



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

UM REPOSITÓRIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM EM JAVA PARA O ENSINO A FÍSICA COM CÓDIGO ABERTO, SUBSIDIANDO FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES.

Fretz Sievers Junior - fretz@comp.ita.br,

Marcos Vogler , vmarcos@fis.ita.br,

José Silvério Edmundo Germano, silverio@fis.ita.br

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Física – IEFF

Pç. Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos – SP

Milton Cimatti Junior, m.cimatti.jr@uol.com.br

UBC – Universidade de Braz Cubas, Departamento de Engenharia de Controle de Automação
Av. Francisco Rodrigues Filho, n 1233 – , 08773-380, Mogi Das Cruzes – SP

Resumo: *O trabalho trata-se sobre o desenvolvimento e documentação de objetos de aprendizagem em Java (applets) para física, apresentando um repositório de applets documentado através da Linguagem Unificada de Modelagem (UML). Utilizamos o documentador JavaDoc que se encontra na linguagem JAVA. A idéia principal é que o aluno possa além de aprender o assunto ilustrado dos objetos de aprendizagem criados, permita também estudar é aprender como os objetos de aprendizagem foram desenvolvidos, pois esses alunos podem ter o perfil de futuros designer instrucional para criação de novos objetos de aprendizagem. Oferecemos um repositório de applets documentado, onde ele poderá além de obter o código fonte, terá acesso a documentação instrucional e de desenvolvimento e terá condições de propor um novo objeto de aprendizagem. Essa documentação irá implicitamente introduzir uma linguagem de programação orientada a objetos. Neste nosso modelo, caso o aluno não tenha nenhuma experiência com programação ele poderá ter acesso a tutoriais da linguagem, pois este modelo se baseia no modelo do aluno autonomo que propicia espaço para o desenvolvimento da aprendizagem independente sendo um objetivo ambicioso mas também promissor. Os estudantes não apenas organizam a aprendizagem por si mesmo, como no modelo por correspondência, como também assumem tarefas curriculares, pois são responsáveis pelos propósitos e os objetivos, para a seleção de conteúdo.*

Palavras Chaves: Ensino a Distância, Applets em Java, Documentação UML, modelo aluno autônomo.

1. INTRODUÇÃO

Muitos cursos oferecidos de forma tradicional, ou chamados presenciais e liderados por instrutores, tem sido cogitados para serem convertidos para a forma eletrônica, com a finalidade de serem ministrados a distância, ou seja com alunos separados fisicamente entre si, separado dos professores e fora dos limites geográficos do estabelecimento da educação.

A opção por se ministrar ou cursar um programa de ensino a distância considera inumeros aspectos, entre os quais deve ser destacados:

- 1 - o aspecto econômico, referente tanto à parte dos alunos quanto dos instrutores e instituições de ensino e que podem estar associados à abrangência geográfica e mercadológica, custo de transporte, estadia, etc;
- 2 - os aspectos da padronização da forma e do conteúdo dos cursos;
- 3 - aspectos sociais, expressos na preocupação dos governos em levarem o ensino aos lugares mais distantes dos grandes centros urbanos;

Partindo de uma preocupação com a melhoria do processo de ensino, o Departamento de Física do ITA vem desenvolvendo o conceito de criação de objetos de aprendizagem para o ensino de física, e alavancando uma cultura para aplicação e desenvolvimento desses objetos nos cursos de graduação do ITA no ensino fundamental, o qual envolve alunos dos dois primeiros anos dos cursos de Engenharia.

No presente trabalho são abordados os conceitos e características dos Objetos de Aprendizado Reutilizáveis (*Reusable Learning Objects* ou simplesmente, Learning Objects – RLOs ou LOs), os quais vêm sendo apontados pela literatura como uma solução eficiente para os problemas de padronização e baixo custo de desenvolvimento de conteúdo instrucional. Para a criação dos objetos, documentação das classes e modelagem, utiliza-se a Linguagem de Modelagem Unificada (UML). Para a criação dos objetos de aprendizagem em si, no caso as applets, utiliza-se linguagem JAVA e o seu utilitário javadoc para a criação da documentação do código fonte.

Este processo tem por finalidade possibilitar que estudantes, tanto iniciantes quanto em níveis mais avançados, possam ter acesso aos códigos fonte, devidamente documentados.

Entretanto, o usuário terá que fazer uma auto-avaliação sobre o seu conhecimento sobre linguagem de programação e modelagem, para que possa entender o conteúdo no caso de um iniciante; pensando neste problema é que será criado um tutorial para o entendimento dessas applets. Caso o usuário tenha um nível aceitável de conhecimento ele poderá baixar o pacote com modelagem, documentação e os códigos fontes para seu estudo, além de toda parte conceitual sobre o assunto que o objeto de aprendizagem exemplifica.

