

# A Mediação Pedagógica em Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem Através de Agentes de Mineração de Dados Educacionais

## Pedagogical Mediation in environments of virtual teaching and learning through agents of educational data mining

### Resumo:

Este trabalho apresenta a proposta de uma arquitetura de agentes inteligentes para mineração de indícios de mediação da aprendizagem em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Os indícios são a base para identificação de níveis de regulação dos alunos. Tais níveis de regulação indicarão estratégias pedagógicas ao professor para auxílio no processo de mediação pedagógica. Neste artigo é apresentada a arquitetura de agentes, bem como, resultados preliminares da aplicação de testes para classificação do conteúdo resultante das interações dos alunos no ambiente, visando identificação dos níveis de regulação da aprendizagem.

**Palavras-chave:** Mediação pedagógica. Aprendizagem. Ambientes virtuais. Agentes inteligentes. Mineração de textos.

### Abstract:

This paper shows a proposal for an intelligent agent architecture for mining of evidence for mediation in virtual learning systems. The evidences are the basis for identifying regulation levels of students. Such regulatory levels indicates teaching strategies for the teacher to aid in the process of pedagogical mediation. The agents architecture is shown in this paper, as well as preliminary results of testing for classification of the content resulting from the students' interactions in the environment, aiming at identifying the regulation level of learning.

**Keywords:** Pedagogical mediation. Learning. Virtual environments. Intelligent agents. Text mining.

SEVERO, Carlos Emilio Padilla; PASSERINO, Liliana; GLUZ, João Carlos; RAMINELLI, Álvaro. Mediação Pedagógica em Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem Através de Agentes de Mineração de Dados Educacionais. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 63-82, jul./dez. 2011.

Carlos Emilio Padilla Severo  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Liliana Passerino  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

João Carlos Gluz  
UNISINOS

Álvaro Raminelli  
UNISINOS

## 1 Introdução

O foco deste trabalho de pesquisa é o acompanhamento do desenvolvimento da aprendizagem individual do aluno através de uma análise qualitativa, baseada no conteúdo das interações dos mesmos dentro do ambiente virtual de ensino-aprendizagem. Sendo assim, enfatizamos a importância da combinação de princípios epistemológicos de mediação pedagógica em ambientes virtuais com tecnologias computacionais que auxiliem as atividades didático-pedagógicas do professor através do levantamento de indícios de mediação em tais ambientes. Para isso, faz-se necessário a exploração da tecnologia de mineração de dados na construção de uma arquitetura de software de apoio ao processo de mediação.

Sendo assim, pretendemos investigar como construir uma tecnologia que, utilizando técnicas de mineração de dados, possa auxiliar na redução da carga de trabalho do professor durante suas atividades pedagógicas.

A partir da identificação de categorias de mediação buscamos encontrar em que nível do processo de mediação os alunos se encontram, para que possamos auxiliar o professor através de estratégias de intervenção pedagógica. Os trabalhos de Diaz (1993) e, posteriormente, em Passerino e Santarosa (2000) são os subsídios conceituais para a identificação de tais categorias de mediação. Resumidamente, as categorias de mediação são formas de verificar o grau de intervenção necessário que o professor deverá exercer durante suas atividades pedagógicas e o nível de conhecimento do aluno necessário para a definição de estratégias pedagógicas.

As estratégias de intervenção pedagógica podem seguir distintas abordagens epistemológicas. Sendo assim, utilizaremos a teoria sócio-histórica como base teórica deste trabalho, através das obras de Vygotsky (2007; 1998), bem como, autores contemporâneos da mesma linha como Werstch (1988), Cole (1990), Kozulin (1998), Gallimore e Tharp (1993), Moll (1993) e Diaz et al. (1993), as quais representam o alicerce para os estudos sobre atividades de mediação em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, direcionadas ao auxílio às atividades pedagógicas do professor.

## **2 Mediação da Aprendizagem na Perspectiva Sócio-Histórica**

No presente artigo partimos das concepções da Teoria Sócio-Histórica para compreender a cognição humana. A mesma concebe o desenvolvimento cognitivo como uma estruturação progressiva das relações com o ambiente. Sendo este processo individual, mas, estruturado

pelos experiências sociais, que desempenham não apenas um papel adicional, senão fundamental na constituição das dinâmicas individuais originadas a partir de relações interindividuais. Para Vygostky (2007) a ação do homem no mundo tem efeitos físicos de mudanças no mundo e efeitos psicológicos sobre o próprio homem. Desta forma os Processos Psicológicos Superiores (PPS) ou Processos Cognitivos se desenvolvem durante a vida de um indivíduo a partir da sua participação em situações de interação social mediados por instrumentos e signos. No desenvolvimento dos processos cognitivos, os signos são internalizados de forma tal que os processos cognitivos "incorporam à sua estrutura, como parte central de todo o processo, o emprego de signos como meio fundamental de orientação e domínio nos processos psíquicos" (VYGOTSKY, 2007, p. 161). Essa internalização, que chamaremos de apropriação, "não é tanto uma questão de posse, de propriedade ou mesmo de domínio, individualmente alcançados, mas é essencialmente uma questão de pertencer e participar nas práticas sociais" (VYGOTSKY, 2007, p. 37).

