
Ciclo de vida de objetos de aprendizagem baseado no padrão SCORM

Erica R. Oliveira¹, Maria Augusta V. Nelson¹, Lucila Ishitani¹

¹Instituto de Informática - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)
Rua Walter Ianni, 255 – São Gabriel – Belo Horizonte – MG – Brasil

erikaolixx@gmail.com, guta@pucminas.br, lucila@pucminas.br

Abstract. *Learning objects are digital entities that aid in the comprehension of specific content. The SCORM model is a collection of standards and specifications to enable the development, retrieval, and execution of learning objects. This work proposes a lifecycle model for the development of learning objects based on the SCORM model. The proposed lifecycle was evaluated through the development of learning objects. One of the results is presented in this paper.*

Resumo. *Objetos de aprendizagem são entidades digitais que auxiliam na compreensão de um determinado conteúdo. O modelo SCORM reúne um conjunto de padrões para desenvolvimento, recuperação e execução de objetos de aprendizagem. Este trabalho apresenta uma proposta de ciclo de vida para desenvolvimento de objetos de aprendizagem, baseado no padrão SCORM. O ciclo de vida proposto foi avaliado por meio do desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Um dos resultados obtidos é apresentado neste artigo.*

1. Introdução

Atualmente, com o uso de novas tecnologias, o ensino a distância se torna cada vez mais útil e necessário. Neste contexto, surgiu o conceito de objetos de aprendizagem que são entidades digitais projetadas para auxiliarem o aluno a atingir um determinado objetivo pedagógico e que podem ser reutilizadas em outros contextos para apoiar a aprendizagem, segundo a definição do *Co-operative Learning Object Exchange* [CLOE 2003]. Esses objetos podem ser desenvolvidos de diversas formas, sem obedecer a regras ou padrões. Mas, para que um objeto de aprendizagem seja eficaz e possa ser reutilizado por outras pessoas como parte de uma atividade ou curso, ele deve ser desenvolvido segundo alguns critérios tecnológicos, pedagógicos e educacionais.

Com o objetivo de criar um modelo que atenda a esses requisitos, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos e o governo americano, por meio da *Advanced Distributed Learning* (ADL), criaram o *Sharable Courseware Object Reference Model* (SCORM) [ADL 2004]. O SCORM é uma especificação que utiliza metadados para lidar com aspectos de gerência e conteúdo de aprendizagem, facilitando o desenvolvimento de conteúdo reutilizável e permitindo a criação de uma biblioteca de objetos de aprendizagem que, por sua vez, oferece o recurso de recuperação desses objetos.

O SCORM está se tornando o padrão mais utilizado para o desenvolvimento de projetos de aprendizagem virtual [Corwin 2004]. Este contexto motivou a realização deste trabalho, visando a contribuir para a melhoria do processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem.

Este artigo está organizado em seis seções. Na Seção 2, são apresentados fundamentos sobre objetos de aprendizagem e o padrão SCORM. Na Seção 3, descrevemos alguns trabalhos relacionados. Na Seção 4, descrevemos o ciclo de vida proposto para objetos de aprendizagem, detalhando suas fases. Na Seção 5, apresentamos uma validação do ciclo de vida proposto, a partir do estudo de caso de criação de objetos de aprendizagem em conformidade com o ciclo proposto e o padrão SCORM. Finalizando, a Seção 6 sintetiza as contribuições deste trabalho e apresenta sugestões de trabalhos futuros.

2. Objetos de Aprendizagem e o padrão SCORM

Considerações sobre o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem

Quando se fala em desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (OAs), é importante considerar dois aspectos: o objetivo pedagógico e a tecnologia a ser utilizada.

O objetivo pedagógico define o resultado esperado do aprendizado após a utilização e interação com o objeto de aprendizagem. O conteúdo de um OA deve ser independente de outros OAs, premissa básica para que seja reutilizável. Segundo [Rosenberg 2002] “um objeto de aprendizado é o menor ‘bloco’ de instrução independente e que pode ter significado para um aprendiz”.

