

6. Comparação com Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são apresentados algumas propostas e sistemas existentes na literatura sobre composição e seqüenciamento de objetos de aprendizagem com o propósito de investigar os serviços básicos existentes em cada uma das propostas e verificar as características comuns entre elas. Com isto, pode-se estabelecer um embasamento maior para a definição dos objetos componentes deste trabalho.

6.1. Um Sistema de Recomendação baseado em Agentes para Sequenciamento do Plano de Aulas

Este trabalho foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores da National Kaohsiung Normal University e National Sun Yat-Sen University de Taiwan (Yang et al, 2002). Os autores adotaram uma estratégia de meta-modelagem baseada no SCORM (Shareable Content Object Reference Model), de maneira a permitir uma descrição do conhecimento sobre aspectos dos conteúdos de materiais de aprendizagem (curso). O objetivo foi dar início a uma exploração de como combinar, em pesquisa educacional, a Tecnologia de Agentes Inteligentes com modelos de objetos de conteúdo compartilhados (SCORM). A finalidade do sistema desenvolvido por eles foi ajudar os professores a organizar a seqüência de um plano de aula. Primeiro, um professor informa o sistema sobre o que necessita, quais as suas preferências e o limite de duração do curso. Os objetos de aprendizagem são seqüenciados de acordo com o tempo de duração do curso (aula). Os autores utilizaram a tecnologia de sistemas de multi-agentes (SMA). Assim, o Agente Interface do Usuário (UIA) traduz os dados de entrada em linguagem de comunicação do agente (ACL) e os envia ao Agente Plano de Aula (LPA). Finalmente, LPA sugere soluções para professores ou pede que os mesmos modifiquem o pedido feito anteriormente. O LOM do IEEE é utilizado para definir e descrever inteira e adequadamente o recurso de aprendizagem. Uma ontologia é utilizada para definir formalmente as relações entre os termos. Foi

adotado o Protégé 2000 para gerar as interfaces, baseadas em formulários que verificam a violação das restrições.

6.2. Montagem Dinâmica de Objetos de Aprendizagem

Este trabalho foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores da IBM e do MIT (Farrell et al, 2004), com o objetivo de descrever uma solução para o problema de como selecionar uma seqüência de LOs. Os autores descreveram um sistema para gerar automaticamente trajetórias de aprendizado personalizadas, com base em um repositório de recursos Web XML. Cada recurso Web tem uma descrição de Metadado de Learning Object XML (LOM). A composição dinâmica destes objetos tem como base o batimento relativo do metadado do conteúdo do LO com as necessidades, preferências, contexto e restrições do aprendiz.

Os LOs são conectados dentro de trajetórias coerentes com base nas classificações de tópicos do LOM de cada LO e na proximidade destes tópicos em um grafo de “Resource Description Framework” (RDF). Este processo, chamado de Composição Dinâmica (“Dynamic Assembly”), inclui os processos de conexão de resultados relevantes de buscas dentro de uma trajetória de aprendizado, seqüenciando os LOs selecionados e ligando os LOs selecionados dentro de uma estrutura organizada. A Composição Dinâmica é baseada em parâmetros que somente estão disponíveis quando começa uma sessão de aprendizagem, tais como a consulta de uma palavra-chave pelo aprendiz, o nível de detalhe desejado pelo aprendiz e o tempo que ele tem disponível para aprender.

Foi desenvolvido um componente de software, a Máquina de Composição Dinâmica, para compor conteúdo de LOs-padrões (“standard-based learning objects”). Este componente é integrado dentro de um Sistema de Curso Customizado (Personalizado), um sistema de aprendizado baseado na Web, que foi desenvolvido pelos autores, na IBM, como uma base piloto para o treinamento de empregados sobre um conjunto de tópicos de tecnologia de informação.

O IMS fornece a funcionalidade para descrever e empacotar os materiais de aprendizagem, tais como um curso personalizado ou uma coleção de cursos, dentro de pacotes “distribuíveis” e interoperáveis. O RDF foi utilizado para descrever o Grafo de Tópicos. O Grafo de Tópicos inclui os nós para os tópicos e as arestas para relacionamentos dos tópicos, codificados como entidades e

relacionamentos do RDF, respectivamente. O Serviço de Geração de Caminho aciona o Serviço de Gerência de Metadados para mapear cada LO dos resultado da busca aos tópicos do Grafo de Tópicos, utilizando o tópico de classificação no seu arquivo LOM. O processo de mapeamento inclui um cálculo estatístico para cada tópico, com base no metadado e no score de relevância dos objetos incluídos nas categorias dos tópicos.