2. MODELO DE ESTUDO AUTÔNOMO

O ambiente de ensino digital, com todas as suas novas formas de trabalho, impressiona mais pelo fato de possibilitar o estudo autônomo em referência ao ensino a distância. Há muito, o estudo autônomo é um desiderato tanto para o ensino presencial quanto para o ensino à distância, principalmente em virtude da dominância do tradicional método do ensino expositivo e da superlotação nas universidades. No entanto, a concretização desse ideal didático sempre se revelou especialmente difícil. Sua atual fundamentação teórico-didática faz com que essa forma de estudo se torne uma aspiração ainda mais intensa. Segundo a concepção do estruturalismo radical (Siebert 1996,16), não é possível transmitir ao ser humano realidade por meio de ensinamento, porque essa sequer existe. Pelo contrário, realidade é algo que o ser humano constrói, por si mesmo, ao trabalhar, ativamente e de modo perfeitamente individual, informações e experiências. Aprender, portanto, é concebido como construção e modificação de estruturas individuais de saber, de comportamento e experiência.

Quem está comprometido com essa compreensão de aprendizagem também não pode entender o estudo acadêmico de outro modo senão como um processo individual e autodirigido de busca e construção. Em todo caso, o tradicional modelo de exposição e recepção da aprendizagem pouco se presta para isso. Na verdade, caso os estudantes se decidirem por um curso programado, o ambiente de ensino digital os conduz com rédeas curtas. Ao lado disso, porém, se abre um espaço incomensuravelmente grande para formas do estudo autônomo e autodirigido. Disso citamos apenas alguns exemplos segundo Peters (2003):

- Em virtude de sua grande e ampliada capacidade de armazenamento de dados, o ambiente de ensino digital pode desonerar a memória dos estudantes e, desse modo, facilitar a aprendizagem e abrir novas dimensões para o estudo.
- Pode possibilitar o acesso a um grande número de informações e colocar diante dos olhos, com o toque numa tecla, informações de bancos de dados. Em consequência disso, os estudantes autônomos encontram-se num paraíso de informação jamais conhecido anteriormente.
- Oferece condições favoráveis para comparações, testes e avaliações autônomas das informações à disposição, uma atitude didática negligenciada no ensino expositivo, mas que aqui tem que ser cuidadosamente desenvolvida e ampliada conscientemente. Um ponto de vista essencial é a importância que essas informações podem ter para o próprio processo de aprendizagem. Outro ponto de vista é o status teórico-científico e metodológico de uma informação.
- O rápido acesso às informações é, além disso, a premissa para a seleção e a estruturação das informações apropriadas, bem como para sua transformação em saber. Nisso se revelará como necessário ter, sempre em mente a estrutura de saber elaborada e de adequá-la às novas informações e experiências. Com o decorrer do tempo, os estudantes acumulam, nesse contexto, experiências no criar, modificar e comunicar, bem como no armazenar e localizar do saber elaborado.
- Oferece aos estudantes a possibilidade de desenvolverem estratégias de pesquisa individuais e de otimizá-las constantemente, com as quais localizam respostas a perguntas que surgem durante o estudo.

- Pode ser útil na solução de fórmulas matemáticas simples.
- Possibilita e facilita a confecção de gráficos a fim de ilustrar assuntos abstratos e relações numéricas para seu próprio processo de aprendizagem, de modo fácil e eficiente para si mesmos e para outros.

3. DEFINIÇÕES DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM (LO's):

Existem muitas definições para objetos de aprendizagem reutilizáveis (*Learning Objects* ou *Reusable Learning Objects* – LO ou RLO), mas existe um consenso em torno do conceito básico de porções *reutilizáveis* de *conteúdo instrucional*. A indústria de multimídia lutou por uma definição de LOs por anos, antes que a necessidade de uma definição formal que diminuísse diante do entendimento desse conceito pela indústria, entendimento este que foi considerado mais importante que a definição em si. Três definições estão a seguir.

Um objeto de aprendizagem ou objeto de aprendizagem reutilizável, segundo JACOBSEN(2002) é uma coleção reutilizável de material usado para apresentar e dar apoio a um único objetivo de aprendizagem ou um *pequeno componente instrucional* que pode ser usado para suportar o aprendizado em ambientes diferentes ou ainda pelo IEEE(2002) qualquer entidade, digital ou não-digital (física), que pode ser usada para aprendizado, educação ou treinamento. Um pequeno componente instrucional é um módulo ou lição que se propõe a ensinar um conceito específico, fato, procedimento, processo ou princípio. Ambientes diferentes implicam que um objeto de aprendizagem pode ser usado em sistemas de gerência de aprendizado (Learning Management Systems – LMS) ou sistemas de gerência de conteúdo de aprendizado (Learning Content Management System – LCMS) diferentes.

