

## Arquiteturas de Suporte à Aprendizagem Colaborativa Sensível ao Contexto

Francisco Medeiros<sup>1</sup> (IFPB)

Patrícia Tedesco<sup>2</sup> (UFPE)

Alex Gomes<sup>3</sup> (UFPE)

### Resumo:

A nova geração de Ambientes Virtuais de Aprendizagem tem a responsabilidade de gestão, organização e reutilização de conteúdos, bem como de prover ambientes mais flexíveis quanto à oferta de conteúdos e ferramentas de apoio ao aluno. Para isso, o suporte arquitetural é essencial para facilitar ao desenvolvimento e proliferação de serviços de aprendizagem eletrônica sensível ao contexto. Este trabalho tem como objetivo apresentar o estado da arte sobre as arquiteturas de apoio à aprendizagem colaborativa sensíveis ao contexto, sintetizando-as quanto à aquisição dos dados, armazenamento, processamento, características de uso de contexto, padrões de conteúdo adotados e infra-estrutura de comunicação.

**Palavras-chave:** arquitetura, aprendizagem eletrônica e contexto.

### Abstract:

The new generation of Learning Management Systems is responsible for management, organization and reuse of content as well as to provide environments more flexible about the provision of content and tools to support the student. For this, the architectural support is essential to facilitate the development and proliferation of electronic services for learning context-awareness. This paper aims to present a survey on the architectures for collaborative learning context-aware, synthesizing regarding data acquisition, storage, processing, use of context, content description metadata and communication infrastructure.

**Keywords:** architecture, CSCL and context.

## 1. Introdução

Há um esforço no intuito de se criar projetos e se desenvolverem políticas educacionais que ofereçam espaços que permitam identificar e socializar o conhecimento das pessoas nas organizações e instituições de ensino, intermediadas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Adequar os meios tradicionais de ensino ao aprendizado eletrônico é uma tarefa complexa e tem sido tema de grupos de estudo envolvendo pesquisadores das áreas educacionais e tecnológicas [Zaina 2008].

Em tempos em que a Internet e aplicações Web tornam-se fundamentais para o desenvolvimento das interações humanas em suas diversas extensões, a área educacional também tem sido bastante beneficiada. Novos conceitos e formas de aprendizagem como a Educação a Distância (EaD) surgem a partir da convergência entre a área pedagógica e tecnológica.

A fim de apoiar o processo de ensino, foram desenvolvidos os LMS (*Learning Management System*) [Connolly e Stanfileld, 2006], que são aplicativos projetados para atuarem como salas de aula virtuais, proporcionando várias possibilidades de interações entre os seus participantes. Essa interação foi possível graças ao desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias voltadas para a web, onde os processos de interação em tempo real passaram a ser uma realidade, permitindo com que o aluno tenha contato com o conhecimento, com o professor e com outros alunos, por meio de uma sala de aula virtual em qualquer lugar e a qualquer momento. No Brasil, o termo LMS também tem sido denominado de AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem).

Estudiosos ressaltam que não se pode conceituar o Ambiente Virtual de Aprendizagem apenas como uma ferramenta tecnológica de informação. Os AVAs devem constituir uma perspectiva para além da disponibilização de informação por meio de um conjunto de ferramentas. Atrélado ao conjunto desse ferramental, inserem-se os objetivos educacionais apontados pela proposta metodológica adotada no ambiente. Os interesses dos pesquisadores têm se voltado para o

desenvolvimento de estudos focados no processo pedagógico dos AVAs, destacando-se nesse aspecto a Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional ou *Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL)* [Dillebourg 2000].

### 1.1. Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional

O termo Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional, que vem do inglês *Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*, significa um paradigma que pressupõe que alunos estudem em grupos, compartilhando conhecimento e ajudando uns aos outros na resolução de dúvidas e problemas que são comuns no processo de ensino aprendizagem [Felix e Tedesco 2008].

Ambientes CSCL englobam ferramentas que ajudam como mediadoras no processo de ensino provendo uma aprendizagem colaborativa, para isso, esses ambientes trabalham com vários tipos de mídias, animações, simulações e exemplos na tentativa de maximizar a percepção por parte dos alunos e melhorar o processo de aprendizagem [Cabral e Siebra 2008].

Apesar da aprendizagem eletrônica e dos ambientes CSCL serem uma realidade, além de comprovadamente trazerem benefícios em relação à aprendizagem tradicional [Passos 2006], o suporte a adaptação desses sistemas ao usuário caminha em passos mais lentos, apesar desta discussão vir desde a década de 70. Os ambientes CSCL precisam ser inteligentes o suficiente para interpretar as informações que são relevantes ao grupo, a um usuário individualmente e ao próprio ambiente que está sendo utilizado para a realização de uma atividade colaborativa.