A tecnologia utilizada para desenvolvimento de ensino a distância deve utilizar padrões internacionalmente conhecidos e aceitos, para que qualquer pessoa possa ter acesso à informação e para que a reutilização possa ocorrer com mais facilidade. Também devem ser consideradas regras de acessibilidade e navegabilidade, sendo importante utilizar uma padronização para os objetos a serem desenvolvidos, para evitar gerar dificuldades para os alunos ao terem que, durante um curso, interagir com objetos muito diversificados como, por exemplo, menus diferentes e mensagens de erro em formatos variados.

Padrão SCORM

O SCORM [ADL 2004] reúne um conjunto de padrões e especificações relacionadas aos fundamentos técnicos para criação e utilização de OAs voltados para o ensino a distância. Ele é composto pelos seguintes modelos: *Modelo de Agregação de Conteúdo* (*Content Aggregation Model* - CAM), *Ambiente de Execução* (*Run-Time Environment* - RTE) para objetos educacionais baseados na Web e *Modelo de Sequenciamento e Navegação* (*Sequencing and Navigation* - SN) para apresentação dinâmica de conteúdo baseada na necessidade do aprendiz.

O CAM descreve os componentes de um pacote de conteúdo. Define as responsabilidades e requisitos para a agregação de componentes, como cursos, lições e módulos. Traz definições para a geração de pacotes de conteúdo, para a elaboração de metadados sobre os conteúdos e para a inserção de detalhes de sequência e navegação no contexto do pacote. O RTE descreve como objetos de conteúdo são iniciados, permitindo a interoperabilidade entre os objetos de conteúdo e *Learning Management*

Systems (LMS) que utilizem o padrão SCORM. O SN define métodos para representar o comportamento pretendido em uma experiência de aprendizado, de forma que qualquer LMS que utilize o padrão SCORM dará sequência às atividades de aprendizagem de forma consistente.

3. Trabalhos relacionados

Barritt e Alderman Jr. apresentaram uma excelente proposta voltada para o desenvolvimento de objetos reutilizáveis [Barritt and Alderman Jr. 2004]. Entretanto, a proposta é muito complexa para ser usada por desenvolvedores de OAs que não sejam da área de informática, ou para desenvolvimento de objetos simples, ou quando o tempo para criação de um objeto é curto. Além disso, ela não inclui uma etapa de avaliação de OAs.

Collis e Strijker também apresentaram um ciclo de vida para desenvolvimento de OAs reutilizáveis [Collis and Strijker 2004], mas essa proposta também falha ao desconsiderar a importância de uma etapa de avaliação.

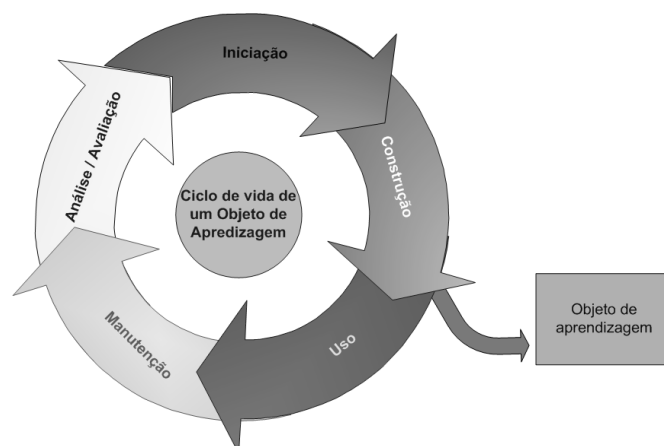
Outros trabalhos importantes abordaram apenas uma ou duas das etapas de um ciclo de vida de OAs. Como exemplo, pode-se destacar os trabalhos de [Farrell et al. 2004], [Yang and Yang 2005], [Boyle 2002] e [Griffiths et al. 2004] que abordam especificamente a etapa de implementação de OAs. Relacionado à avaliação de OAs, cabe destacar o trabalho de [Nesbit et al. 2003], por ser a base de vários outros trabalhos na área. É importante também considerar o trabalho de [Campos 1995], por apresentar o resultado de uma pesquisa realizada com professores, no Brasil.