Todavia, para a criação de objetos de aprendizagem, consome-se um tempo considerável, além de custos necessários com uma equipe capacitada para tal feito. Mas, analisando a relação custo-benefício, obviamente chega-se a um consenso de que estes objetos são merecedores desses requisitos, já que podem ser utilizados em qualquer instante e ambiente que possua acesso à Internet ou em outras mídias como em CD-ROM (neste caso não utilizando um LMS em conjunto), e podem ilustrar tópicos de matérias de física que são difíceis de serem demonstradas apenas com recursos didáticos tradicionais (quadro de giz).

4. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM (LO's)

Para a criação dos objetos de aprendizagem, neste trabalho, foi utilizado o modelo cascata (JAMES, 2006) que descreve uma seqüência de atividades do ciclo de vida de um software, começando pela exploração de conceitos e concluindo com uma manutenção e uma inevitável substituição. Nesse modelo acrescentamos nossas necessidades para o desenvolvimento dos LO's. Os requisitos e exploração de conceitos tem como ponto principal *o que* conhecemos sobre os recursos básicos da solução de um problema. Isso significa identificar e descrever as atividades e atributos básicos de um sistema. Os resultados de atividade do modelo em cascata fornecem um feedback para as fases anteriores. Uma vez que a solução de um problema tenha sido encontrada, os desenvolvedores de softwares passam a se preocupar em determinar *como* o Objeto de Aprendizagem está construído de forma que funcione corretamente e possua qualidades necessárias. Nos estágios finais deste modelo cascata, o ponto mais importante é a operação do sistema. Cada uma das atividades do modelo fornecem um feedback para os

desenvolvedores responsáveis pelas atividades anteriores. Idealmente esse feedback estimula a melhoria e a evolução do software. A figura 1 mostra o modelo adotado.