Um ambiente de aprendizagem eletrônica adaptativo se caracteriza por considerar características do aprendiz e do conteúdo a ser aprendido durante o processo de ensino, adaptando o ambiente às necessidades do aluno e do escopo do ensino. Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são considerados um marco no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem adaptativos e juntamente com a

área de Hipermídia Adaptativa (HA) originaram a área de Sistemas Adaptativos Inteligentes, cujo objetivo principal foca no desenvolvimento de sistemas que apoiem o aprendizado na Web utilizando técnicas de Inteligência Artificial e possibilitando com isso a personalização do ambiente de acordo com o perfil do aluno [Zaina 2008].

### **1.1.1. Sistemas Tutores Inteligentes**

Há na literatura diversas definições para Sistemas Tutores Inteligentes (STI), porém a maioria dos autores converge para a definição de que STI são ambientes que propiciam o aprendizado adaptando-se às necessidades de aprendizagem do aluno. Há uma preocupação em gerar STIs capazes de interagir com o aluno, que passa a ser um ser ativo no processo de ensino aprendizagem, tornando relevante seu conhecimento atual e suas características de aprendizagem.

O principal objetivo dos Sistemas Tutores Inteligentes é proporcionar um ensino adaptado a cada aluno, tentando se aproximar ao comportamento de um professor humano na sala de aula. Estes sistemas se baseiam em uma arquitetura composta basicamente por quatro componentes: Modelo do Aluno, Modelo do Tutor/Pedagógico, Modelo do Domínio e Modelo da Interface/Interface de Comunicação. Esta proposta trouxe grandes avanços à modelagem de ambientes educacionais, pois separou o domínio da sua forma de manipulação (utilização), permitindo assim, que estratégias de ensino fossem associadas em função das informações oriundas da modelagem do aluno.

### **1.1.2. Hipermídia Adaptativa**

É a área da ciência da computação que se ocupa do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hipermídia em geral às expectativas, necessidades,

preferências e desejos de seus usuários [Brusilovski 1996]. Brusilovski (2001) destaca a existência de dois tipos de adaptações relativos ao sistema adaptativo: adaptação da apresentação, que adapta a visualização do conteúdo de acordo com o perfil do usuário e o suporte a navegação adaptativo, que adapta e controla a navegação do usuário.

## **2. Ambientes de Aprendizagem Sensível ao Contexto**

O comportamento de aprendizagem do aluno é normalmente alterado de acordo com características inerente ao ambiente e ao conteúdo com o qual o aluno interage, podendo o mesmo ter comportamentos diferentes quando o ambiente é mudado, ou mesmo, quando o assunto abordado é diferente. Há muitas questões de pesquisa sobre suporte adaptativo, especialmente quanto a implementações e avaliações de suporte adaptativo comparado com suporte fixo [Walker et. al 2009].

A possibilidade de personalizar o ambiente onde o aprendiz interage, buscando a individualização do ensino, auxilia todos os envolvidos no processo de ensino aprendizagem a atingirem seus objetivos. Inclusive a necessidade de adaptar as estratégias de ensino de acordo com as necessidades de aprendizagem dos estudantes não é uma realidade específica dos ambientes virtuais de ensino, mas também dos ambientes presenciais. Um fator fundamental durante o processo de acompanhamento do aluno é ter ciência do contexto onde o aluno está agindo.

### **2.1. Aplicações Sensíveis ao Contexto**

Contexto pode ser definido como o conhecimento que está por trás da habilidade de discernir o que é ou não importante em um dado momento, apoiando indivíduos a melhorar a qualidade da conversação e a compreender certas situações, ações ou eventos [Vieira et. al. 2009]. Para Brézillion (2002), contexto pode ser definido como sendo qualquer informação que pode ser utilizada para

caracterizar e interpretar a situação na qual um usuário interage com uma aplicação em um dado momento. Quando uma aplicação utiliza informação de contexto para fazer uma tomada de decisão, dizemos que essa aplicação é ciente ao contexto.

Sistemas Sensíveis ao Contexto (CSS, do inglês *Context-Sensitive Systems*) são aqueles que gerenciam elementos contextuais relacionados a uma aplicação em um domínio e usam esses elementos para apoiar um agente na execução de alguma tarefa. Esse apoio pode ser alcançado pelo aumento da percepção do agente em relação à tarefa sendo executada ou pelo provimento de adaptações que facilitem a execução da tarefa [Vieira et. al. 2009]. Em áreas que apóiam interações sociais, como a Interação Homem Computador, a área de Trabalho Colaborativo e também a Aprendizagem Colaborativa, o uso de Contexto parece cada vez mais como um fator relevante.