O Serviço de Geração de Trajetória tenta conectar LOs relacionados em trajetórias coerentes, utilizando um algoritmo de busca em grafos. A busca termina quando todos os LOs alvo tiverem sido visitados ou um limite de profundidade for encontrado. Se todos os LOs foram visitados, o melhor caminho é uma árvore geradora mínima. Dado o melhor caminho, o Serviço de Geração de Caminho seleciona LOs mapeados para tópicos, baseado nos parâmetros fornecidos na consulta e nas estatísticas coletadas para cada tópico no passo do mapeamento.

Em seguida, o Serviço de Seqüenciamento classifica os LOs dentro de cada tópico no grafo de Tópico-Objeto. Os objetos são classificados pela posição do papel instrucional de cada objeto na Seqüência do Papel Instrucional (por exemplo, introdução, procedimentos de conceitos e conclusão). Isto fornece uma seqüência instrucional lógica dentro de cada tópico. O Serviço de seqüenciamento aciona o Serviço de Gerência de Curso e adiciona cada LO em ordem para o curso personalizado de um determinado indivíduo.

6.3. Definindo uma Seqüência Simples para RLOs

Este trabalho foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores do Center for Statewide *e-Learning*, Northern State University, e Department of MIS, School of Business, Northern State University (Chen et al, 2002). Os autores discutem a necessidade de introduzir teorias do projeto instrucional no campo dos objetos de aprendizagem reusáveis (RLO). Um exemplo é o seqüenciamento, transportar/conduzir a necessidade de desenhos instrucionais para estudantes, organizando e expedindo RLOs em uma estratégia pré-definida de seqüenciamento. Para isto, propõem um modelo de seqüenciamento em camadas e explicam a execução do modelo, que utiliza XML. O modelo está sendo validado em um curso de introdução a computadores.

Quando lições são selecionadas para agrupamento em um módulo, elas têm que ser agrupadas de acordo com um desenho instrucional de terminologia e devem ser “seqüenciadas” com base nas necessidades e no conhecimento prévio que os aprendizes trazem para o ambiente de aprendizagem. De acordo com os autores, RLOs permitem a um programador desenvolver uma experiência de aprendizado personalizada, que constitui um dos objetivos do desenvolvimento de RLOs. Nesta pesquisa, uma camada do modelo de seqüenciamento executado em XML é proposta para tratar do problema. No modelo de seqüenciamento em camada, o primeiro nível é criado atribuindo aos RLOs um número de prioridade, ao passo que a segunda camada é criada atribuindo aos RLOs uma estratégia ou estratégias de seqüenciamento.

O primeiro nível é criado quando o instrutor seleciona diversas lições (RLOs) agrupando em um módulo e, então, atribui a cada RLO um número indicando a prioridade. Os números de prioridade seguem uma ordem numérica. Conseqüentemente, um número de prioridade menor, tal como um ou dois, indica que aqueles RLOs devem ser seqüenciados na frente de um RLO com números de prioridade maiores, tais como doze ou treze. Se não houver qualquer exigência da seqüência em alguns RLOs, estes RLOs compartilharão os mesmos números de prioridade. Com esta camada de seqüenciamento especificada, os instrutores podem definir algum relacionamento interno entre RLOs.

O segundo nível de seqüenciamento é especificado quando os instrutores terminam de selecionar RLOs e estão prontos para entregarem os módulos compostos, ou lições.

6.4. Um Modelo de Componentes Educacionais Reutilizáveis para a Geração de Cursos Adaptativos

Este trabalho foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores do GET – Institut National des Télécommunications do Department of Computer Science (Bouzeghoub et al, 2003). Ele visa fornecer um ambiente de autoria e apresentação de conteúdos de aprendizagem adaptados ao usuário final, combinando componentes (chamados objetos de aprendizagem). É definido um conjunto de operadores utilizado para construir cursos por meio da composição de componentes. Os cursos assim definidos são então instanciados para cada

aprendiz de acordo com o seu respectivo perfil. Para classificar o componente, esta abordagem utiliza uma ontologia para descrever o modelo de domínio, onde cada nó representa um conceito.

