos produzidos. Estes são catalogados como objetos de aprendizagem (Wiley, 2000) e podem ser de vários tamanhos, mídias e formatos (imagens, fotos, animações, simulações, textos, atividades, etc.). Os bancos de dados seguem a padronização de repositórios de objetos de aprendizagem (IMS 2003 a,b,c).

A experiência de produção dos primeiros módulos mostrou ainda que o grande diferencial que o RIVED pode oferecer em relação a outros projetos são as atividades que envolvem o uso de objetos de aprendizagem interativos. Para maximizar a produção desses objetos foi decidido que os módulos apenas as atividades que fizessem uso de tais recursos seriam desenvolvidas. Tipicamente um módulo contém de três a cinco atividades que se valem de objetos de aprendizagem. Essas seriam as atividades que dependeriam dos computadores. As outras atividades que completariam a proposta do módulo são apenas listadas mas não são desenvolvidas em detalhes (no caso de atividades contendo objetos de aprendizagem desenvolve-se guia do professor, guia de uso e todo material de apoio, p. ex. para avaliação).

EXEMPLOS DE PRODUTOS

Um dos módulos produzidos pela equipe brasileira de física no RIVED é sobre a importância dos instrumentos de medida e a necessidade de padronizações sobre unidades.

"Seguindo a concepção do projeto, os alunos são motivados a utilizar eles mesmo os instrumentos de medida e a discutir seus usos. No desenvolvimento desse módulo uma das primeiras atividades parte do conhecimento dos alunos, e da diferença de visão que eles tem do assunto, para criar a motivação para os desdobramentos posteriores (Wiske, 1998).

Essa atividade inicial é sobre que “coisas” e fenômenos são mensuráveis. Aproveitando a provável existência de pelo menos um computador para cada dois alunos nas escolas piloto do projeto, uma dupla de alunos utiliza um computador para preencher uma tabela com duas colunas: uma para objetos ou fenômenos que eles consideram mensuráveis, a outra para os não mensuráveis. Os alunos já sabem que na verdade estão preparando um desafio para outra dupla: após o preenchimento dessa tabela – com uma dupla em cada computador – eles trocam de computadores e a tela seguinte que se vê em cada computador compõe-se do conjunto de palavras escritas pela dupla anterior e que deve ser arrastada para as caixas de mensuráveis e não mensuráveis. Após a classificação pela segunda dupla aparecem na tela as palavras que concordam e as que se diferenciam da classificação original. As duplas são então convidadas a discutir e tentar uma convencer a outra sobre qual classificação estaria mais correta. Palavras como cansaço, depressão, reflexo, ... podem causar boas discussões. Como as idéias e explicações iniciais partem dos próprios alunos, eles já iniciam classificações e propostas de instrumentos que poderiam ser usados para medidas. Dessa maneira o começo do módulo torna-se algo motivador para os alunos.

O mesmo tipo de “classificação” partindo dos alunos, com a preparação de uma lista e utilização por outra equipe, foi utilizada agora em forma de jogo numa atividade sobre tipos de movimentos. Nesse módulo, sobre movimentos, a idéia era que os alunos chegassem às classificações dos movimentos quanto à translação, rotação e combinação dos dois, sem que isso fosse dado de antemão. Novamente, através dos próprios exemplos deles e de suas discussões espera-se que a necessidade de organização dessa maneira apareça naturalmente. Esse tipo de objeto de aprendizagem, os classificadores onde um aluno prepara a situação para o seguinte, já havia sido utilizado anteriormente e com sucesso no projeto Laboratório Didático Virtual. Na verdade, nesse projeto leva-se em conta os resultados obtidos previamente por Harel e Papert (Harel, 1991) sobre

os ganhos educacionais que se obtém quando o aluno aprende “construindo” e o papel do aluno passa a ser o do criador de simulações (Nunes, 2002b).