Contexto em Aprendizagem Eletrônica, do inglês *e-Learning*, pode ser o conhecimento a priori do usuário, estilo de aprendizagem, velocidade de aprendizagem, atividades correntes, objetivos, tempo disponível para aprendizagem, localização e interesses [Yu et. al. 2010]. Contexto é definido então como a informação sobre o aprendiz e sua interação com a aplicação. A habilidade de extrair, interpretar e usar informação contextual e adaptar conteúdos e atividades de aprendizagem para o contexto corrente de uso é o maior objetivo de aprendizagem sensível ao contexto. Modelo de contexto serve para conectar, integrar e compartilhar recursos de aprendizagem tais como colaboradores de aprendizagem, conteúdos de aprendizagem e serviços de aprendizagem [Yew Lau e Sing Lee 2007].

Em aprendizagem colaborativa, há vários níveis em que assistências possam ser oferecidas, desde assistência em domínios específicos até assistências em interações verbais elaboradas. Uma grande questão de pesquisa é a integração de diferentes níveis quando diferentes níveis de assistência possam ser apropriados ao mesmo tempo. Há vantagens em examinar os efeitos do suporte adaptativo e possíveis níveis de interação em sistemas computacionais.

Um dos grandes problemas é o grande custo de desenvolvimento de tais sistemas, tornando raras as avaliações de estudos controlados em larga escala. Em geral, sistemas de aprendizagem colaborativos adaptativos que têm sido desenvolvidos são protótipos de pesquisa [Walker et. al. 2009], outro problema no que diz respeito à construção de ambientes virtuais sensíveis ao contexto é o suporte de infra-estrutura inadequado, especialmente na representação e processamento do conhecimento semântico [Yu et. al. 2010].

Apesar das dificuldades, há inúmeras iniciativas no desenvolvimento de ambientes adaptativos na Web que dão suporte ao aprendizado eletrônico, entre as quais: ELM-ART [Weber e Brusilovsky 2001], AHA! [Stash et. al. 2004], AdaptWeb [Muñoz e Oliveira 2004], SAKAI [SAKAI 2010] e LAMS [LAMS 2010]. Há também trabalhos que delimitam a abordagem sobre as arquiteturas, frameworks e middlewares para os mesmos fins.

### 3. Justificativa e Objetivos

A nova geração de Ambientes Virtuais de Aprendizagem tem a responsabilidade de gestão, organização e reutilização de conteúdos, bem como de prover ambientes mais flexíveis quanto à oferta de conteúdos e ferramentas de apoio ao aluno [De Bra e Cristea 2004]. Para isso, suporte arquitetural (processamento do contexto do usuário e gerenciamento de conteúdo) é essencial para facilitar ao desenvolvimento e proliferação de serviços de aprendizagem eletrônica sensível ao contexto.

O objetivo desse trabalho é apresentar uma introdução sobre contexto aplicado a área de aprendizagem eletrônica, bem como o estado da arte sobre as arquiteturas para aprendizagem colaborativa sensíveis ao contexto, sintetizando-as quanto à aquisição dos dados, armazenamento, processamento, características de uso de contexto, padrões de conteúdo adotados e infra-estrutura de comunicação.

#### 4. Arquiteturas para Aprendizagem Colaborativa Sensível ao Contexto

Como apresentado na seção 2.1, há muitas iniciativas para o desenvolvimento de ambientes adaptativos que dê suporte ao desenvolvimento de aprendizagem eletrônica. Com base nas informações contextuais, a aplicação pode enriquecer semanticamente as interações dos usuários e, com isso, executar serviços mais próximos da realidade, entre os quais: assistência na execução da tarefa, percepção do contexto, adaptação do comportamento do sistema, seleção de conteúdo, suporte a navegação, seleção de atividades de aprendizagem, recomendação de recursos.

Foi realizada uma vasta revisão bibliográfica com o objetivo de levantar o estado da arte quanto aos ambientes de aprendizagem sensíveis ao contexto. A nomenclatura encontrada na literatura foi a mais diversificada possível: ambientes, ferramentas, sistemas, *middlewares*, infra-estruturas, arquiteturas e frameworks para suporte a aprendizagem colaborativa adaptativa, geralmente relacionada ao grau de abrangência do trabalho. O foco do trabalho deu-se no processamento do contexto do usuário e gerenciamento de conteúdo, portanto optou-se pela abordagem nas arquiteturas.

Para a seleção das arquiteturas foram adotados dois critérios. O primeiro teve como objetivo selecionar arquiteturas que abrangesse a maior quantidade possível e diversidade de serviços oferecidos e o segundo, arquiteturas consolidadas e grau de abrangência alcançada.

