

### 3

## Arquitetura Proposta para um Ambiente de *E-Learning*

Neste capítulo apresentamos inicialmente diferentes níveis semânticos de informação a serem considerados em um ambiente de *e-learning*. Em seguida, definimos uma arquitetura para possibilitar a implantação destes diferentes níveis semânticos. O objetivo desta arquitetura é não só contribuir para a adoção de um modelo para representação do conteúdo educacional, mas também abrir caminho para outros trabalhos que venham a contribuir para a criação de uma infraestrutura de banco de dados segundo a nossa visão de *e-learning*.

### 3.1. Os Diferentes Níveis Semânticos

Ao analisarmos os processos de *e-learning* quanto ao que se refere aos conteúdos de aprendizagem, podemos observar três níveis semânticos de informação. A descrição destes níveis indica a necessidade de modelar a informação de acordo com diferentes esquemas semânticos. Os três níveis relacionados aos conteúdos de aprendizagem são:

1. Em um nível mais alto deve ocorrer a coordenação de conteúdos e atividades de aprendizagem de modo que os objetivos de aprendizagem sejam cumpridos. Isto implica em definir agrupamentos (geralmente seqüências) de conteúdos e atividades, considerando critérios tais como características dos alunos, pré-requisitos de conhecimento e ambiente de *e-learning*. Além destes agrupamentos, também há a necessidade de rastrear o desempenho dos alunos nas interações com o ambiente, conteúdo, atividades e outros participantes.
2. Em um nível intermediário devemos considerar os objetos de aprendizagem, principalmente aqueles que representam os conteúdos e atividades de aprendizagem. Portanto, é neste nível que se encontram os materiais digitais de ensino e aprendizagem, representados por arquivos multimídia e aqueles que representam

agrupamentos destes arquivos, através de composições representadas por *links* e descrições para contextualizar o conteúdo e atividades. Assim, além de representar os próprios arquivos multimídia dos materiais digitais de ensino e aprendizagem, é importante proporcionar visões destes objetos que sejam personalizadas em termos de conteúdo e interface segundo o perfil dos alunos e do próprio ambiente de aprendizagem.

3. Finalmente, em um terceiro nível observamos a necessidade de identificar e representar a semântica dos objetos de aprendizagem, ou seja, é importante estruturar e representar os conteúdos contidos nos objetos de aprendizagem. Assim, ao invés de reutilizar o material digital de ensino/aprendizagem, seria possível reutilizar os conteúdos contidos nos materiais de ensino/aprendizagem e a personalização proposta no nível intermediário seria facilitada.

A seguir descrevemos mais detalhadamente estes níveis semânticos.

### **3.1.1. Coordenação de Objetos e Atividades de Aprendizagem**

Neste nível é interessante observar a definição de um processo de aprendizagem, estabelecendo agrupamentos/seqüências de conteúdos e atividades que promovam a aprendizagem. Este processo deve ser instanciado segundo características dos alunos e do ambiente de aprendizagem. É ainda essencial garantir a sua flexibilização, uma vez que uma determinada instância pode ter que ser adaptada em função das características do andamento do próprio processo.

Podemos considerar a especificação de Projeto Instrucional proposta pela IMS Global Learning (2003) como uma base para a estruturação deste nível. O conceito fundamental desta especificação é que, independente do enfoque pedagógico, uma pessoa tem um papel no processo de ensino-aprendizagem (tipicamente de aluno ou professor/tutor). Neste papel, esta pessoa trabalha para atingir certos resultados, através de atividades de aprendizagem (LA - *Learning Activities*) ou de suporte mais ou menos estruturadas dentro de um ambiente. O ambiente consiste de objetos e serviços de aprendizagem a serem usados durante a realização das atividades.

Nesta especificação, qual papel desempenha quais atividades, em qual momento no processo, é determinado por um método ou por uma notificação. Um método é projetado segundo objetivos de aprendizagem (especificação dos resultados para os alunos) e pressupõe certos pré-requisitos (especificação do nível de entrada para os alunos).

Utilizando uma analogia com peças de teatro, um método consiste de uma ou mais peças concorrentes; uma peça consiste de um ou mais atos seqüenciais e um ato está relacionado a uma ou mais atuações concorrentes, sendo que cada atuação associa exatamente um papel a uma atividade ou estrutura de atividades. A atividade por sua vez descreve o que aquele papel deve fazer e qual ambiente está disponível a isto dentro do ato. Os atos em uma peça seguem-se uns aos outros em uma seqüência (embora comportamentos de seqüências mais complexas possam ocorrer dentro de um ato). O processo de ensino-aprendizagem pode ser modelado segundo esta noção de peça teatral brevemente descrita anteriormente.

Um método pode conter condições (i.e., regras Se-Então-Senão que refinam a visibilidade de atividades e entidades do ambiente para pessoas e papéis), definindo expressões booleanas sobre suas propriedades.

Uma notificação é disparada por um resultado e pode tornar uma nova atividade disponível para um certo papel executar. A pessoa que recebe a notificação não é necessariamente a mesma pessoa que cria o resultado. Por exemplo, quando um aluno finaliza uma atividade (= um resultado), então outro aluno ou o professor pode ser notificado e configurar outra atividade como uma conseqüência. Este mecanismo também pode ser usado para projetos de aprendizagem onde o fornecimento de uma atividade conseqüente pode ser dependente do tipo de resultado de atividades prévias (projetos adaptativos de configuração de tarefas).

Uma estrutura de atividades (agrupamento de atividades relacionadas) pode modelar uma seqüência ou uma seleção de atividades. Em uma seqüência, um papel tem que completar as diferentes atividades segundo uma estrutura na ordem definida. Em uma seleção, um papel pode selecionar um dado número de atividades do conjunto provido pela estrutura de atividades.

De modo a promover tais capacidades em um ambiente de *e-learning*, o uso da tecnologia de *workflows* tem se apresentado como uma solução interessante. A coordenação de atividades de aprendizagem de maneira flexível através do uso de

*workflows* é discutida em (Sadiq et al., 2002). Vantroys & Yvan (2001) apresentam o uso da Facilidade de Gerência de *Workflow* (*Workflow Management Facility*), estendendo-a para construir uma ferramenta de *workflow* de modo a atingir um *workflow* distribuído, cooperativo e adaptativo para *e-learning*.