Um tipo de animação bastante interessante foi utilizado no módulo sobre movimentos. O fato do computador permitir que se faça uma simulação errada de uma situação real normalmente é usado para ressaltar os perigos do mau uso dessa mídia. Entretanto, essa mesma possibilidade pode ser usada em favor da aprendizagem. Os movimentos são regidos por leis de conservação. Muitas vezes essas leis não são de conhecimento dos alunos. Entretanto, quando se observa um movimento construído artificialmente (através de uma simulação) para não seguir essa lei, se observa que há algo de estranho. No caso do módulo sobre movimentos foi construída uma atividade onde o aluno observa vários fenômenos (deslocamentos e choques) e precisa dizer quais são os possíveis. Dessa maneira é explícito que o computador foi usado para criar algumas situações impossíveis e o alunos precisa desenvolver seus argumentos para poder explicar com precisão o que ocorre.

Logicamente da mesma maneira que se pode criar simulações de movimentos irreais, pode-se criar simulações de movimentos ideais de maneira a explicitar as leis físicas. Isso foi feito no caso do módulo sobre movimentos, onde uma simulação do choque entre patinadores foi construída. Essa simulação permite que os alunos sigam passo a passo uma linha de raciocínio e experimentação para chegar à conclusão que a quantidade de movimento deve ser conservada. Para isso é possível testar diferentes tipos de choques (um patinador parado e outro em movimento, os dois parados e se empurrando, os dois em movimento em sentidos opostos) com massas iguais e diferentes. Um sistema de perguntas e respostas com feedbacks no caso de erros e possibilidade de visualizar novamente as experiências garante que os alunos levem em conta todas as variáveis do problema e cheguem mesmo à expressão quantitativa da quantidade de movimento e comprovem numericamente sua conservação.

Um último exemplo que vale a pena ser citado é o do uso de um teodolito para a realização de medidas. A atividade onde o teodolito é utilizado aparece de maneira contextualizada – o aluno faz o papel de um engenheiro que precisa construir uma ponte sobre um lago, conforme mostrado na figura 1. Vale lembrar que recentemente a cidade de Brasília passou por discussões bastante polêmicas sobre uma nova ponte que foi construída sobre o lago Paranoá.



Figura 1. Tela inicial da simulação onde se realiza uma medida usando um teodolito.

O aluno vê uma apresentação de como funciona um teodolito e pode utilizá-la na simulação. Conforme ele o aponta para diferentes direções há a possibilidade de registrar os ângulos. Há uma medida de referência que é a diagonal da quadra que permitirá que o aluno utilize as relações do triângulo retângulo para achar a distância pretendida. Em todas as telas foi construído um sistema de feedbacks para ajudar o aluno a não parar em becos sem saída e ao mesmo tempo chamando a atenção para os pontos relevantes. Essa atividade pode ser classificada como “descoberta guiada”. Ao final, o aluno é convidado a fazer um relato para ensinar outro “engenheiro” a utilizar um teodolito em outras situações. Logicamente a coleta de dados dos passos do aluno na utilização de simulações pode ser um poderoso e útil instrumento de avaliação. Essa vertente tem sido explorada recentemente em alguns projetos de avaliação (Nunes, in press).

Esse caso é emblemático da necessidade de flexibilização dos conteúdos para adaptação a diferentes realidades. O fato da construção de uma ponte sobre um lago ser importante para os habitantes de Brasília não garante que o mesmo seja verdade para alunos de outras cidades. A construção dessa simulação está sendo refeita seguindo uma técnica que permite separar todas as figuras e textos que aparecem na simulação em arquivos externos (arquivos .xml). Esses arquivos são lidos no momento em que a simulação roda e portanto é fácil trocar a imagem de fundo (no caso trocar o lago por, por exemplo, um precipício). Uma das utilizações mais poderosas nesse caso é tornar o aluno um co-produtor da simulação. Ele pode alterar a imagem de fundo, as instruções, os pontos de referência, os feedbacks e a correção dos resultados finais de maneira a permitir que outro

usuário utilize uma simulação totalmente nova. Para esse aluno que prepara a simulação trata-se de um problema aberto e ele inclusive começa a desenvolver sua metacognição (começa a pensar nos próprios processos de pensamento e como outro aluno pensará quando estiver resolvendo o problema e necessitar de dicas e feedbacks), o que se sabe ser extremamente importante no processo de aprendizagem (Brasford, 2000). Outra possibilidade é o próprio professor pensar em atividades que sejam desafiantes para seus alunos. O envolvimento do professor na preparação das atividades e do material para seus alunos pode ser um grande diferencial (Demo, 1996).