O sistema de treinamento tem como base três modelos: o modelo de domínio, que representa os conceitos cobertos pelos cursos; o modelo do usuário, que possui o perfil do aprendiz; e o modelo componente educacional, que descreve conteúdos componentes relacionados ao modelo de domínio. O processo de “delivering” utiliza estes três modelos para selecionar os componentes mais adaptados e reuni-los em um formato coerente segundo os objetivos de ensino e perfil do aprendiz.

Este sistema utilizou como formalismo *Description Logic* (DL) para representação dos diferentes níveis: nível conceito de domínio e nível de componentes. As vantagens principais desta abordagem são fornecer ajuda pedagógica na hora da autoria, facilitar a busca dos componentes, utilizando uma linguagem de consulta de alto nível, e simplificar a adição de um componente novo, atribuindo relacionamentos possíveis entre este e outro relacionamento já existente. A composição é obtida pela aplicação de operadores de composição de componentes de aprendizado (“*sequence*”, “*parallel*”, “*alternative*”, e “*aggregation*”), mas esta composição em si não é desenvolvida apesar da criação dos operadores. Esta proposta se diferencia do presente trabalho, pois propõe-se uma linguagem de especificação do sequenciamento, onde são definidas expressões de OCs para especificar esta seqüência de OCs com suas respectivas semânticas, descrevendo como acontecerá a composição.

Finalmente, neste artigo é apresentado um modelo educacional para elementos de ensino reusáveis. Este modelo permite descrever um domínio de ensino, usuários e componentes. É definida uma ontologia para garantir uma classificação geral por conceito, para fornecer ajuda pedagógica no momento da autoria, e para facilitar a busca de componentes educacionais. Os componentes primitivos podem ser combinados utilizando os operadores, que têm uma definição formal. Utilizando estes modelos, o sistema é capaz de ajudar no processo de autoria com uma ferramenta sofisticada de busca e de oferecer cursos adaptáveis. A abordagem agrega trabalhos sobre padronização de recursos de aprendizagem (LOM e SCORM) adicionando uma descrição melhor da semântica de recursos de aprendizagem. Os sistemas de tutoria inteligentes propõem

modelos semânticos, que são dedicados a um domínio específico e modelos de aprendizagem específicos.

6.5. Objetos de Aprendizagem e Tecnologia de Serviços Dinâmicos de *e-Learning* para Instrução Médica baseada em Simulação

Este trabalho foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores do Database Systems R&D Center, CISE department, University of Florida; Department of Math and Computing, Lander University; e Department of Anesthesiology, University of Florida (Su et al, 2003). No sistema proposto pelos autores, as simulações são utilizadas cada vez mais para finalidades de instrução e treinamento em muitas áreas de aplicação, tais como aviação comercial e militar, gerência do campo de batalha, construção de edifícios, fabricação de um produto, instrução médica, dentre outras. Entretanto, a maioria dos sistemas de simulação são monolíticos, ad hoc e não-reusáveis. Neste trabalho, foram aplicadas tecnologias de objetos de aprendizagem e de serviço de *e-Learning* para modular um sistema de simulação existente, baseado na Web, chamado Virtual Anesthesia Machine (VAM). Os materiais instrucionais associados com os componentes do sistema de simulação foram encapsulados como Objetos de Aprendizagem Atômicos reusáveis, sendo que cada um deles consiste em itens de conteúdo, itens de prática, itens de avaliação, meta-informações e restrições. O material instrucional associado com o sistema de simulação é modelado como um Objeto de Aprendizagem Composto, que possui uma estrutura de atividades que é utilizada por uma Máquina de Execução do Processo de Aprendizagem para executar o processo de geração de conteúdos, instruindo aprendizes a utilizar o sistema da simulação para praticar/ exercitar o que eles aprendem, e executando a avaliação para conferir os desempenhos dos aprendizes em aprender as funções e as operações do sistema da simulação e de seus componentes.