Em (Pereira, 2004) foi igualmente apresentada uma abordagem baseada em *workflows*, usando planejamento automatizado de cursos em programas de aprendizado sob demanda, em que, a partir da formulação de listas de pré-requisitos, de restrições (idiomas, custos, duração, nível de aprofundamento, etc.) e de objetivos (formulados através de uma lista de pós-condições), o “orientador eletrônico” definiria um ou mais modelos de execução (planos) para a realização do programa. Tutores eletrônicos e/ou humanos colaborariam com o aluno durante a execução do mesmo.

Embora tenhamos citado o uso de *workflows*, outras opções poderiam ser igualmente investigadas, tais como uma coordenação de agentes ou serviços-web (*web-services*). A coordenação de agentes se dá, geralmente, através de negociações, enquanto que arquiteturas baseadas em serviços-web atualmente estão adotando *workflows* para sua coordenação.

### **3.1.2. Objetos de Aprendizagem**

No nível intermediário deve-se considerar a manipulação de objetos e atividades de aprendizagem. Atualmente há um grande enfoque em desenvolver materiais de aprendizagem que possam ser reutilizados. Embora não haja um procedimento padrão e regras bem definidas de como desenvolver tais objetos, algumas propostas de metodologias de desenvolvimento de LOs podem ser encontradas na literatura, tais como (Baruque et al., 2003; Wiley, 2000; Hamel & Ryan-Jones, 2002).

Uma vez desenvolvidos, estes objetos devem ser armazenados/referenciados recorrendo a repositórios. Repositórios globais de conteúdos de aprendizagem são cada vez mais comuns na Internet, tais como o TeleCampus (Telecampus, 2004), o Campus Alberta Repository of Educational Objects (CAREO, 2004) e o Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (MERLOT, 2004). Os repositórios globais geralmente mantêm *links* para conteúdos de aprendizagem que se encontram na Web, embora alguns deles armazenem

fisicamente os conteúdos. Além dos repositórios globais, há também uma tendência ao uso de repositórios locais e dos baseados no enfoque par-a-par (*peer-to-peer – P2P*), tal como no projeto Edutella (Wolf, 2001). Segundo Richards et al. (2002), a chave para uma estratégia bem-sucedida de repositórios de LOs está na habilidade dos repositórios compartilharem informação, trocarem registros sobre LOs, e proverem acesso aos próprios objetos. Assim, neste contexto, os metadados de LOs têm um papel fundamental e o uso de padrões tais como o IEEE LOM (IEEE LTSC, 2002), torna-se cada vez mais importante. Entretanto, o uso de repositórios locais e aqueles baseados em par-a-par deve levar a uma proliferação de dialetos de metadados, pois há um interesse em estender as propostas de padrões existentes, como as abordagens descritas em (Song, 2002; Zhang et al., 2002; Siqueira et al., 2003a). Isto complicaria a escolha e adoção de padrões.

Neste nível intermediário estão os objetos de aprendizagem relativos ao conteúdo e às atividades de aprendizagem. Entretanto, também poderiam ser consideradas outras representações (ou tipos de objetos) tais como os didáticos e instrucionais conforme proposto em (Mayorga et al., 1999; Barbosa et al., 2003; Redeker, 2003). Além disto, é interessante notar que os LOs poderiam ser personalizados em termos de conteúdo e apresentação às características do ambiente e principalmente do aluno, resultando em um conjunto de objetos que poderiam estar materializados segundo diferentes visões do mesmo objeto, seguindo idéias similares às apresentadas em (Rodriguez et al., 2002).

Por fim, recentemente tem sido discutida uma nova geração de objetos de aprendizagem, chamados de objetos de aprendizagem espertos (*smart learning objects*), em que um comportamento ativo deve ser considerado (Downes, 2002; Mohan & Brooks, 2003), ou seja, estes objetos deverão ser capazes de realizar muitas das tarefas tipicamente associadas aos sistemas de gerência de conteúdo de aprendizagem (*Learning Content Management Systems – LCMs*).

### **3.1.3. Objetos de Informação**

Em um terceiro nível de abstração relacionado à informação a ser gerenciada em *e-learning*, estão as estruturas relacionadas ao conteúdo contido em LOs. Assim, propomos a estruturação e representação da semântica contida nos

materiais de aprendizagem, ou seja, do próprio conteúdo do material de aprendizagem. Deste modo, através destas estruturas, seria possível reutilizar o conteúdo contido nos materiais de ensino/aprendizagem ao invés de reutilizar os próprios materiais. Por exemplo, seria possível reutilizar um determinado conceito, através de suas definições e exemplos de interesse, ao invés de reutilizar um determinado arquivo .pdf contendo um texto sobre este assunto. Deste modo o reuso estaria sendo maior ao mesmo tempo em que um conteúdo altamente personalizado também seria viável.

Algumas abordagens similares podem ser encontradas na literatura. Merrill et al. (1990b; 1996; 2000) sugerem o uso de uma base de conhecimento que poderia ser utilizada para originar os conteúdos de aprendizagem definidos no nível intermediário. Wiig & Wiig (1999) apresentam a idéia de aprendizagem conceitual, abordando o uso de mapas associativos, mapas conceituais, mapas de comparações e contrastes, mapas temáticos, mapas de estruturas, mapas de processos e seqüências e mapas de relações dinâmicas.

O uso de mapas conceituais para aprendizagem tem sido muito discutido em *e-learning*. Garrido & Tramullas (2004) sugerem que mapas de tópicos ou *Topic Maps* (TopicMaps.Org, 2001) podem ser utilizados como uma forma alternativa para representar mapas conceituais. Aroyo & Dicheva (2002) apresentam um enfoque baseado em conceitos, em que camadas de conteúdo, aplicação e apresentação são discutidas para uma ferramenta de autoria baseada em ontologias. McGuinness (2002) discute ontologias como um espectro indo desde vocabulários controlados, thesaurus, taxonomias até teorias ou lógicas com restrições mais formais. Deste modo, o uso de mapas de tópicos também poderia ser visto como uma forma de ontologia.