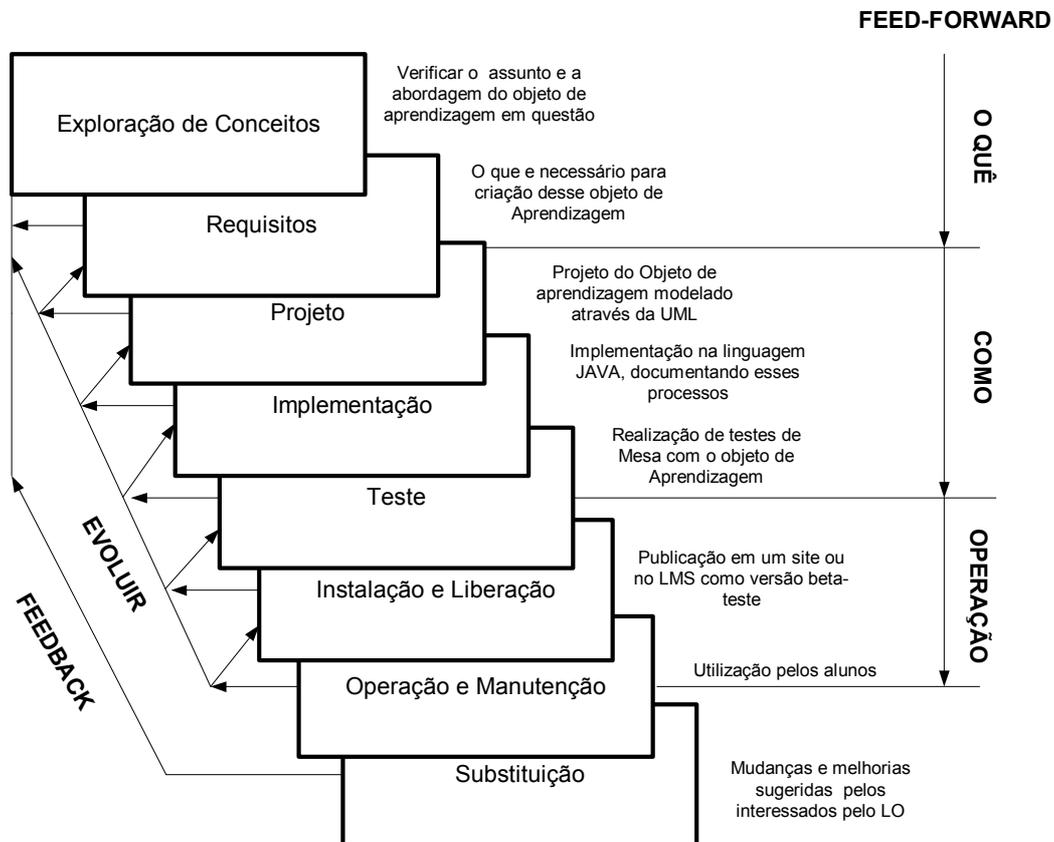


Figura 1 – Modelo de processo no desenvolvimento dos LO's

4.1 EXPLORAÇÃO DOS CONCEITOS

Nessa atividade, é feito um levantamento da teoria que o objeto de aprendizagem irá abordar, através de livros didáticos e análise de exercícios resolvidos.

4.2 REQUISITOS

Na análise de requisitos é feito um levantamento de quais são os problemas e solicitações dos usuários sobre os objetos de aprendizagem. À medida que o levantamento de requisitos é realizado, pode-se fazer uma modelagem das atividades encontradas, empregando-se para isso o diagrama de use-case. Esse diagrama permite a representação da relação do objeto de aprendizagem com o ambiente externo a ele, demonstrando tudo aquilo que tem alguma responsabilidade frente ao objeto (aluno, professor, mediador, e outros sistemas). Os alunos, professores, mediadores são considerados entidades externas diante do objeto de aprendizagem em desenvolvimento, e, em geral, tem algumas relações com ele. A UML a título de generalização de conjunto de 'coisas' utiliza um estereótipo chamado 'ator' (actor), sendo assim relacionado com os alunos, professores e mediadores. Esta relação sempre denota uma responsabilidade que pode ser modelada no diagrama 'use-case'. A relação entre atores e o sistema tem vínculo a uma funcionalidade do objeto de aprendizagem

de maneira que se pode antecipadamente conhecer o que deverá existir no software, sem a preocupação de como isso será implementado. A figura 2 mostra a aplicação do Diagrama de Caso de Uso nos objetos de aprendizagem