Nas seções a seguir são apresentadas as arquiteturas selecionadas em detalhe: 4.1. *Semantic Learning Space*, que utiliza Web Semântica para provê suporte a serviços de e-learning sensíveis ao contexto [Yu et. al. 2010]; 4.2. CTRL, que provê um mecanismo de integração para componentes independentes formarem um ambiente de suporte a aprendizagem colaborativa adaptativa. [Walker et. al. 2009] 4.3; GlobalEdu, que provê um modelo de suporte a educação ubíqua orientado a consciência de contexto do aprendiz [Barbosa 2007] e 4.4. Arquitetura para Adaptação de Cenários de Aprendizagem, que prevê a reutilização

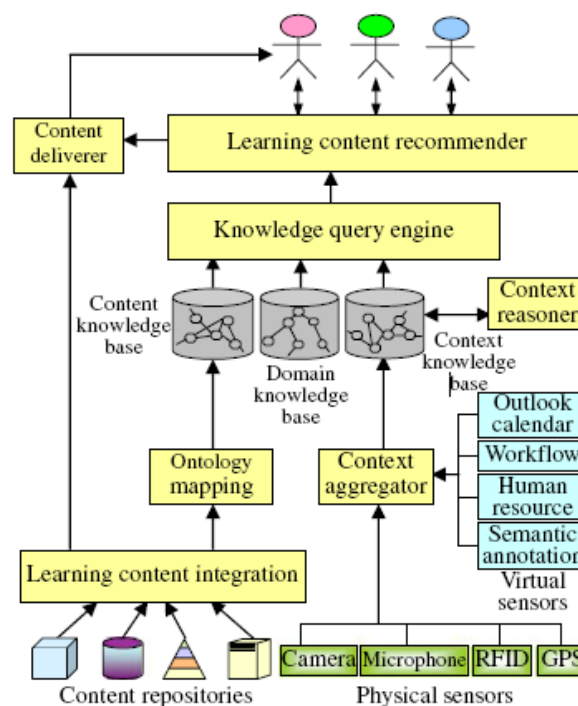
de modelos de perfil definidos dentro de um determinado ambiente de aprendizagem eletrônico na Web [Zaina 2008].

#### 4.1. Semantic Learning Space

Esse trabalho propõe uma infra-estrutura chamada *Semantic Learning Space*, que utiliza tecnologias de Web Semântica para provê suporte ao desenvolvimento e proliferação de serviços de *e-learning* sensíveis ao contexto.

Os requisitos do sistema são: (i) Representação do Conhecimento Semântico; (ii) Gerenciamento do Contexto; (iii) Integração de Conteúdo Interoperável; (iv) Consulta expressiva a base de conhecimento e (v) recomendação de Conteúdo Adaptativo. Na figura 1 é apresentada a arquitetura *Semantic Learning Space* e posteriormente uma explanação sobre os módulos.

Figura 1. Semantic Learning Space



*Context aggregator*: agrega informações de contexto oriundas de sensores físicos e virtuais com o intuito de extrair o contexto semântico do usuário

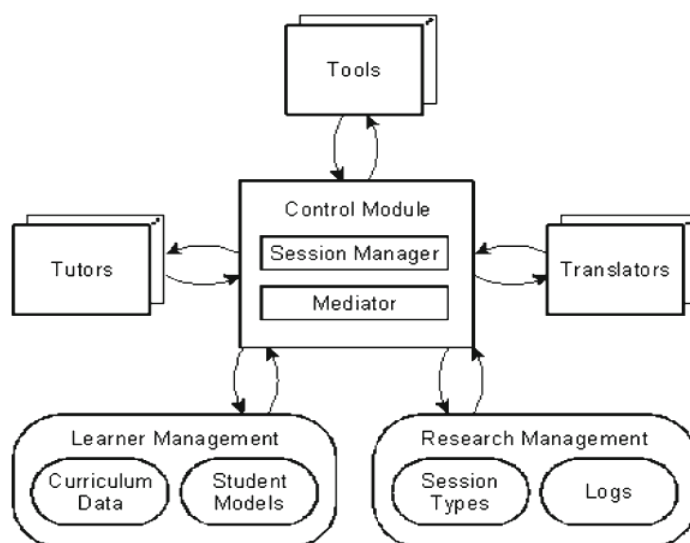
(aprendiz) ou aplicação. Adiciona na base de conhecimento de contexto. Sensores físicos detectam o contexto básico do usuário e os sensores virtuais detectam o contexto semântico do usuário. *Context reasoner*: Infere contexto de alto nível a partir de contextos básicos, resolvendo conflitos e mantendo a base de conhecimento consistente. Inclui raciocínio certo e incerto. O sistema aplica Jena2 para suportar o raciocínio definido pelo usuário e representado o contexto com OWL. Foi especificado um conjunto de regras para inferir contextos de aprendizagem de alto nível. *Learning content integration*: Responsável por integrar múltiplos repositórios de conteúdos. Para facilitar a integração, cada repositório precisa ter um plug-in desenvolvido com o padrão *Repository OSID (Open Service Interface Definition)*. *Ontology mapping*: Mapeia os padrões LOM, SCORM, IMS, OKI, ARIADNE e Dublin Core. O mapeamento é feito semi-automático. *Knowledge query engine*: Como todas as bases de conhecimento são descritas com OWL, foi provida uma interface de consulta universal. No sistema foi utilizado RDQL (*RDF Data Query Language*), linguagem usada para consulta RDF e OWL. *Learning content recommender*: provê o conteúdo certo, na forma certa, para a pessoa certa em ambientes de aprendizagem ubíquos. Ataca dois problemas: qual conteúdo deve ser provido e de que forma o conteúdo selecionado deve ser apresentado. *Content delivery*: responsável por baixar os conteúdos de aprendizagem para vários dispositivos através de diferentes redes.