Wilson (2004) discute o papel de ontologias no ensino e aprendizagem, mas, assim como outras propostas, tais como (Qin & Hernández, 2004; Qin & Finneran, 2002; Brase & Nejdil, 2003a; Brase et al., 2003b), também aborda a associação de metadados a ontologias para promover melhor acesso aos conteúdos de aprendizagem.

Barritt & Lewis (2000) apresentam um conjunto de tipos de conteúdos (conceito, fato, procedimento, princípio e processo) que são formados por componentes (ex.: conceito é formado por introdução, definição, fatos, exemplos, contra-exemplos, analogias e notas do instrutor). Esta proposta poderia ser

considerada na definição de um esquema para o terceiro nível proposto. Entretanto, fomos informados de que não há relatos sobre um possível banco de dados destes conteúdos e que o projeto foi descontinuado (Crowley, 2004; MDS Cisco.com, 2004; Gillespie, 2004).

Siqueira et al. (2004a) apresentam a idéia de estruturar os objetos de aprendizagem relativos a conteúdos a partir de uma arquitetura de esquemas. O esquema representativo dos conteúdos contidos na aprendizagem estende a proposta discutida no *Knowledge Manifold* (Naeve, 1997). Segundo esta abordagem, conteúdos de aprendizagem são organizados a partir de um conjunto de fatos, que podem ser expandidos através de interações (entre alunos e alunos-professores) e estão associados a um determinado contexto. Conteúdos mais elaborados são formados através de associações ou composições e então são organizados segundo características específicas de apresentação, ou seja, recebem estruturas de apresentação específicas e originam arquivos de formatos previamente definidos. Por exemplo, em relação a objetos textuais, poder-se-ia considerar estruturas de apresentação tais como cores, tipos de fontes e formatos tais como .pdf ou .doc.

Na próxima seção apresentamos estes diferentes níveis semânticos em uma arquitetura proposta para um ambiente de *e-learning*.

### **3.2. A Arquitetura Proposta**

A arquitetura proposta resulta de uma visão evolutiva do contexto atual de *e-learning*. Assim, apresentamos na sub-seção 3.2.1 a primeira e a segunda ondas de *e-learning* e na sub-seção 3.2.2 propomos nossa visão da terceira onda de *e-learning*. Em seguida, na sub-seção 3.2.3, propomos uma integração destas três ondas, apresentando a arquitetura proposta. Por fim, na seção 3.3, apresentamos uma especificação em UML dos modelos da arquitetura proposta.

#### **3.2.1. A Primeira e a Segunda Ondas de *E-Learning***

Atualmente há uma grande discussão sobre a diferença entre Sistemas de Gerência de Aprendizagem (*Learning Management Systems - LMSs*), Sistemas de Gerência de Conteúdo (*Content Management Systems - CMSs*) e Sistemas de Gerência de Conteúdo de Aprendizagem (*Learning Content Management Systems*

- *LCMSs*). Conforme apresentado em (ITG, 2003), enquanto um LMS enfoca questões administrativas tais como o registro de alunos e o rastreamento de seu progresso nos cursos, um CMS considera a gerência de conteúdo e um LCMS está mais orientado a todo o processo de criação e gerência de conteúdo de aprendizagem. Assim, um LCMS considera funcionalidades como a criação de novo conteúdo, a captura de conhecimento (no contexto empresarial), a composição de conteúdo já existente e o armazenamento e recuperação do conteúdo de aprendizagem.

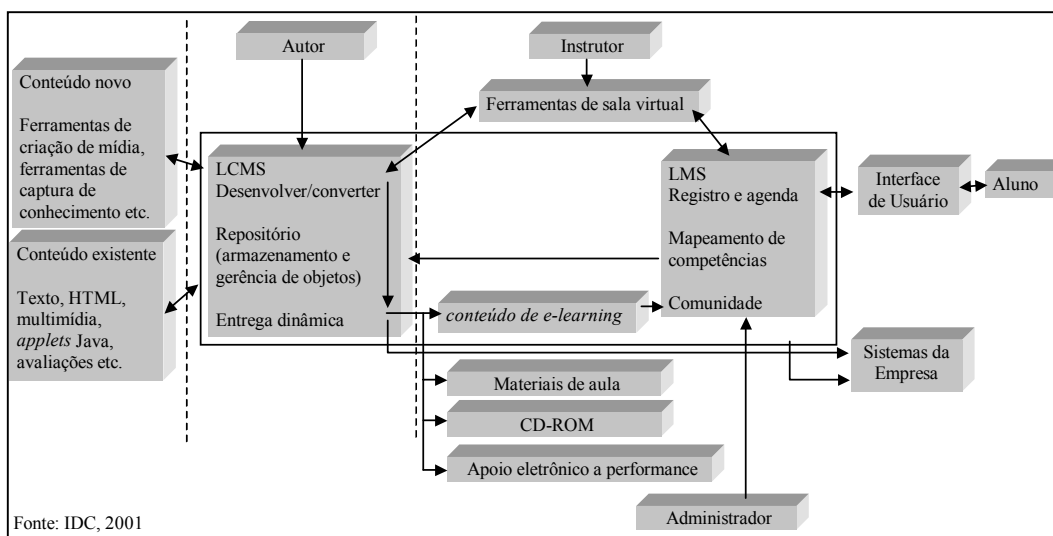


Figura 3.1 – Integração de LMS e LCMS em um “ecossistema” de *e-learning*

Apesar desta discussão, segundo Brennan et al. (2001) podemos verificar uma integração de LMS e LCMS em um “ecossistema” de *e-learning* (Figura 3.1). Em uma integração consistente, um LMS pode gerenciar comunidades de usuários, permitindo que cada uma delas possa acessar os objetos apropriados, que são armazenados e gerenciados pelo LCMS. Ao disponibilizar um determinado conteúdo, o LCMS também pode rastrear o progresso individual dos alunos, registrar resultados de testes e passar esta informação para o LMS que provê relatórios mais elaborados.

De acordo com Lennox (2001), o surgimento dos LMSs corresponde a uma primeira onda em *e-learning* mais voltada a questões administrativas, enquanto os LCMSs se apresentam como uma segunda onda em *e-learning* provendo uma gerência dos conteúdos de aprendizagem, com enfoque em reuso.