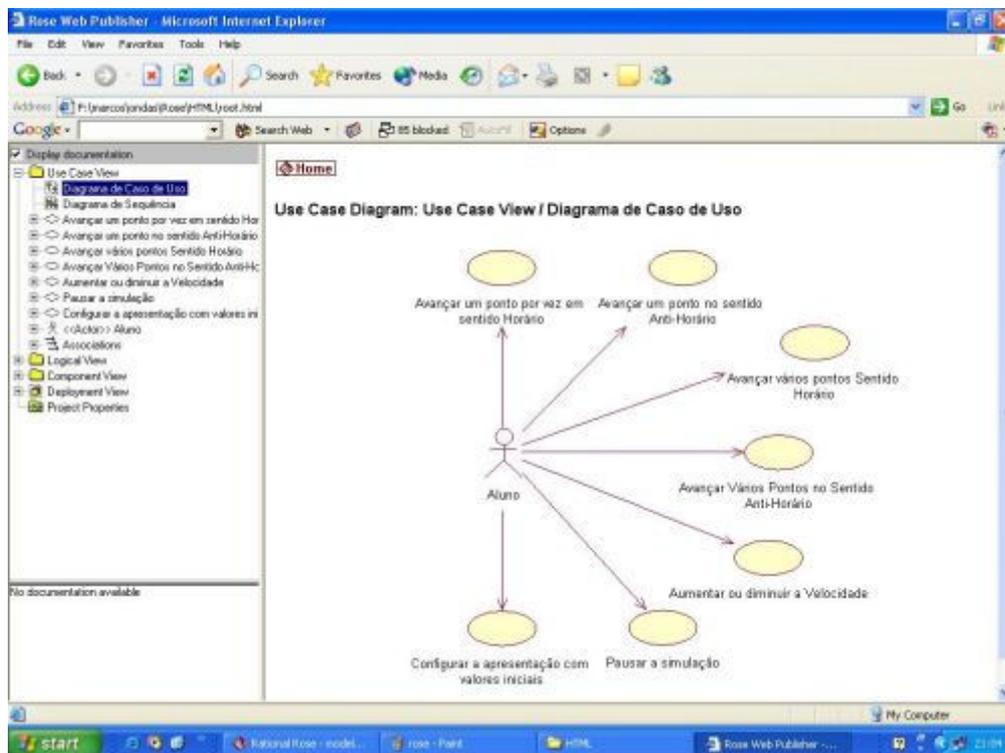


Figura 2.0 Diagrama de Caso de uso de um Objeto de Aprendizagem

4.3 PROJETO

Nesta etapa é feito um estudo de todos os dados e processos verificados na fase anterior (requisitos), de maneira que se faça abstrações para identificação de classes, seus atributos e métodos. As classes deverão ser apresentadas em um modelo de maneira que se visualize a estrutura e a forma que elas deverão interoperar, para tanto poderá ser empregado o diagrama de classes. Explora-se o domínio principal do problema do objeto de aprendizagem. Outras classes podem ser adicionadas ao modelo existente para propiciar uma infra-estrutura tecnológica, como a interface do usuário e dos periféricos, a comunicação com outros sistemas, etc. Trata-se de um aprimoramento da etapa anterior, cujo resultado será um detalhamento das especificações para que seja possível a programação do software. A figura 3 mostra o diagrama de Classes aplicado aos Objetos de Aprendizagem

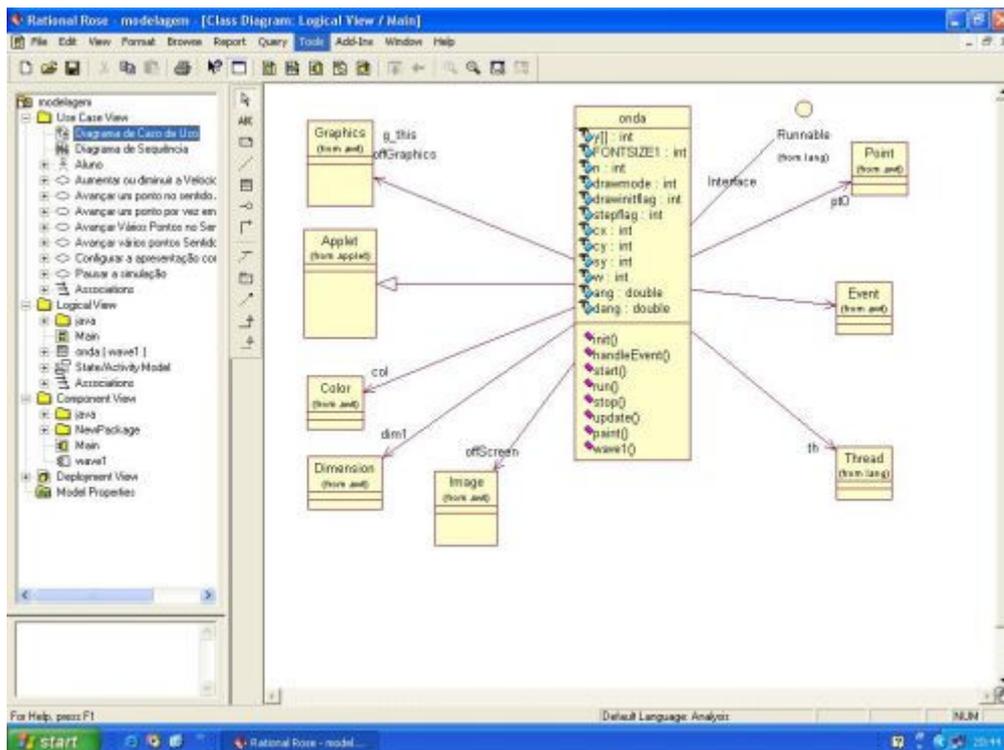


Figura 3 – Diagrama de Classes do Objeto de Aprendizagem

4.4 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta etapa ocorre a codificação dos objetos de aprendizagem, empregado a linguagem JAVA, a qual é totalmente orientada a objetos. Esta codificação ocorre inicialmente convertendo os modelos de classe para a linguagem JAVA; conversão esta que torna-se possível através da ferramenta CASE RATIONAL ROSE utilizada neste projeto. Entretanto, outras ferramentas CASE podem ser utilizadas.

No momento da conversão realizada pelo software CASE, do modelo de classes para uma linguagem, são gerados apenas os cabeçalhos das classes e seus métodos. Portanto, há ainda a necessidade da intervenção manual para a criação do software. O que se realiza nas etapas anteriores a esta é apenas a criação de modelos que traduzem tecnicamente o significado do entendimento e da estrutura do sistema. A programação é portanto o desfecho onde os Objetos de Aprendizagem ganham vida. A figura 4 mostra o editor de programação JAVA aberto com seu código documentado, a figura 5 mostra o objeto de aprendizagem implementado.

O objeto de aprendizagem mostrado na figura 5 mostra a formação de ondas senoidais, ou seja dependendo da variação do ângulo de defasagem, ele mostra como será formado a onda senoidal.