4. Ciclo de Vida Proposto

O ciclo de vida de um OA é o conjunto de etapas e fases que compõem sua concepção, seu desenvolvimento, sua utilização e manutenção. De forma análoga ao modelo SCORM, que procurou reunir os melhores padrões e especificações relacionadas ao desenvolvimento de OAs, o ciclo de vida proposto neste trabalho representa o resultado de uma pesquisa e coleta de contribuições diversas relacionadas a fases distintas do ciclo de vida de OAs e tem por característica a simplicidade e a facilidade de ser implantado na prática.

O ciclo de vida de OAs proposto, conforme apresentado na Figura 1, é baseado no modelo espiral [Pressman, 2006] de ciclo de vida de desenvolvimento de software devido às similaridades do processo. A fase de iniciação é o ponto de partida para um novo objeto de aprendizagem ou para uma melhoria em um objeto já construído. Após a fase de construção, um novo objeto é produzido incorporando as características pedagógicas e tecnológicas definidas na iniciação. Na fase da utilização, o objeto torna-se disponível aos seus usuários ou aprendizes que podem reportar erros no funcionamento do OA. A manutenção é a fase responsável pela correção destes erros. Ao final da iteração, é feita análise e avaliação da adequação do objeto aos objetivos propostos na iniciação, considerando também a necessidade de iniciar uma nova iteração para incluir melhorias ou expansão de escopo do objeto de aprendizagem. O ciclo de vida é descrito nas subseções que se seguem.

Figura 1. Ciclo de vida de um objeto de aprendizagem



4.1. Iniciação

A fase de iniciação concentra-se no levantamento de requisitos e na definição da pedagogia utilizada para criação do objeto de aprendizagem.

4.1.1. Levantamento de Requisitos necessários ao Objeto de Aprendizagem

Requisitos descrevem os efeitos que deverão ser observados em um software e devem definir os critérios de aceitação do software por parte dos seus usuários [Sommerville e Sawyer 1997]. Esta é uma das etapas mais importantes deste ciclo, por envolver a compreensão do problema a ser resolvido [Jackson 1995]. É importante ter clareza do que será construído para que, em etapas posteriores, o foco seja na forma de construção. Nesta etapa, define-se:

Conteúdo: consiste na identificação de um tópico importante que, em geral, os aprendizes demonstram dificuldade de absorção ou entendimento.

Finalidades do objeto: podem ser definidas a partir do que se espera, em termos de conhecimento adquirido e habilidades desenvolvidas pelo aprendiz, ao finalizar o uso de um OA.

Características dos aprendizes: definição do perfil dos aprendizes que utilizarão o objeto. Este perfil pode ser traçado por meio da avaliação de características como curso, base cultural, formação escolar, competências e metas profissionais. Deve-se também indicar os conhecimentos prévios necessários para utilizar algum objeto.

4.1.2. Usabilidade

Usabilidade é um fator que assegura eficácia, eficiência e satisfação com as quais usuários específicos atingem objetivos específicos em ambientes particulares [Nielsen 1993], [Preece et al. 2002].

A usabilidade, no contexto de OAs, deve compreender os seguintes fatores [Nielsen 1993], [Preece et al. 2002]:

-
- facilidade de aprendizado com o objeto de aprendizagem: tempo e esforço necessários para que o aprendiz atinja o objetivo do aprendizado;
 - facilidade de uso: esforço físico e cognitivo do aprendiz durante o processo de interação com o OA, avaliando os erros cometidos durante o seu uso. A partir desta avaliação, procurar aperfeiçoar o desempenho do OA;
 - produtividade: avalia se, a partir do uso do OA, o aprendiz torna-se mais produtivo do que se não o tivesse utilizado;
 - satisfação: avaliação do nível de prazer do aprendiz, incluindo emoções que possam surgir durante a interação com o objeto.