Na próxima seção apresentamos nossa visão da terceira onda de *e-learning*.



### 3.2.2. A Terceira Onda de *E-Learning*

Nossa proposta para *e-learning* se baseia na visão dos diferentes níveis semânticos de informação (descritos na seção 3.1) ao mesmo tempo que considera a arquitetura de esquemas apresentada em (Siqueira et al., 2004a). Nesta arquitetura de esquemas (Figura 3.2), indicamos que um LO deve se basear em componentes que expressem e representem o seu conteúdo, que se encontra em um determinado contexto de aprendizagem. Este conteúdo pode ser trabalhado através de interações entre os participantes da aprendizagem, gerando novas estruturas de conteúdo. Entretanto, LOs corresponderiam a composições sobre estas estruturas de conteúdo (e contexto), sendo representadas conforme uma determinada estrutura de apresentação.

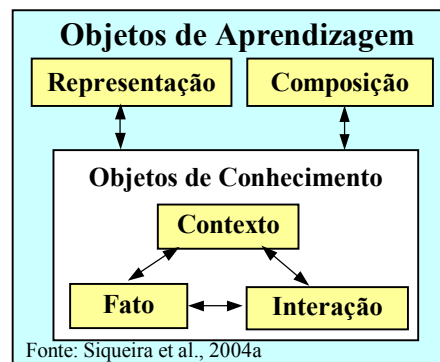


Figura 3.2 – Arquitetura de Esquemas para LOs

A arquitetura proposta considera um repositório para estas estruturas de conteúdo. Este repositório será indicado pela sigla ReI – Repositório de Informação. A partir deste ReI torna-se possível criar estruturas mais complexas, que poderiam corresponder a estruturas de objetos de aprendizagem, embora um comportamento mais automático e uma modelagem das funções exercidas por estes objetos também sejam desejáveis. Os esquemas destes objetos de aprendizagem são armazenados em um repositório indicado pela sigla ReCEITA – Repositório dos Componentes Estruturais de Instrução, Treinamento e Aprendizagem. A partir de estruturas de apresentação específicas para cada participante (ou grupos de participantes) da aprendizagem, os esquemas armazenados no ReCEITA são transformados em arquivos de apresentação, sendo organizados e gerenciados de modo a promoverem a aprendizagem e conhecimento. Os repositórios destes arquivos de apresentação serão indicados pela sigla OURO – Organização e Uso Referente ao Objetivo. Estes três

componentes da arquitetura proposta (ReI, ReCEITA e OURO) são representados na Figura 3.3.

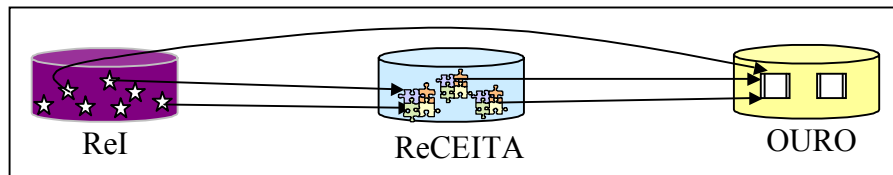


Figura 3.3 – Os componentes da terceira onda de *e-learning*.

Deste modo, podemos dizer que o ReI dá ReCEITAs para o OURO, ou seja, através de objetos que representam o conteúdo a ser aprendido, temos uma organização que indica possíveis caminhos a serem percorridos neste conteúdo de modo a realmente aprender ou atingir determinados objetivos.

Em relação aos três níveis de informação apresentados na seção 3.1, temos que o ReI armazena objetos de informação, o ReCEITA armazena as estruturas representativas (ou esquemas) dos objetos e atividades de aprendizagem e o OURO gerencia/coordena estes objetos e atividades em um contexto de execução de curso.

É interessante ressaltar que diversas características se tornam necessárias a cada um destes componentes, segundo nossa visão de *e-learning*. O ReI deve ser capaz de organizar todos os conteúdos a serem utilizados no ensino/aprendizagem. Para isto é importante que um esquema representativo dos tipos de conteúdo para cada área de conhecimento seja integrado com todos os outros de modo a possibilitar uma visão integrada do conteúdo. É importante considerar, também, as diferenças relativas ao tipo de informação a ser trabalhada, ou seja, elementos textuais e não-textuais devem ser considerados. Além disto, diferentes visões sobre o mesmo conteúdo devem ser providas, considerando diferentes pontos de vista e/ou abordagens.

O ReCEITA considera apenas o esquema de dados e funções/atividades dos LOs e LAs, ou seja, torna-se necessário um modelo que permita a representação de funções e atividades para cada tipo de objeto, bem como a própria representação de associações específicas de um conjunto de objetos relacionados segundo um determinado contexto de aprendizagem. Isto implica em promover um modelo de flexibilização do conteúdo e sua apresentação que são instanciados conforme as características de cada participante. Isto vai bem além da visão atual de LOs.

Por fim, o OURO representa a gerência de objetos e atividades de aprendizagem no contexto de cada participante, ou seja, a estrutura definida e armazenada no ReCEITA deve ser instanciada conforme as características de cada participante e, a partir daí, o OURO possibilita a aprendizagem, sendo responsável por gerenciar o acesso aos LOs, o progresso do aluno no desenvolvimento das atividades e adaptações necessárias no conteúdo e atividades através de acessos diretos ao ReI ou mesmo a novas instâncias a partir de determinada estrutura do ReCEITA.

O ReI inclui a representação dos fatos e interações e parte do componente contextual da arquitetura de esquemas da Figura 3.2. O ReCEITA envolve a composição e parte do contexto, enquanto o OURO define a representação e finaliza o contexto.

### 3.2.3. Uma Integração das Três Ondas de *E-Learning*

Nesta subseção apresentamos uma integração de LCMS, LMS e os componentes da terceira onda proposta para *e-learning*. Na arquitetura proposta (Figura 3.4) os repositórios de LOs (encontrados nos LCMSs) são as fontes de informação para o ReI, sendo que os conteúdos contidos nestes objetos devem ser extraídos, transformados e carregados no ReI, gerando nosso banco de dados com uma visão integrada da informação.