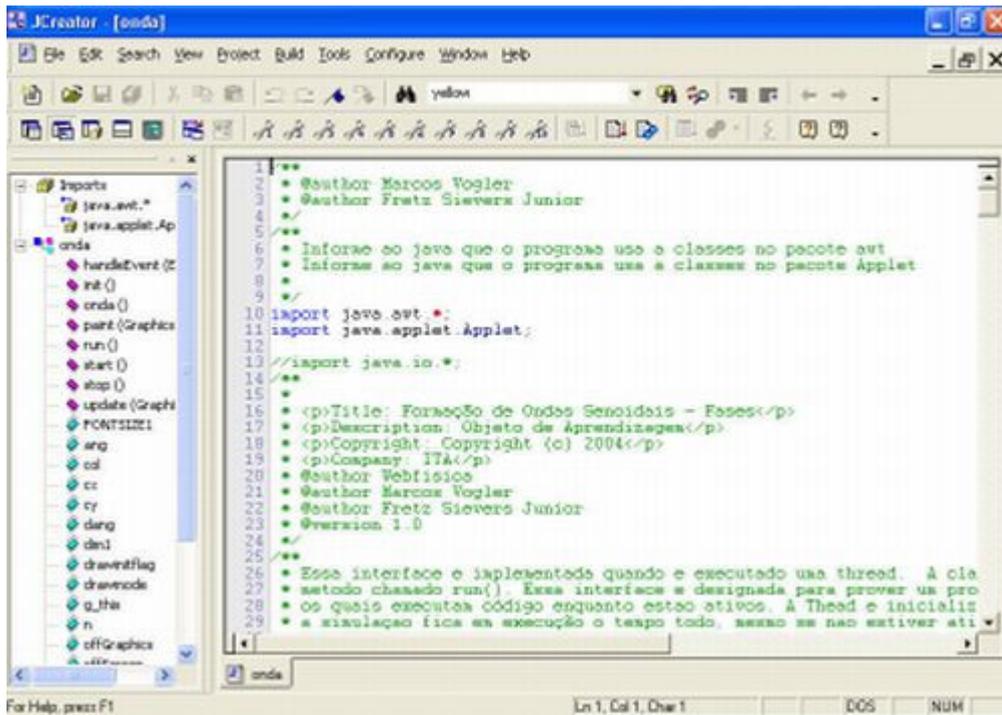


Figura 4 – Implementação com a linguagem Java

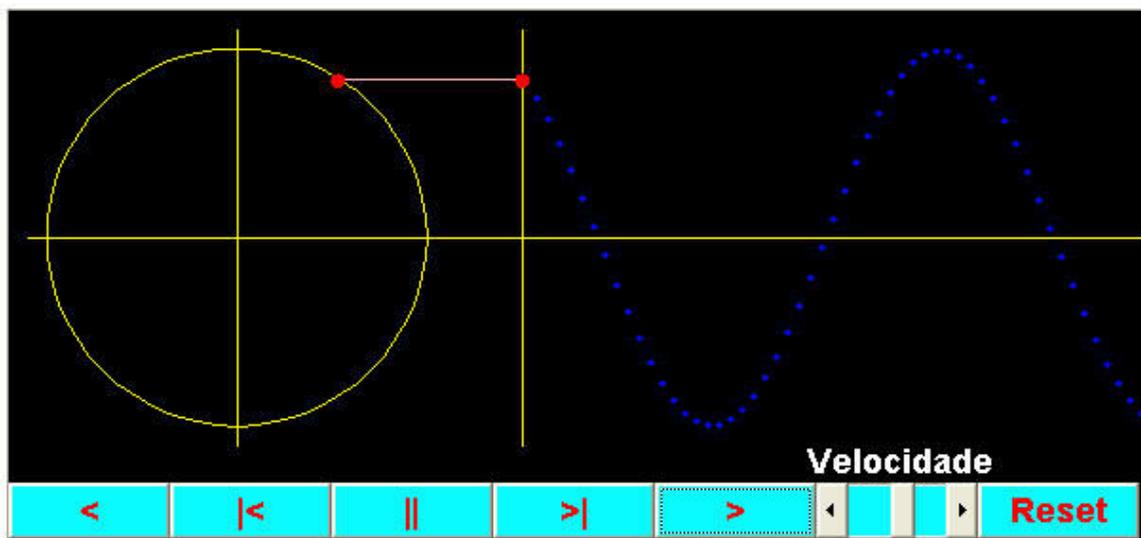


Figura 5 - O Objeto de Aprendizagem implementado

4.5 JAVADOC

O utilitário javadoc analisa os arquivos fontes procurando por classes, métodos, e comentários (`/** .. */`). Ele gera um arquivo HTML no mesmo formato da documentação da API JAVA.