As tecnologias de aprendizagem apresentadas neste artigo (por exemplo, modelos de objeto aprendizagem, ferramentas de autoria, infra-estrutura de Web-Service e sistema de serviço *e-Learning*) podem ser utilizadas para encapsular os materiais instrucionais de um sistema da simulação e seus componentes como LOs, entregador de material instrucional aos aprendizes, uso do sistema de simulação para praticar, e executar avaliação. Neste trabalho, integram-se os

processos de entrega de conteúdo, prática e avaliação em uma infra-estrutura de serviço de *e-learning* que permite diferentes abordagens de aprendizagem.

6.6. Quadro Resumo dos Sistemas

O Quadro 6.1 apresenta um resumo das principais características dos sistemas descritos anteriormente, principalmente no que se refere à forma de seleção dos objetos de aprendizagem, ao modelo de dados utilizado, à linguagem de especificação e à forma de seqüenciamento dos LOs, possibilitando uma comparação com a proposta desenvolvida nesta tese.

A grande maioria dos trabalhos oferece apenas uma visão geral do sistema, sem detalhar realmente como se processa o seqüenciamento dos LOs, além dos sistemas serem voltados especificamente para os aprendizes.

Fazendo uma comparação dos projetos citados anteriormente com o trabalho realizado nesta tese, verifica-se que em grande parte dos projetos a busca e recuperação dos LOs foram feitas com base nas preferências do aprendiz e na palavra-chave (referência). Neste trabalho foram incluídas as meta-informações de entrada para batimento com os metadados dos OCs, as preferências do professor, bem como o seu perfil (enfocando a abordagem pedagógica e a teoria de aprendizagem preferencialmente seguidas pelo professor).

De uma forma geral, todos os projetos utilizaram o LOM como padrão para descrever seus metadados. Observe que apesar de se trabalhar também com o LOM, os metadados poderiam utilizar qualquer estrutura ou modelo, que deve ser seguido também pela estrutura ou modelo das metas informações. A definição de uma linguagem para especificação do seqüenciamento para apresentar os OCs ao professor apresenta-se como uma proposta inovadora, pois apesar do projeto de Bouzeghoub et al (2003) definir alguns operadores de composição para guiarem a composição de LOs, esta composição não é desenvolvida. Neste trabalho foi desenvolvida uma linguagem que utiliza expressões para especificar a seqüência de composição de tal maneira que se possa representar seqüências de LOs/OCs de modo não ambíguo e utilizar estruturas bem definidas para as formas de sequenciamento.

Quadro 6.1: Quadro Comparativo com trabalhos Relacionados

Sistemas	Forma de Seleção dos LOs	Modelo de Metadados	Linguagem de Especificação/ Como define relação entre os termos	Critério para definição do seqüenciamento
Um Sistema de Recomendação baseado em Agentes para Sequenciamento do Plano de Aulas (Yang et al, 2002)	Palavra-chave, preferências do aprendiz, tempo limite do curso	LOM	Não possui linguagem de especificação do seqüenciamento/ utiliza ontologia para definir as relações entre os objetos	Tempo de duração do curso
Montagem Dinâmica de Objetos de Aprendizagem (Farrell et al, 2004)	Palavra-chave, preferências do aprendiz, tempo limite do curso/ Tempo que o aprendiz tem para aprender	LOM	Não possui linguagem de especificação do seqüenciamento/ IMS Content Packaging/RDF	Algoritmo da árvore geradora mínima com base em uma estatística de relevância do LO, e tempo de execução de cada objeto
Definindo uma Seqüência Simples para RLOs (Chen et al, 2002)	É dado um valor assinalando a prioridade de cada LO	XML	Não possui linguagem de especificação do seqüenciamento	Estratégias de Seqüenciamento propostas pelo SCORM
Um Modelo de Componentes Educacionais Reutilizáveis para a Geração de Cursos Adaptativos (Bouzeghoub et al, 2003)	Palavra-chave, preferências do aprendiz	LOM	Utiliza ontologia para descrever o modelo de domínio	-
Objetos de Aprendizagem e Tecnologia de Serviços Dinâmicos de <i>e-Learning</i> para Instrução Médica baseada em Simulação (Su et al, 2003)	Perfil e Preferências do Aprendiz	LOM	Utiliza ontologia para representar todos os conceitos com base no domínio de conhecimento	Regras de seqüenciamento
Proposta adotada nesta Tese	Palavra-chave, perfil do professor, e meta-informações de entrada	Modelo Conceitual de LO, com descrição em metadados implementado no LOM	Possui linguagem de especificação do seqüenciamento	Algoritmo de seqüenciamento com base nas teorias de aprendizagem