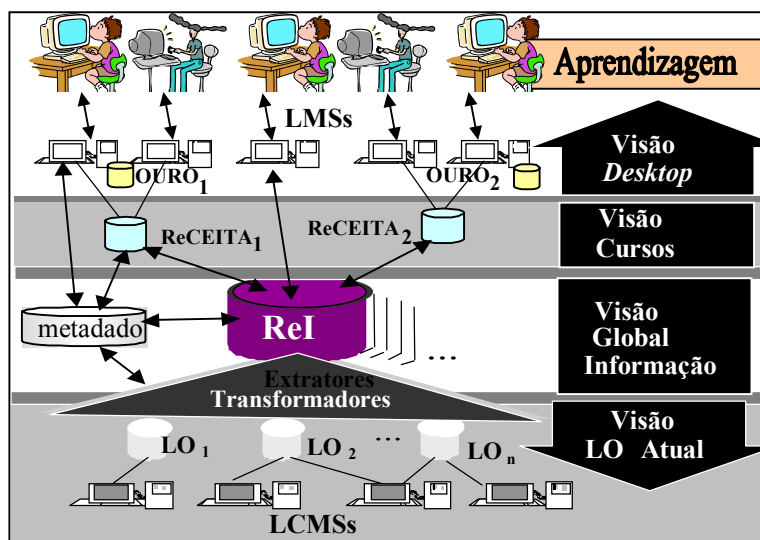


Figura 3.4 – A Arquitetura Proposta

Visões sobre os conteúdos representados no ReI podem ser definidas de modo a gerar combinações de conteúdos a serem ensinados, constituindo

ReCEITAS. Estas visões não precisam ser materializadas neste momento porque ainda não estão explícitas as características de formatação e interface de usuário. Entretanto, o esquema destas visões são de grande importância para indicar o acesso aos conteúdos no ReI.

Por fim, aplicações podem criar uma cópia materializada dos esquemas representados no ReCEITA, permitindo uma maior autonomia na manipulação dos objetos e atividades de aprendizagem. Estas aplicações são responsáveis por gerenciar a aprendizagem, ou seja, o acesso aos conteúdos e atividades, bem como o progresso de cada participante. Este rastreamento e coordenação dos objetos e atividades de aprendizagem são armazenados no OURO. LMSs podem então receber os resultados destas manipulação encontradas no OURO de modo a apresentar relatórios mais elaborados.

É interessante observar que o ReI deve apresentar uma visão integrada (armazenando todos os conceitos de todas as áreas de conhecimento) e não volátil (ou seja, atualizações não são constantes). Além disto, o ReI considera diferentes pontos de vista em termos de tempo e autor, sendo, portanto, os conteúdos variáveis no tempo e em relação a autoria. Por outro lado, um ReCEITA pode ou não ser materializado, contendo visões parciais do conteúdo (voltadas para um determinado assunto ou curso).

Na próxima seção podem ser encontrados diagramas UML representando casos de uso da arquitetura proposta, bem como um conjunto de classes para cada nível de informação.

### **3.3. Especificação em UML dos Modelos da Arquitetura Proposta**

Apresentamos nesta seção uma especificação em UML dos modelos da arquitetura proposta. Para o desenvolvimento dos diagramas foi utilizada a ferramenta *Together Architect*, da Borland (BORLAND, 2004). Vale a pena ressaltar que esta especificação está em alto nível.

Identificamos, no nível conceitual, três atores principais (*Administrador*, *Autor* e *Participante*) que executam onze casos de uso. Como podemos verificar na Figura 3.5, os atores *Administrador do ReI*, *Administrador do ReCEITA* e *Administrador do OURO* são especializações do ator *Administrador*. O ator *Autor* representa aquele que acrescenta conteúdo ao ambiente, ou seja, que cria novos

conteúdos, este conteudista é em geral um professor, embora alunos também possam fazer este papel, por exemplo, através do desenvolvimento de trabalhos. O ator *Participante* representa todos aqueles que participam de atividades de aprendizagem, em geral tutores e alunos. Faremos a seguir uma breve descrição dos casos de uso.