4.1.3. Navegabilidade

A navegabilidade está associada à facilidade do usuário navegar ou percorrer, interativamente, um hipertexto. O aprendiz deve ter facilidade de localizar uma determinada opção e navegar pelo objeto e, sempre que possível, possuir mais de uma forma de navegação. A opção de escolher a melhor forma de navegar fornece flexibilidade ao aprendiz. Considerando que cada pessoa tem uma forma diferente de aprender, o ideal é permitir uma navegação não linear.

4.2. Construção

Para se construir o OA existem diversas ferramentas. Por exemplo, na criação de hipertextos pode-se usar qualquer editor de texto que suporte HTML. Animações podem ser construídas utilizando-se Flash ou *applets* desenvolvidos na linguagem Java.

Na construção dos OAs desenvolvidos para este trabalho, utilizou-se a ferramenta Reload Editor [Reload 2006]. Essa ferramenta permite a criação de OAs baseados no padrão SCORM 1.2. Uma outra ferramenta chamada Reload SCORM Player [Reload 2006] também foi utilizada para verificar se o objeto criado estava em conformidade com o padrão SCORM.

Um manual para criação de OAs em conformidade com o SCORM foi produzido como parte de um projeto de pesquisa e encontra-se disponível em: www.inf.pucminas.br/professores/lucila/scorm. Esse manual foi desenvolvido visando a criação de OAs voltados para o ambiente acadêmico, mas sua base pode ser utilizada para a criação de qualquer tipo de OA.

Como todo processo de construção de um software, a construção de um OA também envolve testes que assegurem a qualidade do OA. Eles verificarão se o objeto criado se comporta da forma esperada e se não existem erros que impossibilitem a navegação.

4.3. Uso

Para que os usuários tenham acesso aos objetos criados, o ideal é que os OAs sejam armazenados em um repositório exclusivo, para unificar o local onde o aprendiz deve buscá-los. Repositórios de OAs devem permitir busca por palavras-chave, assunto e metadados.

4.4. Manutenção

O desenvolvimento de um OA termina quando este é liberado para o uso. A partir daí, é necessário garantir que o objeto continue sendo útil e atendendo às necessidades dos aprendizes. Inicia-se, então, a fase de manutenção.

A manutenção é responsável por assegurar o bom funcionamento do objeto. Para que seja eficaz, o aprendiz deve reportar todo erro encontrado ao setor responsável pelo desenvolvimento dos OAs.

4.5. Avaliação do OA desenvolvido

A avaliação de um OA consiste em verificar se ele atende aos requisitos pedagógicos, de usabilidade e de navegabilidade.

[Campos 1995] define vários critérios para avaliação de softwares educativos, que foram reorganizados, neste trabalho, em cinco critérios:

- uso de animação: OAs extremamente textuais desanimam o aprendiz. Um conteúdo animado e interativo prende mais a atenção;
- clareza de comandos: o objeto criado deve permitir ao aprendiz facilidade em localizar os botões e executar os comandos necessários;
- possibilidade de inclusão de novos elementos como parte da alterabilidade;
- existência de mensagem de erro: todos os usuários são susceptíveis ao erro. Dar *feedback* sobre o erro permite ao usuário corrigi-lo.
- acesso a manuais de ajuda.

[Nesbit et al. 2003] avalia os OAs segundo nove aspectos. Neste trabalho sete aspectos foram considerados e reorganizados em cinco critérios:

- qualidade de conteúdo: o conteúdo do objeto deve ter o nível de detalhamento adequado ao aprendiz que irá utilizá-lo, além de ser completo por si só para atingir seus objetivos;
- usabilidade da interação: a navegação deve ser fácil, intuitiva, previsível e sem atrasos. Quando ocorrerem atrasos, o objeto deve dar *feedback* ao aprendiz sobre o que está sendo feito;
- motivação: o OA deve levar os aprendizes a ter maior interesse pelo assunto abordado nele;
- potencial como ferramenta de ensino/aprendizagem: alinhamento entre as atividades do OA e o objetivo pedagógico; conformidade a padrões internacionais; e reusabilidade em outros cursos e contextos;
- apresentação: o OA deve ser projetado para aprimorar o aprendizado, fazendo uso adequado dos recursos áudio-visuais para promover a apresentação da informação.