#### 4.2. CTRL: The Collaborative Tutoring Research Lab

CTRL é um framework orientado a pesquisa para suporte a aprendizagem colaborativa adaptativa que facilita a coleção de múltiplos fluxos de dados, o desenvolvimento e integração de assistência com base nos dados e a implementação de comparações relevantes para controle experimental. CTRL estende a tutoria individual (um aluno e um tutor) para um multi-tutor colaborativo. Uma das forças do framework é a reusabilidade. CTRL provê um mecanismo de integração para *components independents* formarem um ambiente

de suporte a aprendizagem colaborativa adaptativa. Facilita a adição e remoção de componentes a fim de criar condições de comparação apropriadas para suporte adaptativo. Na figura 2 é apresentada a arquitetura do CTRL e posteriormente seus módulos são descritos.

Figura 2. CTRL: The Collaborative Tutoring Research Lab



*Tools*: Parte do software onde o estudante interage para resolver problemas de um domínio específico. CTRL permite que múltiplas e diferentes ferramentas sejam envolvidas no cenário de aprendizagem, como componentes, desde editores de texto simples até ambientes de experimentos químicos. A interação pode ocorrer entre os estudantes mesmo que utilize ferramentas diferentes. Quando uma ferramenta possui uma sugestão vinda de um tutor, ela pode apresentar na forma de um *pop-up*, num chat, etc. Quando alguma funcionalidade falta em alguma ferramenta, o *Translator* compensa essa falta. *Translator*: São facilitadores de propósito gerais que fazem a ponte (comunicação) entre outros componentes. Duas funções básicas: integrar componentes que não estão conforme a especificação do *framework* e converter mensagens de componentes específicos no formato de mensagem padrão do *framework*. Tutor: são os componentes que provêm suporte adaptativo para os alunos, geralmente comparando suas ações com o modelo, provendo assistência com base no modelo e avaliando as habilidades baseado no modelo.

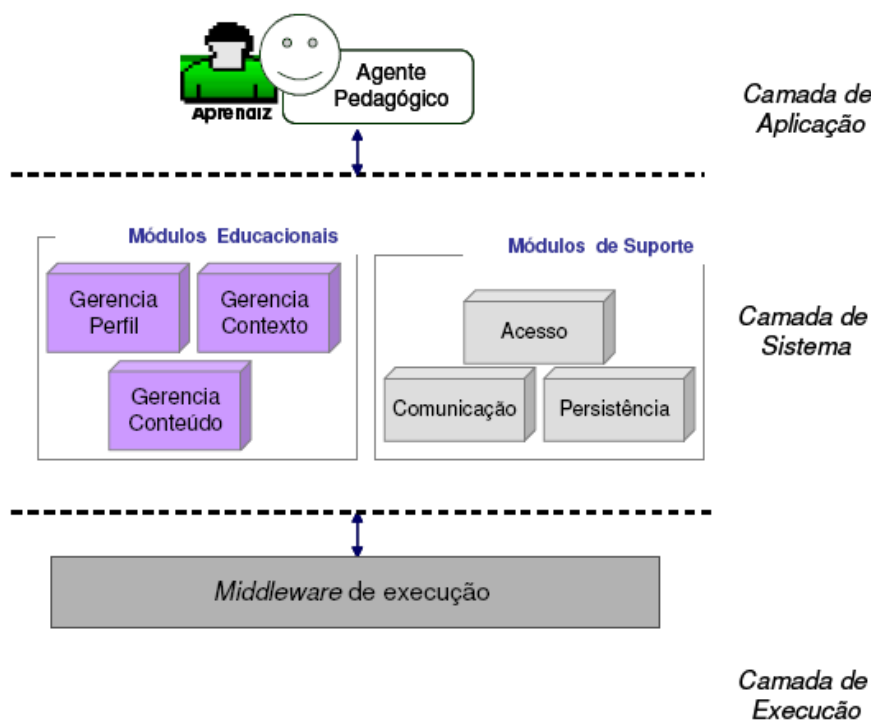
Todos os componentes se comunicam usando mensagens padronizadas, promovendo orientação para o desenvolvimento de novos componentes a serem incorporados no *framework*. Sobre a integração dos componentes, todas as mensagens enviadas passam pelo módulo de controle, que registra (*log*) as mensagens antes de enviá-los para os respectivos componentes. O módulo de controle facilita a integração de diferentes componentes, ajudando a alcançar o objetivo de proporcionar funcionalidade de adaptações mais complexas.