Os projetos de Yang et al (2002), Bouzeghoub et al (2003) e Su et al (2003) utilizam ontologia para descrever seus modelos de domínio, ou utilizam o IMS Content Packaging para empacotar seus conteúdos. Já a linguagem proposta neste trabalho representa um nível conceitual do seqüenciamento de objetos componentes, mostrando como o seqüenciamento dos LOs/OCs vai acontecer, ajudando o professor a ter uma visão antecipada de como ficará o seu curso, ao passo que o *IMS Simple Sequencing Specification* poderia ser visto como uma implementação deste seqüenciamento.

Quanto ao critério de definição do seqüenciamento, ele se apresentou de forma variada nos projetos selecionados. O projeto de Farrell et al (2004) tem como objetivo atender às necessidades do aluno para o aprendizado, diante do tempo disponível para aprender, desenvolvendo, assim, um algoritmo de árvore geradora mínima com base em uma estatística de relevância do LO e no tempo de execução de cada objeto. Outro projeto (Chen et al, 2002) deixa em aberto para que o projetista instrucional utilize uma das estratégias de seqüenciamento adotada pelo SCORM. O Projeto de Su et al (2003) tem o seu seqüenciamento baseado em eventos disparados por regras.

Em um formato simplificado, o Quadro 6.2 apresenta uma comparação entre o trabalho desenvolvido nesta tese e os trabalhos relacionados descritos neste capítulo.

Quadro 6.2: Quadro Comparativo Síntese com trabalhos Relacionados

Características de Avaliação	Trabalhos Relacionados	Proposta deste Trabalho
Forma de Seleção dos OCs	Palavra-chave, Preferências do Aprendiz	Termo de Entrada (palavra-chave), Meta Informação de Entrada, Perfil do Professor
Modelo de Metadados	LOM	Pode estar em qualquer padrão de Metadados
Critério de Definição para o Seqüenciamento	Características Físicas	Relacionamentos Semânticos/ teoria de aprendizagem
Esquema Conceitual de Composição	Apenas uma Proposta Inicial de Composição de LOs	Esquema Conceitual da Prática/ Esquema Conceitual da Composição
Algoritmo de Composição	Não é Especificado pela maioria; apenas um, cita Árvore Geradora Mínima	O Algoritmo tem como base Relacionamentos Semânticos/Teoria de Aprendizagem
Linguagem de Especificação	-	Propõe uma Linguagem de Especificação para o Contexto de e-Learning

6.7. Avanços Propostos

A proposta deste trabalho surgiu como uma possibilidade de o professor perceber como uma aula (ou disciplina, módulo, curso ou simplesmente um conjunto de conteúdos e atividades) proposta por ele será apresentada ao usuário final (aprendiz), com base em um Sistema de Gerência de Aprendizagem (LMS). Permite, também, compreender melhor a forma de implementar um objeto complexo, além de reduzir erros e eventuais omissões na implementação da solução. Ademais, este trabalho procurou, com base no algoritmo de seqüenciamento, seqüenciar os OCs de acordo com a teoria de aprendizagem adotada pelo professor. Uma linguagem cobre as formas possíveis de especificação de seqüências de OCs, contemplando as possíveis interações com a possibilidade de execução desses OCs implementados, segundo uma condição, a repetição de OCs segundo uma determinada condição, processamento paralelo de OCs, execução de OCs segundo uma ordem pré-determinada, a execução de OCs sem uma ordem pré-determinada e a execução de um subconjunto opcional de OCs. Assim, o professor terá uma visão geral de como será o seu curso, reduzindo erros e eventuais omissões na implementação da solução. Caso o professor não aprove a composição, ele poderá fazer sua adaptação, utilizando a linguagem de especificação adotada neste trabalho.