Outros aspectos como acessibilidade e adaptação dinâmica do conteúdo a diferentes entradas fornecidas pelo usuário não foram considerados nesta proposta, mas devem ser tratados em versões mais maduras dos objetos.

O ciclo de vida é iterativo, ou seja, ao final de uma iteração com a fase de avaliação pode-se refinar o OA iniciando uma nova iteração abordando os aspectos que obtiveram uma avaliação negativa por parte de desenvolvedores e usuários.

5. Estudo de Caso

Para exemplificação do ciclo de vida apresentado foram desenvolvidos, como estudo de caso, os OAs **Função SE** e **Árvore de decisão**, disponíveis em: www.inf.pucminas.br/professores/lucila/scorm. Todas as fases do ciclo de vida foram seguidas no desenvolvimento desses OAs.

O OA **Função SE** foi criado com o objetivo de mostrar, de forma simples e interativa, como utilizar essa função no Microsoft Excel (fase de iniciação).

Para sua criação foi usada a ferramenta MS Publisher. Nas páginas foram inseridas figuras para ilustrar melhor o objeto, além de exemplos da planilha Excel para melhor visualização da função na prática. Finalizada a construção das páginas HTML, utilizou-se o Reload [Reload 2006] para adequar o objeto ao padrão SCORM.

A versão inicial da Função SE tinha bastante texto e era pouco interativa (construção). Foi avaliada após a construção segundo os critérios de avaliação definidos por [Campos 1995] e [Nesbit et al. 2003]. O resultado da avaliação foi negativo. Os critérios utilizados não foram atendidos de maneira adequada (uso), conforme mostrado na Tabela 1 (o número de estrelas varia de um (pior) a cinco (melhor)).

Tabela 1: Avaliação inicial do OA Função SE

CAMPOS		LORI	
Uso de animação	☆	Qualidade do conteúdo	☆☆
Clareza de comandos	☆☆	Usabilidade da interação	☆☆
Alterabilidade	☆☆	Motivação	☆☆☆
Mensagens de erro	☆	Conformidade a padrões	☆☆
Acesso a <i>helps</i>	☆	Reusabilidade	☆

A avaliação inicial indicou que era necessário modificar o OA, tornando-o mais fácil e atraente de ser usado (manutenção). Isso foi feito por meio da inserção de figuras e da retirada de parte do conteúdo textual. Em substituição a alguns textos, usaram-se exemplos de tabelas feitas no Excel. A navegabilidade do OA também foi alterada para inclusão de uma outra forma de navegação em conformidade com o padrão SCORM. Esta forma de navegabilidade não linear contribui para o aprendizado eficiente, pois cada pessoa tem uma forma diferente de aprender. As cores utilizadas na criação das páginas HTML também foram substituídas por cores mais suaves. As mensagens de erro e o acesso à ajuda não foram alteradas na manutenção, pois o conteúdo do OA da função SE é estático. Após as alterações, a avaliação foi refeita e os resultados aparecem na Tabela 2.