A principal função do mediador (*mediator*) é controlar as mensagens de baixo nível passadas entre os componentes. O módulo de controle também facilita a criação de um log integrado de interações colaborativas. Cada ação de significado semântico ocorrendo dentro de um componente e enviado para o módulo de controle é transformado em um XML e armazenado no gerenciamento de pesquisa (*research management*).

### 4.3. GlobalEdu

GlobalEdu provê um modelo de suporte a educação ubíqua orientado a consciência de contexto do aprendiz. Os principais elementos do GlobalEdu são: Perfil do Aprendiz: baseia-se nas características pedagógicas propostas para o sistema - autonomia, aprendizagem significativa e interação. Conteúdo: O sistema considera que os objetos de aprendizagem estão disponíveis em repositórios na rede, denominados Repositórios de Conteúdo. A especificação de metadados criada para a categorização dos Objetos de Aprendizagem e foram elaborados em consonância com o SCORM. Contexto: O modelo de contexto no GlobalEdu é dividido em Contexto Social e Contexto Físico. Na figura 3 é apresentada a arquitetura do GlobalEdu seguida pela descrição dos principais módulos.

#### Figura 3. Arquitetura do GlobalEdu



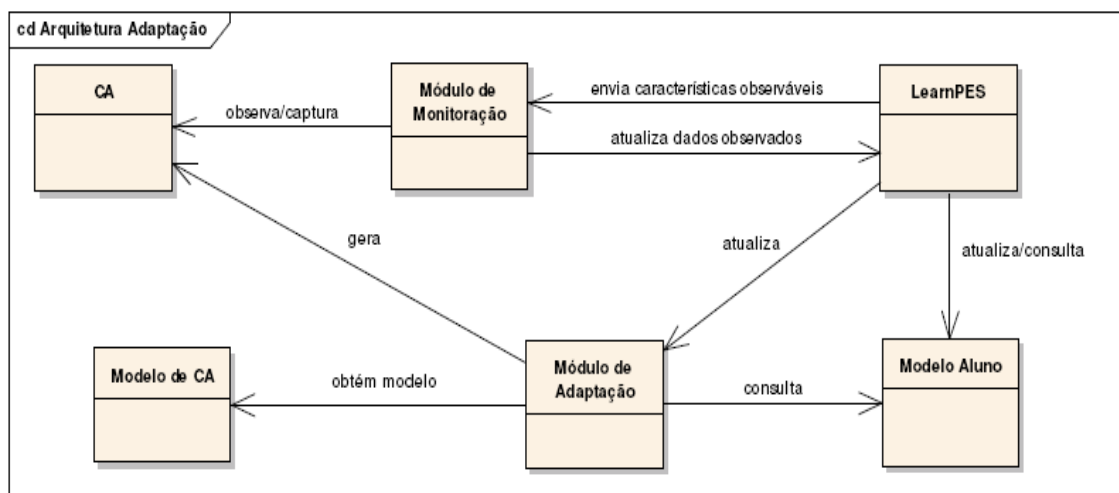
A arquitetura do GlobalEdu provê uma organização baseada em camadas. O agente pedagógico tem como objetivo auxiliar a interação do aprendiz no ambiente. Na camada de sistema, a arquitetura sugere módulos que auxiliam o processo educacional do aprendiz no ambiente ubíquo, manipulando o contexto do aprendiz, seu perfil e seus conteúdos. Um módulo de Suporte especial é o de Comunicação, que é responsável pela comunicação do GlobalEdu com o *middleware* de execução, abstraindo a complexidade de comunicação com a Camada de Execução, provendo uma maior portabilidade. Os módulos educacionais e os de suporte comunicam-se diretamente através da troca de mensagens, para isso, é utilizado um protocolo definido por parâmetros.