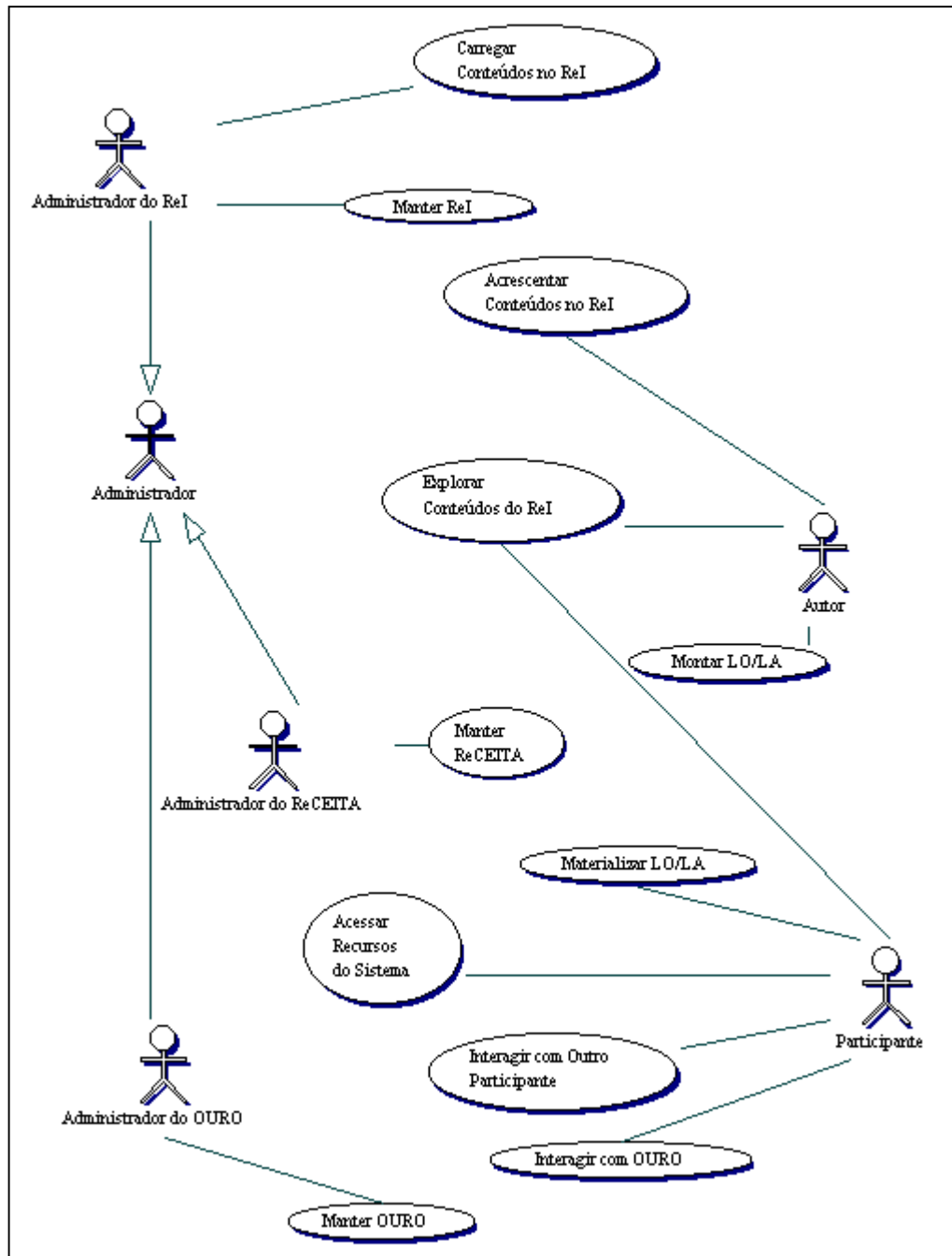


Figura 3.5 – Modelo de Casos de Uso da Arquitetura Proposta (nível conceitual)

**Carregar Conteúdos no ReI.** A partir das fontes de dados, ou seja, de repositórios de materiais educacionais, geralmente incluídos na infraestrutura de LCMSs, o *Administrador do ReI* deve providenciar a extração dos conteúdos contidos nestes materiais, sua transformação, segundo o modelo e esquema do ReI, para então fazer a carga destas informações. Esta carga deve ser periódica e incremental.

**Manter ReI.** Este caso de uso trata de questões relacionadas à gerência do repositório tais como controle de acesso, geração de índices, *backup* e restauração e distribuição (quando for o caso de repositórios distribuídos).

**Acrescentar Conteúdos no ReI.** Além das cargas que acrescentam informações no ReI, também é possível acessar diretamente o ReI, adicionando novos conteúdos.

**Explorar Conteúdos do ReI.** O acesso à informação armazenada no ReI tem como objetivo explorar os conteúdos lá existentes, navegando através destes conteúdos, de modo a construir conhecimento.

**Montar LO/LA.** Este caso de uso trata a montagem das estruturas de LOs (esqueleto, esquema) a partir dos conteúdos armazenados no ReI. Isto implica em determinar os agrupamentos (em geral seqüências) de conteúdos e seus relacionamentos e definir as atividades relacionadas de modo a formar estruturas mais complexas como tópicos, aulas e cursos. Estas estruturas são então armazenadas no Repositório dos Componentes Estruturais de Instrução, Treinamento e Aprendizagem (ReCEITA).

**Manter ReCEITA.** Engloba as funcionalidades relacionadas com a administração e gerência deste repositório de componentes estruturais.

**Materializar LO/LA.** Consiste na materialização das estruturas definidas e armazenadas no ReCEITA, considerando as características do ambiente de *e-learning* bem como as do participante da experiência de aprendizagem. Esta materialização corresponde à conversão da estrutura em um arquivo de mídia, acessível ao participante.

**Acessar Recursos do Sistema.** Esse caso de uso trata do acesso aos recursos disponibilizados ao participante. Estes recursos correspondem a serviços de um ambiente de *e-learning* (tais como *chats*, listas de discussão etc.) ou materiais de conteúdo (objetos e/ou atividades de aprendizagem). Engloba

também o rastreamento deste acesso e uso pelo sistema, sendo armazenados no OURO.

**Interagir com Outro Participante.** Engloba a interação entre participantes da aprendizagem através de serviços oferecidos pelo ambiente de *e-learning*. Difere do caso de uso anterior porque considera o rastreamento da própria interação entre os participantes (e não apenas em relação ao acesso ao serviço).

**Interagir com OURO.** Consiste na interação de um participante de modo a analisar os rastreamentos de acesso e uso do ambiente de *e-learning*. Engloba também as atividades de suporte ao ambiente.

**Manter OURO.** Engloba as funcionalidades relacionadas com a administração e gerência deste repositório de organização e uso de conteúdo e atividades de *e-learning*.

Seguem as descrições dos fluxos típicos dos casos de uso do diagrama da Figura 3.5.

<b>Caso de Uso</b>	Carregar Conteúdos no ReI
<b>Ator(es)</b>	Administrador do ReI
<b>Descrição</b>	Carga dos conteúdos contidos nos materiais de aprendizagem que estão armazenados nos sistemas fontes (em geral LCMSs). Para tal, o administrador do ReI ativa serviços que acessam os sistemas, extraem as informações desejadas, que são transformadas e posteriormente carregadas no repositório de informação (ReI).
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe janela de ativação da carga no ReI.
2	Administrador dispara o processo de carga.
3	Sistema percorre cada repositório de materiais de aprendizagem, buscando conteúdos ainda não carregados no ReI e que serão extraídos.
4	Sistema utiliza esquema do ReI para organizar os novos conteúdos (acrescentando datas e autoria) e, integra então os conteúdos provenientes de extrações das diversas fontes (para não resultar em duplicatas).
5	Sistema carrega novos conteúdos no ReI.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.1: Descrição do caso de uso *Carregar Conteúdos no ReI*

<b>Caso de Uso</b>	Manter ReI
<b>Ator(es)</b>	Administrador do ReI
<b>Descrição</b>	Administração e gerência do repositório.