Tabela 2: Avaliação após a manutenção do OA Função SE

CAMPOS		LORI	
Uso de animação	☆☆☆	Qualidade do conteúdo	☆☆☆☆☆
Clareza de comandos	☆☆☆☆	Usabilidade da interação	☆☆☆☆
Alterabilidade	☆☆☆	Motivação	☆☆☆☆
Mensagens de erro	☆	Conformidade a padrões	☆☆☆☆
Acesso a <i>helps</i>	☆	Reusabilidade	☆☆☆

Além das avaliações anteriores, feitas pelos autores, o OA da função SE do Excel foi avaliado também por 14 aprendizes que responderam a um questionário. O questionário foi elaborado segundo as estratégias de avaliação de objetos de aprendizagem propostas por [Nesbit et al. 2003]. As perguntas do questionário e os resultados obtidos nas 14 avaliações aparecem na Tabela 3. Observa-se que o OA foi, de modo geral, bem avaliado pelos aprendizes, exceto nos quesitos de motivação: os alunos consideraram que o OA não traz desafios, não oferece escolhas e não mostra como o aprendiz pode melhorar. A avaliação indica que novas iterações do ciclo de vida deste objeto devem se concentrar em aumentar a motivação dos aprendizes.

6. Conclusões e trabalhos futuros

Utilizar objetos de aprendizagem para auxílio didático é uma prática inovadora, dado o grande avanço da Internet e a facilidade de acessar componentes remotamente. No entanto, a implementação de objetos de aprendizagem deve ser analisada sob o ponto de vista tecnológico e pedagógico.

A questão tecnológica está voltada às ferramentas que serão utilizadas. Também inclui a avaliação de navegabilidade, acessibilidade e usabilidade de objetos implementados. Já a questão pedagógica é voltada ao aprendiz. Envolve o que será ensinado, de que forma, para quais aprendizes e com qual abrangência.

Baseado no ciclo de vida de um software, propôs-se o ciclo de vida de um OA, abrangendo todas as fases necessárias à criação dos objetos de aprendizagem: iniciação, construção, uso, manutenção, análise/avaliação. Espera-se que, a partir do ciclo proposto, as instituições e docentes que desejem fazer uso do ensino a distância, tenham um modelo a seguir para facilitar o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, em conformidade com o padrão SCORM.

Como trabalho futuro, propomos o desenvolvimento de ferramentas que ofereçam recursos de apoio durante todas as etapas do ciclo de vida de objetos de aprendizagem. Também é necessário o desenvolvimento de um repositório de objetos de aprendizagem desenvolvidos no Brasil, segundo o padrão SCORM.

Tabela 3. Resultados do questionário de avaliação do OA “Função SE do Excel”, respondido por 14 usuários, com notas variando entre 1 e 5

Pergunta	Média	Mediana	Desvio padrão
Qualidade do conteúdo			
O objeto é claro e conciso?	4.64	5	0.50
O objeto demonstra um conceito básico?	4.54	5	0.66
O objeto é relevante?	4.62	5	0.51
O objeto é flexível?	3.79	4	0.89
O objeto inclui quantidade apropriada de material?	4.43	4.5	0.65
O objeto possui nível de detalhe adequado?	4.21	4.5	0.97
O objeto resume bem o conceito?	4.57	5	0.51
O objeto possui conteúdo de qualidade?	4.43	4	0.51
Usabilidade da interação			
O objeto é fácil de usar?	4.69	5	0.63
O objeto tem instruções claras?	4.69	5	0.63
O objeto é engajador?	4.00	4	0.95
O objeto é visualmente atraente?	3.77	4	0.83
O objeto é interativo?	3.15	3	1.07
O objeto utiliza adequadamente os recursos de animação?	3.27	4	1.19
O objeto provê mensagens de erro?	2.89	3	0.93
O objeto provê acesso a ajuda?	3.00	3	1.00
Potencial como ferramenta de ensino/aprendizagem			
O objeto identifica objetivos de aprendizagem?	4.69	5	0.48
Os objetivos são apropriados para os aprendizes alvo?	4.58	5	0.51
As atividades de aprendizado estão alinhadas com o objetivo?	4.46	4	0.52
O objeto identifica conhecimentos pré-requisitos?	3.42	3.5	1.38
O objeto reforça conceitos progressivamente?	4.15	4	0.99
O objeto demonstra relacionamento entre conceitos?	3.92	4	0.95
O objeto é eficiente (permite aprender bastante em um curto período de tempo)?	4.46	5	0.66
Motivação			
O objeto é relevante para os seus objetivos ou interesses enquanto aprendiz?	4.31	4	0.48
O objeto oferece desafios a serem vencidos?	2.64	2	1.03
O objeto oferece oportunidades de executar escolhas?	3.00	2	1.26
O objeto apresenta expectativas realistas de aprendizado?	4.15	4	0.80
O objeto mostra como o aprendiz pode melhorar?	2.80	2.5	1.03
O objeto aumentou seu interesse pelo assunto?	3.67	3.5	0.78
Apresentação			
A informação é apresentada de forma a facilitar o aprendizado eficiente?	4.42	4	0.51
A apresentação da informação minimiza a busca/procura visual?	4.27	4	0.65
O texto é legível?	4.83	5	0.39
Gráficos e figuras são legendados?	4.00	4	0.71
Animações são descritas por áudio ou texto?	3.88	4	0.99
Cores, música e decorações auxiliam os objetivos da aprendizagem?	4.25	5	1.06