O modelo de adaptação é apoiado pelo *middleware* de execução, que fornece informações sobre o contexto relevante ao processo educacional. O ambiente gera uma sequência de informações sob demanda, provendo possibilidades educacionais e apoio ao aprendiz a qualquer momento, em qualquer lugar e independente do dispositivo de acesso. A modelagem do contexto no GlobalEdu é representada com o uso de ontologia.

#### 4.4. Arquitetura para Adaptação de Cenários de Aprendizagem

Arquitetura para adaptação de cenários de aprendizagem baseado em aplicações cientes ao contexto e que permite a reutilização de modelos de perfil definidos dentro de um determinado ambiente virtual de aprendizagem *Web*. Os dados para adaptação são obtidos a partir das interações dos alunos em um determinado mecanismo de monitoração, levando-se em conta também perfis dos alunos previamente cadastrados. Na figura 4 é apresentado o modelo conceitual da arquitetura e segue com a descrição dos principais módulos.

Figura 4. Arquitetura para Adaptação de Cenários de Aprendizagem



Cenário de Aprendizagem (CA): construído a partir de um modelo e será apresentado ao aluno durante o processo de aprendizagem. Modelo de Cenário de Aprendizagem (Modelo de CA): estrutura base dos elementos que farão parte do CA. Construído em conformidade com o padrão *Learning Design*. Descreve atividades de aprendizagem e conceitos relacionados. LearnPES: responsável por identificar o perfil de aprendizagem do aluno avaliando características observadas na interação do aluno. Responsável pelo planejamento do que será observado quanto pela classificação dos perfis. Módulo de Monitoração: recebe do LearnPES as características observáveis e monitora as interações do aluno. Envia ao LearnPES

o contexto de cada interação baseado nas características observáveis. Modelo do Aluno: contém informações sobre os alunos. Modelo de Adaptação: a partir de informações sobre a adaptação desejada, considerando o Modelo do Aluno e o Modelo do Cenário de Aprendizagem, constrói-se o Cenário de Aprendizagem mais adequado ao aluno.

## 5. Síntese das Arquiteturas.

Na tabela 1 é apresentada uma síntese das arquiteturas abordadas na seção 4 quanto às seguintes características: aquisição dos dados, armazenamento, processamento, características de uso de contexto, padrões de conteúdo adotados e infra-estrutura de comunicação.

**Tabela 1. Síntese das Arquiteturas para Aprendizagem Colaborativa Adaptativa**

	SEMANTIC LEARNING SPACE	CTRL	GLOBALÉDU	ADAPTAÇÃO CENÁRIOS APRENDIZAGEM
<b>AQUISIÇÃO</b>	SENSORES FÍSICOS E VIRTUAIS	INTERAÇÕES COM USUÁRIO, MODELO DO ESTUDANTE E CURRÍCULO	PERFIL DO APRENDIZ, ELEMENTOS DE CONTEXTO SOCIAL E FÍSICO	INTERAÇÕES COM USUÁRIO, MODELO DO ALUNO
<b>ARMAZENAMENTO</b>	ONTOLOGIAS DE CONTEÚDO, CONTEXTO E DOMÍNIO	XML	ONTOLOGIAS	REPOSITÓRIO DE OBJETOS
<b>PROCESSAMENTO</b>	LÓGICA DE PRIMEIRA ORDEM. REDES BAYESIANAS, LÓGICA FUZZY E LÓGICA PROBABILÍSTICA	REGRAS LÓGICAS IF-THEN	INFERÊNCIA NA BASE DE CONHECIMENTO UTILIZANDO REGRAS DE COMPORTAMENTO (WHEN-IF- THEN)	ALGORITMO DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA – VIZINHOS MAIS PRÓXIMOS (K- NEAREST NEIGHBOR)
<b>USO DE CONTEXTO</b>	RECOMENDAÇÃO DE CONTEÚDOS	TUTORIA INTELIGENTE	RECOMENDAÇÕES DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM E AUXÍLIO A INTERAÇÃO DO APRENDIZ	ADAPTAÇÃO DE CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM
<b>PADRÕES DE CONTEUDO</b>	LOM, SCORM, IMS LEARNING	NÃO UTILIZA	SCORM	LOM (OBJETOS DE

	DESIGN, OKI, ARIADNE E DUBLIN CORE			APRENDIZAGEM) E IMS-LEARNING DESIGN (CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM)
INFRA-ESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA	CENTRALIZADA	CENTRALIZADA

## 6. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo levantar o estado da arte sobre arquiteturas de suporte à aprendizagem colaborativa sensíveis ao contexto, fazendo um apanhado cronológico da evolução da aprendizagem eletrônica e da necessidade de adaptar as estratégias de ensino de acordo com as necessidades de aprendizagem dos alunos. Apresentamos as dificuldades em construir tais ambientes virtuais de aprendizagem sensíveis ao contexto, bem como elencamos iniciativas de sucesso nesse sentido.