<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	O sistema indica questões críticas de administração do repositório, tais como controle de acesso de usuário, necessidade de índices e necessidade de <i>backup</i> .
2	O administrador executa procedimentos de gerência e melhora a performance e segurança do repositório.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.2: Descrição do caso de uso *Manter Rel*

<b>Caso de Uso</b>	Acrescentar Conteúdos no Rel
<b>Ator(es)</b>	Autor
<b>Descrição</b>	Inclusão de novos registros no repositório de informação, juntamente com seus metadados.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe formulário para cadastramento dos conteúdos e respectivos metadados.
2	Autor preenche formulário e submete ao servidor os conteúdos e metadados.
3	Sistema armazena os conteúdos e metadados no repositório.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.3: Descrição do caso de uso *Acrescentar Conteúdos no Rel*

<b>Caso de Uso</b>	Explorar Conteúdos do Rel
<b>Ator(es)</b>	Autor e/ou Participante
<b>Descrição</b>	Navegação através dos conteúdos armazenados no Rel.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe interface de pesquisa de termos e tipo de conteúdo a ser explorado.
2	Participante entra com os dados para a busca e submete a consulta.
3	O sistema processa a pesquisa nos registros do Rel e retorna o resultado da consulta.
4	Autor/participante navega no resultado da pesquisa bem como em conteúdos relacionados aos resultados da pesquisa.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.4: Descrição do caso de uso *Explorar Conteúdos do Rel*

<b>Caso de Uso</b>	Montar LO/LA
<b>Ator(es)</b>	Autor
<b>Descrição</b>	Montagem da estrutura que dá origem a LO/LA, ou seja, definição e armazenamento de esquema de LO/LA em ReCEITA.



<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema apresenta interface de pesquisa de conteúdos armazenados no ReI.
2	Autor entra com dados para a busca e submete a consulta.
3	Sistema executa a busca e retorna os resultados.
4	Autor navega pelos conteúdos do resultado e seus relacionamentos, selecionando os de interesse. Após selecionar todos os conteúdos de interesse, o autor define os agrupamentos (geralmente seqüências) para os conteúdos e submete a estrutura para armazenamento.
5	Sistema armazena estrutura no ReCEITA.
6	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.5: Descrição do caso de uso *Montar LO/LA*

<b>Caso de Uso</b>	Manter ReCEITA
<b>Ator(es)</b>	Administrador do ReCEITA
<b>Descrição</b>	Administração e gerência do repositório.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	O sistema indica questões críticas de administração do repositório, tais como controle de acesso de usuário, necessidade de índices e necessidade de <i>backup</i> .
2	O administrador executa procedimentos de gerência e melhora a performance e segurança do repositório.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.6: Descrição do caso de uso *Manter ReCEITA*

<b>Caso de Uso</b>	Materializar LO/LA
<b>Ator(es)</b>	Participante
<b>Descrição</b>	Materialização da estrutura de LO/LA armazenada no ReCEITA em um arquivo de mídia acessível pelo participante.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe conjunto de estruturas armazenadas no ReCEITA que podem ser recuperadas pelo participante.
2	Participante seleciona estrutura desejada, configurando as restrições de ambiente e suas características de aprendizagem e ativando a transformação ( <i>rendering</i> ).
3	Sistema faz a transformação/conversão da estrutura em um arquivo específico de mídia e disponibiliza-o ao participante.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.7: Descrição do caso de uso *Materializar LO/LA*

<b>Caso de Uso</b>	Acessar Recursos do Sistema
<b>Ator(es)</b>	Participante
<b>Descrição</b>	Seleção e recuperação de arquivos de mídia e serviços do ambiente/sistema de <i>e-learning</i> .
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe conjunto de arquivos de mídia e serviços disponíveis ao participante.
2	Participante seleciona o arquivo ou serviço desejado e solicita seu acesso (visualização, <i>download</i> ou execução).
3	Sistema entrega arquivo de mídia ao participante ou executa serviço.
4	Sistema rastreia o acesso do participante, armazenando o resultado de rastreamento.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.8: Descrição do caso de uso *Acessar Recursos do Sistema*

<b>Caso de Uso</b>	Interagir com Outro Participante
<b>Ator(es)</b>	Participante
<b>Descrição</b>	Rastreamento de interação entre participantes.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe serviços de interação disponíveis
2	Participante seleciona um serviço de interação e começa a interagir com outro participante.
3	Sistema rastreia esta interação, armazenando resultado de rastreamento.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.9: Descrição do caso de uso *Interagir com Outro Participante*

<b>Caso de Uso</b>	Interagir com OURO
<b>Ator(es)</b>	Participante
<b>Descrição</b>	Rastreamento de interação de participante com o próprio ambiente, bem como análise de rastreamentos.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema exibe serviço de suporte do ambiente e tela de consulta a rastreamentos.
2	Participante executa a consulta a partir da entrada de dados ou ativa um dos serviços e começa a interação.
3	Sistema exibe o resultado da consulta e retorna ao passo 2 para a execução do serviço de análise de rastreamentos ou rastreia a interação e armazena o resultado do rastreamento.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.10: Descrição do caso de uso *Interagir com OURO*

<b>Caso de Uso</b>	Manter OURO
<b>Ator(es)</b>	Administrador do OURO
<b>Descrição</b>	Administração e gerência do repositório.
<b>Curso Típico dos Eventos</b>	
<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>
	O sistema indica questões críticas de administração do repositório, tais como controle de acesso de usuário, necessidade de índices e necessidade de <i>backup</i> .
	O administrador executa procedimentos de gerência e melhora a performance e segurança do repositório.
	* Fim do caso de uso *

Tabela 3.11: Descrição do caso de uso *Manter OURO*

Dividimos o modelo de classes em três pacotes (Figura 3.6), conforme os três níveis de informação descritos na seção 3.1: OURO, ReCEITA e ReI.