7. Referências

- ADL (2004). Scorm 2004 3rd edition. Disponível em: <http://www.adlnet.gov/SCORM/index.cfm>. Acesso em: 22 fev. 2007.
- Barritt, C. and Alderman Jr., F. L. (2004). *Creating a reusable learning objects strategy*. Pfeiffer, San Francisco.

-
- Boyle, T. (2002). Design principles for authoring dynamic, reusable learning objects. In *Proc. Ascilite*. Disponível em: <http://www.ascilite.org.au/conferences/auckland02/proceedings/papers/02%8.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2007.
- Campos, G. H. (1995). A qualidade em software educacional. Disponível em: <http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/QualidadeSE.%htm>. Acesso em: 28 fev. 2007.
- CLOE (2003). Definitions of learning objects. Disponível em: http://learnware.uwaterloo.ca/projects/CCCO/cloe_about_def.html. Acesso em: 28 fev. 2007.
- Collis, B. and Strijker, A. (2004). Technology and human issues in reusing learning objects. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004(4). Disponível em: <http://www-jime.open.ac.uk/2004/4/>. Acesso em: 10 jul. 2007.
- Corwin, L. P. (2004). Scorm: What it is and when it is used. In Hoffman, B., editor, *Encyclopedia of Educational Technology*. SDSU Department of Educational Technology. Disponível em: <http://coe.sdsu.edu/eet/articles/scorm2/index.htm>. Acesso em: 10 jul 2007.
- Farrell, R., Liburd, S., and Thomas, J. C. (2004). Dynamic assembly of learning objects. In *Proc. ACM WWW 2004*, pages 162–169.
- Griffiths, J., Stubbs, G., Watkins, M., and Hodson, P. (2004). Converting existing course materials into learning objects: An exemplar in a school of computing. In *Proc. 4th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT '04)*, pages 241–245.
- Jackson, M. (1995) *Software Requirements and Specifications: A Lexicon of Practice, Principles, and Prejudices*. ACM Press.
- Nesbit, J. C., Belfer, K., and Leacock, T. (2003). Learning object review instrument (lori). Disponível em: <http://www.elera.net/eLera/Home/Articles/LORI%201.5.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2007.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston: Academic Press Professional.
- Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, E. (2002). *Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Pressman, R. (2006). *Engenharia de Software*, McGraw-Hill, 6ª edição
- Reload (2006). Reusable elearning object authoring & delivery. Disponível em: <http://www.reload.ac.uk>. Acesso em: 22 fev. 2007.
- Rosenberg, M. J. (2002). *e-Learning: Estratégias para a transmissão do conhecimento na Era Digital*. Pearson Education do Brasil.
- Sommerville, I. e Sawyer, P. (1997) *Requirements Engineering: a good practice guide*. Wiley,
- Yang, D. and Yang, Q. (2005). Customizable distance learning: criteria for developing learning objects and learning model templates. In *ICEC '05: Proceedings of the 7th international conference on Electronic commerce*, pages 765–770, New York, NY, USA. ACM Press.