Adota-se aqui este utilitário para a documentação dos códigos dos objetos de aprendizagem, pois caso algum aluno tenha interesse em saber como o código foi escrito para aprender ou mesmo modificar a estrutura do mesmo. A documentação do código fonte tem por objetivo principal ajudar o desenvolvedor ou aprendiz à compreender a estrutura do código.

4.5.1 PRINCIPAIS TAG'S QUE PODEM SER UTILIZADAS NO JAVADOC

Os comandos abaixo, intitulados como tags são os que mais foram utilizados na implementação do modelo

@author nome: adiciona a descrição do Autor com o nome especificado. É possível conter mais de um autor em cada comentário Javadoc

@deprecated deprecated-text: Adiciona um comentário indicando que esta API não deverá ser mais utilizada, mas continuará funcionando.

@param parameter-name description: Adiciona um parâmetro à lista de parâmetros no javadoc gerado. Esta tag é válida apenas para métodos e construtores.

@return description: Adiciona uma seção “Returns” no Javadoc gerado. Este texto deve ser usado para descrever os tipos de retorno de um método. Esta tag pode ser usada apenas para comentários de métodos.

Para que o javadoc faça o arquivo HTML com a documentação é preciso que o código fonte tenha as tags e os comentários com `/** .. */` para que o utilitário possa criar o documento HTML.

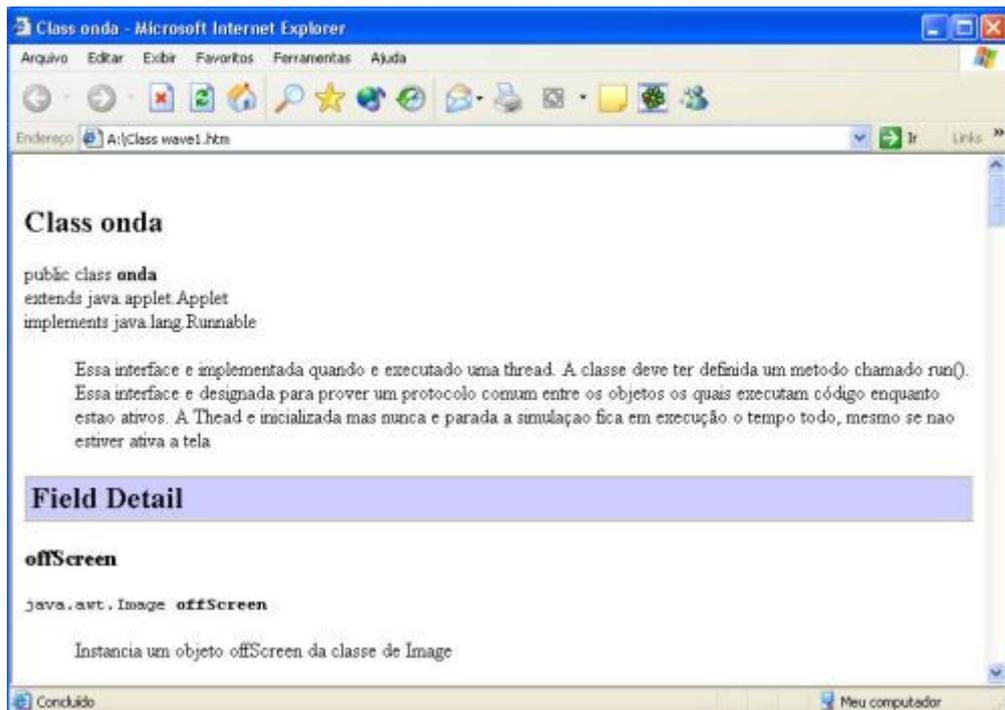


Figura 6 - Documento gerado com o JAVADOC

5. TESTES E IMPLEMENTAÇÃO

Todo o objeto de aprendizagem deve sofrer rigorosos e exaustivos testes na busca incessante de erros e conseqüente eliminação dos mesmos. São quatro aspectos que devem ser abordados nesta etapa. O primeiro aspecto são os testes de unidade onde cada programa individualmente é testado. Posteriormente quando todos os programas já estiverem sido testados, faz-se um teste de conjunto. Nada garante que apesar funcionarem individualmente irão se comportar bem quando executados em conjunto (pois neste quesito outros fatores devem ser relacionados, performance, compartilhamento, etc).