Foram selecionados quatro trabalhos consolidados, com experimentos já publicados, de arquiteturas de apoio a aprendizagem eletrônica que de alguma forma são sensíveis ao contexto, seja através da recomendação de conteúdos, tutoria inteligente ou adaptação de cenários de aprendizagem. Os principais componentes dessas arquiteturas foram descritos, bem como foi sintetizada na tabela 1 os principais requisitos para o seu desenvolvimento.

## 7. Referências Bibliográficas

Barbosa, D. N. F. Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007

Brézillon, P. (2002) "Modeling and using context: Past, present and future". Rapport de Recherche du LIP6, Université Paris 6, France, Disponível em <<http://www.lip6.fr/reports/lip6.2002.010.html>> , Acessado em 01/08/2010.

Brusilovski, P. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction. v.6, n.2-3, pp.87-129. Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, Kluwer, 1996.

Brusilovski, P. Adaptive Hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction v.11 n.1 pp.87-110. Kluwer. 2001.

Cabral, L. S. ; Siebra, S. A. . Utilização de ambientes CSCL em empresas de grande porte : da análise à comparação. Revista Científica Tecnologus **JCR**, v. 3, p. 38-45, 2008.

Connolly, T. e Stanfield, M. Using Games-based Elearning Technologies in Overcoming Difficulties in Teaching Information Systems. Journal of Information Technology Education, 2006.

De Bra, L. A. e Cristea, A. Adaptive Web-based Educational Hypermedia," in Web Dynamics, Adaptive to Change in Content, Size, Topology and Use, M. Levene and A. Poulovassilis, Eds.: Springer, 2004, pp. 387-410.

Dillebourg. P. Virtual learning environment. University of Geneva, 2000. Disponível em: <<http://tecfa.unige.ch/tecfa/publicat/dil-papers-2/Dil.7.5.18.pdf>> Acessado em: 03 de agosto de 2010.

Felix, Z. C., Tedesco, P. A. Smart Chat Group: Ferramenta Ciente de Contexto para Formação de Grupos. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2008, Fortaleza, CE.

LAMS. Disponível em [lamsinternational.com](http://lamsinternational.com). Último acesso em 01/08/2010.

Muñoz, L. S.; Oliveira, J. P. M. Adaptive Web-Based Courseware Development using Metadata Standards and Ontologies, CAiSE Conference, Riga, Letônia, June 7-11, 2004.

Passos, J. O. D. Design interativo de ferramenta de manipulação de objetos de aprendizagem de ambientes virtuais de ensino à distância. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

SAKAI. Disponível em [sakaiproject.org](http://sakaiproject.org). Último acesso em 01/08/2010.

Stash, N. V.; Cristea, A. I.; De Bra, P. M. Authoring of learning styles in adaptive hypermedia: problems and solutions, Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters, May 19-21, 2004, New York, NY, USA

Vieira, V.; Tedesco, P.; Salgado, A. C. . Modelos e Processo para o Desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto. In: André Ponce de Leon F. de Carvalho, Tomasz Kowaltowski. (Org.). Jornadas de Atualização em Informática 2009 (JAI'09). Porto Alegre: SBC, 2009, v. 1, p. 381-431.

Yew Lau, S. B; Sing Lee, C. Context Aware Reference Model: Architecture and Implications for Adaptation of Learning Activities. *Mobility'2007*.

Yu, Z.; Zhou, X.; Shu., L. Towards a semantic infrastructure for context-aware e-learning. *Multimedia Tools Appl*, 2010.

Walker, E., Rummel, N. and Koedinger, K. R. CTRL: A Research framework for providing adaptative collaborative learning support. *User Model User-Adapt Inter*, 2009.

Weber, G.; Brusilovsky, P. ELM ART: An Adaptive Versatile System for Web-based Instruction. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. vol. 12, pp 351-384, 2001.

Zaina, L A M., "Avaliação do Perfil do Aluno Baseado em Interações Contextualizadas para Adaptação de Cenários de Aprendizagem", PCS, vol. Ph.D., São Paulo, Universidade de São Paulo, 2008.

---

<sup>1</sup> **Francisco Petrônio Alencar de Medeiros (Ms.)**

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)  
Unidade Acadêmica de informática  
E-mail: [petronio@ifpb.edu.br](mailto:petronio@ifpb.edu.br)

<sup>2</sup> **Patrícia Azevedo Tedesco (Dra.)**

Universidade Federal de Pernambuco

---

Centro de informática  
E-mail: pcart@cin.ufpe.br

<sup>3</sup> **Alex Sandro Gomes (Dr.)**  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de informática  
E-mail: asg@cin.ufpe.br