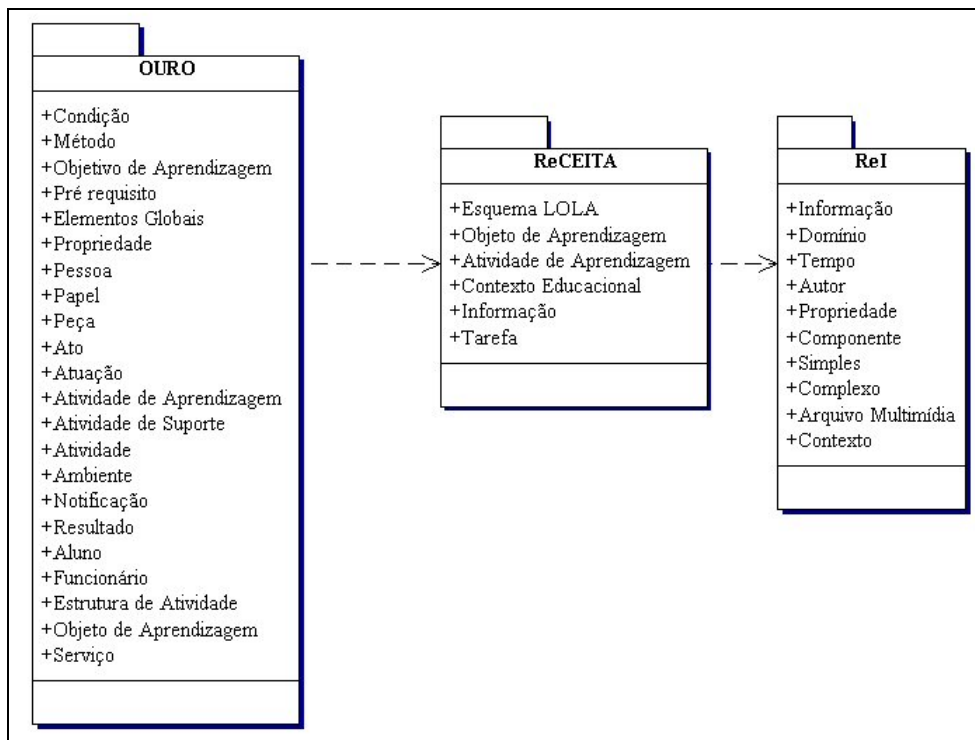


Figura 3.6 – Pacotes de Classes da Arquitetura Proposta

As classes definidas no pacote OURO, representadas na Figura 3.7, são referentes ao nível OURO correspondente da arquitetura proposta. Este diagrama representa o modelo conceitual do projeto geral de aprendizagem, conforme proposto pelo IMS (IMS, 2003).



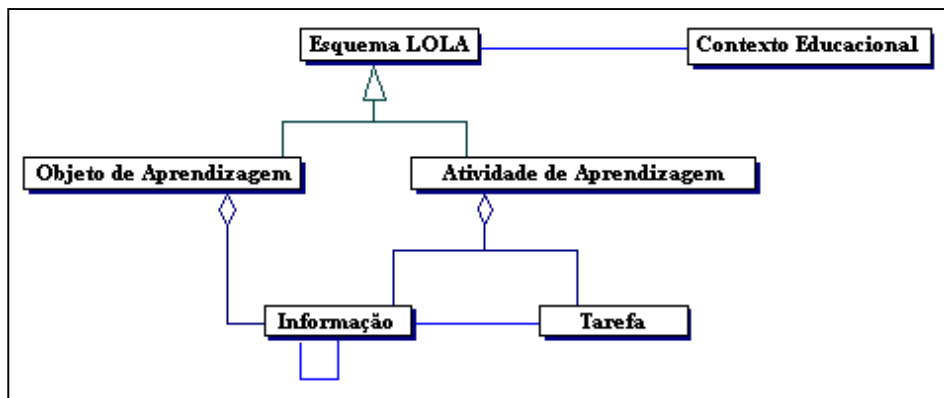


Figura 3.8 – Modelo Conceitual dos Componentes Estruturais do ReCEITA

Conforme definido na Figura 3.8, um componente estrutural do ReCEITA (esquema de um LO ou de uma LA) define um LO ou uma LA. Este componente estrutural é definido em um determinado contexto educacional. Enquanto o LO é composto por objetos de informação, um LA além de conter tarefas também contém objetos de informação necessários ao entendimento e execução das tarefas. Objetos de informação inter-relacionam-se, formando redes de informação (ou conteúdos mais complexos).

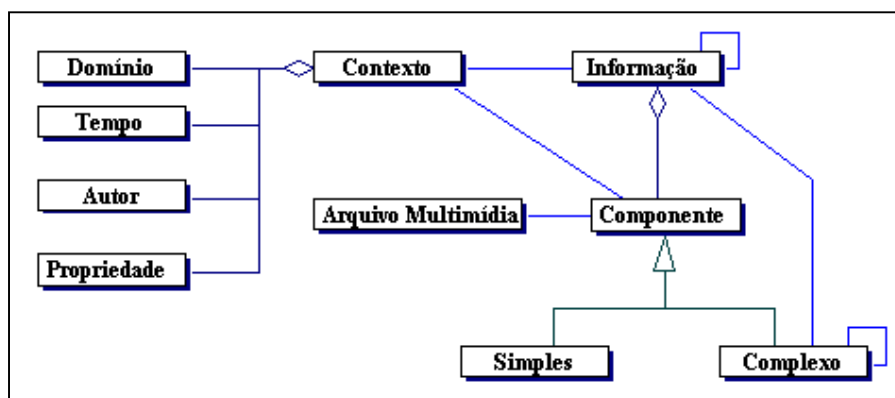


Figura 3.9 – Modelo Conceitual do Conteúdo de Aprendizagem (Rel)

Conforme ilustrado na Figura 3.9, um objeto de informação está relacionado a um determinado contexto. Deste modo, ele está relacionado a determinados domínios ou áreas de conhecimento, é definido em um determinado momento no tempo, por um determinado autor e também pode tornar-se propriedade de uma determinada instituição ou organização.

Objetos de informação se relacionam com outros objetos de informação de modo a formar redes de informação. Do mesmo modo, objetos de informação são compostos de estruturas básicas de um objeto de informação, chamadas de componentes (estruturas conceituais definidas através de um esquema para a informação).

Componentes podem estar relacionados a determinados arquivos multimídia. Um componente pode ser simples ou complexo (estando relacionado a outros componentes e/ou informações).

No próximo capítulo apresentamos uma proposta de representação dos conteúdos contidos nos LOs, através da definição do EduCO – um modelo para conteúdos educacionais descrito em OWL. O EduCO constitui-se no arcabouço necessário à criação dos ReIs.