6. O REPOSITÓRIO

Após o objeto de aprendizagem passar por todas essas fases citadas nas seções anteriores, ele é colocado em um LMS com empacotamento (em um arquivo com a extensão zip), contendo:

- O Objeto de Aprendizagem funcional.
- Abordagem didática do que se trata o objeto de aprendizagem.
- Catalogação através de um arquivo XML, utilizando o padrão LOM do IEEE.
- Código fonte documentado seguindo o padrão de documentação do utilitário javadoc.
- Página HTML gerada com o utilitário javadoc.
- Diagramas UML para exemplificar como o objeto de aprendizagem foi construído.

Com este repositório de objetos de aprendizagem pode-se atender os seguintes usuários.

- Professores que desejam utilizar os objetos de aprendizagem para suas aulas visando a abordagem didática.

- Alunos que desejam utilizar os objetos de aprendizagem para seu próprio estudo de uma determinada matéria.
- Alunos que desejam aprender como os objetos de aprendizado foram criados e que precisam de exemplos como um ponto de partida.

7. CONCLUSÃO

A tarefa de criação de objetos de aprendizagem não é nada trivial, pois isso exige diversos profissionais como professores, desenvolvedores, designers, analistas de sistemas e pedagogos, podemos definir como um triângulo onde seus vértices encontram os assuntos, pedagogia (como será ensinado?), Tecnologia (como será desenvolvido ?) e conteúdo (o que será desenvolvido ?). Neste trabalho a teoria de pedagogia adotada foi o construtivismo, sendo que um professor sempre irá assistir seu aluno, a tecnologia adotada foi JAVA applets e o conteúdo a matéria física.

O custo de um objeto de aprendizagem acaba sendo elevado, porém depois de concluído, pode ser usado à qualquer momento podendo ilustrar fenômenos físicos difíceis de serem ilustrados em uma aula tradicional.

A documentação técnica dos objeto de aprendizagem facilita que novos desenvolvedores possam reaproveitar ou melhorar os objetos de aprendizagem. Pois alguns alunos possuem perfil de desenvolvedores e poderão encontrar um material rico em informações técnicas, com isso poderá economizar tempo, reduzindo custos e enriquecendo seus conhecimentos.

Agradecimentos

Agradecemos a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos que nos concedeu o investimento para o projeto WEBLAB - Um Ambiente Computacional de Aprendizagem Interligado com Experimentos Reais de Física através de Sistemas de Aquisição de Dados para realização das pesquisas apresentadas neste artigo. Este trabalho é fruto de pesquisas realizadas no projeto WEBLAB.

Agradecemos também a Universidade Braz Cubas, Faculdade Bandeirantes e a Viação Suzano que incentivou e forneceu subsídios para criação do trabalho e participação no congresso.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIEBERT, H., **Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung**. Neuwied:Luchterhand, 1996

OTTO PETERS, **Didática do Ensino a Distância** , Editora Usinos, 2003, Rio Grande do Sul.

JACOBSEN P., **E-learning Magazine**,
<http://www.elearningmag.com/elearning/articleDetail.jsp?id=5043>, acesso em maio/2003

PÁGINA DA INTERNET: National University of Singapore, Centre for Instrucional Technology, Courseware Development/EDtech, <http://courseware.nus.edu.sg/Standards/rlo.asp>, acesso em maio/2003

IEEE P1484.12.1/D6.4, **Draft Standard for Learning Object Metadata**, IEEE, 4 de março de 2002

JAMES, F. PETERS, **Engenharia de Software Teoria e Prática**, Editora Campos, Rio de Janeiro, 2000

TONSIG, SÉRGIO L., **Engenharia de Software Analise e Projeto de Sistemas**, Futura, São Paulo 2003

JIRON MATUI, **Construtivismo – Teoria Construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino**, Editora Moderna, São Paulo 1995

A REPOSITORY OBJECTS OF LEARNING IN JAVA FOR PHYSICS TEACHING

Abstract: *The work looks for to show to the development and object documentation of learning in Java (applet) used in the physics education, presenting a repository of applet registered through the Unified language of Modelagem (UML) and using the JavaDoc documentor. The idea is that the pupil can besides learning the subjects illustrated for learning objects created, can create new objects of learning, based in the codes source that will be offered in the repository of applet with all the necessary documentation. This documentation will implicitly go to introduce a guided programming language the objects. In this our model, case the pupil does not have no experience with programming it will be able to have access the tutorial ones of the language. This model if bases on the model of the autonomo pupil who of the space for the development of the independent learning. The students not only organize the learning by itself, as for example in the model for correspondence, as also they assume curricular tasks, therefore are in this in case that, responsible for the related intentions and objectives the content election.*

Keywords: Teaching the Distance, Applet in Java, Documentação UML, I model autonomous student.