USO NAS ESCOLAS

Os módulos desenvolvidos (três de cada disciplina) pela equipe brasileira recém começam a ser testados por professores e alunos. Uma vez que as concepções pedagógicas das atividades são em muitos casos diferentes daquelas comumente adotadas e como a maioria dos professores não tem familiaridade com a utilização dos computadores nesse tipo de proposta, faz-se necessária uma capacitação prévia. O projeto ainda não chegou ao estágio de oferecer cursos de capacitação, entretanto contatos com várias escolas já foram feitos e estão sendo feitos teste de algumas atividades já desenvolvidas.

A distribuição do material será gratuita com acesso via Internet. Foi criado um sistema de distribuição que permite que um professor navegue pelo site do projeto e, através de buscas e utilização do sistema de catalogação com metadados, encontre facilmente o que necessita. O sistema facilita a utilização dos módulos como um todo ou simplesmente uma ou várias atividades que compõem o módulo. Está sendo desenvolvido também um sistema que possa auxiliar o professor a integrar os módulos com seu sistema de administração de curso (classes, alunos, notas, ...) e que permita inclusive fornecer dados de utilização dos módulos aos coordenadores do projeto RIVED.

REFERÊNCIAS

Bransford, J.D. et al (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school*. Expanded Edition. 2000 The National Academy of Sciences. Disponível em <http://www.nap.edu/openbook/0309070368/html/18.html>

Demo, P., (1996) *Educar pela Pesquisa*, Editora Autores Associados, pgs. 101-103, 3ª edição, Campinas.

Harel, I., Papert, S. Software Design as Learning Environment. In Harel, I. and Papert, S. (eds.). *Construcionism*. (Norwood 1991), 41-84.

IMS Learning Resource Meta-data Specification. Disponível em <http://imsproject.org/metadata/index.cfm>.

IMS Digital Repositories Interoperability (2003a) – Core Functions Information Model, K.Riley and M.McKell, Version 1.0, IMS, January 2003.

IMS Digital Repositories Interoperability (2003b) – Core Functions XML Binding, K.Riley and M.McKell, Version 1.0, IMS, January 2003.

IMS Digital Repositories Interoperability (2003c) - Core Functions Best Practice Guide, K.Riley and M.McKell, Version 1.0, IMS, January 2003.

Koper, R. (2002). *Educational Modelling Language: adding instructional design to existing specifications*. Disponível em http://www.rz.uni-frankfurt.de/neue_medien/standardisierung/koper_text.pdf

LOM – IEEE P1484-12-1-2002 (2002) Learning Object Metadata Standard, Learning Technology Standards Committee.

Nunes, C.A.A., Gaible, E. (2002a) Development of Multimedia Materials. In *Technologies for Education: Potentials, Parameters, and Prospects*. Haddad, W. D. and Draxler, A. (eds) (UNESCO 2002), 94-117.

Nunes, C.A.A. (2002b). *Collaborative content creation by cross-level students*. Apresentado no 2th International Conference on Open Collaborative Design for Sustainable Innovation: Creativity, Control & Culture for Sustainable Change, Bangalore, India, 1-2 December 2002.

Disponível em [http://thinkcycle.media.mit.edu/thinkcycle/main/development by design 2002/publication](http://thinkcycle.media.mit.edu/thinkcycle/main/development%20by%20design%202002/publication)

[collaborative content creation by cross level students/](http://thinkcycle.media.mit.edu/thinkcycle/main/development%20by%20design%202002/publication)

Nunes, C.A.A., Nunes, M.M.R., Davis, C., (in press) “Assessing the inaccessible: metacognition and attitudes”. A ser publicado em *Assessment in Education, Special Issue – Assessment for the Digital Age*, McFarlane, A., Baker, E.L. (Eds.).

Wiley, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. Em D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version* (2000). Obtido em 10/15/2002, da World Wide Web: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Wiske, M.S. What is Teaching for Understanding? In Wiske, M.S. (ed.) *Teaching for Understanding: Linking Research to Practice* (Jossey-Bass 1998) 61-86.