A apropriação resulta assim numa transmissão cultural a qual possibilita ao indivíduo aprender conceitos. Não apenas a apropriação propriamente dita de elementos e práticas oriundas do meio social, mas também do contexto e problemas onde estes elementos foram desenvolvidos (TOMASELLO, 2003). Desta forma, os artefatos e práticas apontam para além deles mesmos (mundo físico) apontam para o mundo psicológico, das intenções e crenças, das representações mentais dos nossos pares conformando o que genericamente denominamos de processo de mediação. Para Werstch (1988) mediação é um processo dinâmico, no qual intervêm ferramentas e signos numa ação envolvendo o potencial das ferramentas para modelar a ação e o uso das mesmas por parte dos indivíduos.

Um dos problemas atuais dos pesquisadores sócio-históricos é acompanhar e compreender esse processo de mediação até a internalização. Alguns pesquisadores identificaram a existência de um mecanismo que poderia identificar um signo internalizado e portanto acompanhar o desenvolvimento cognitivo do sujeito (DIAZ *et al.*, 1993, GALLIMORE; THARP, 1993, WERSTCH, 1988).

Para Diaz *et al.* (1993, p. 153) "o comum denominador destas transformações ou câmbios evolutivos são a diminuição do poder das contingências imediatas do meio e o crescente papel da reformulação de projetos e de objetivos na regulação da conduta e da atividade cognitiva" e o que denominou de auto-regulação<sup>1</sup>. As capacidades de auto-regulação se desenvolvem dentro do contexto da interação social entre os parceiros mais e menos experientes. Seria através dela que o processo de internalização poderia ser verificado.

Assim, do ponto de vista educacional, ações de mediação são importantes, não somente para o desenvolvimento cognitivo do aluno, mas também, para o desenvolvimento de sua autonomia. Em ambientes virtuais de ensino/aprendizagem não poderia ser diferente. Tais ambientes apresentam mecanismos que permitem tanto ensino como aprendizagem flexível, independentes de espaço e tempo para que possam ser desenvolvidos.

Além disso, aprendizagem, mediação e comunicação são conceitos intimamente ligados e que representam um ponto chave para a qualidade do ensino a distância. O professor exerce uma importante função no desempenho de sua atividade de mediação, buscando a realização de ajustes para que o aluno possa desenvolver um melhor desempenho,

de acordo com as necessidades individuais do estudante.

O processo de regulação proposto por Diaz *et al.* (1993) e adaptado por Passerino (2005) é realizado em níveis que partem de um controle, passando por autocontrole e chegando a auto-regulação. O Controle é externo ao sujeito, realizado pelo sujeito mais experiente e pode assumir duas dimensões: direta ou indireta. O Controle Direto verifica-se através de ordens, diretivas e perguntas diretivas. Já o Indireto constata-se através de perguntas perceptivas, conceituais, procedimentais, e culminam no afastamento físico (o sujeito mais experiente deixa só o menos experiente apenas observando) que entra na categoria de auto-controle. Diaz *et al.* (1993) consideram autocontrole, como a realização, por parte do sujeito, de uma ação esperada obedecendo a um tutor internalizado. Ou seja, a figura do sujeito mais experiente que era real e externo no processo anterior, agora é interna, mas ainda existe como um outro sujeito. A auto-regulação não pode ser observada de forma direta, pois a mesma acontece internamente ao sujeito, mas considera-se que o sujeito está na categoria de auto-controle quando organiza, planeja e executa a ação sem intervenção de nenhum mediador externo. Assim, a auto-regulação é o plano de ação concebido pelo sujeito que se converte no seu próprio tutor. A diferenciação central entre autocontrole e auto-regulação não passa pela internalização das ordens e diretivas do tutor, mas na capacidade emergente de planejar e definir objetivos próprios organizando funcionalmente sua conduta para os mesmos e adaptando-a de acordo com o contexto. A figura 1 apresenta um mapa conceitual dos elementos envolvidos no processo de regulação da aprendizagem.

---

1 Na auto-regulação a conduta do sujeito segue um plano projetado pelo próprio sujeito, adaptando-se flexivelmente a fim de cumprir com os objetivos que ele mesmo formulou.

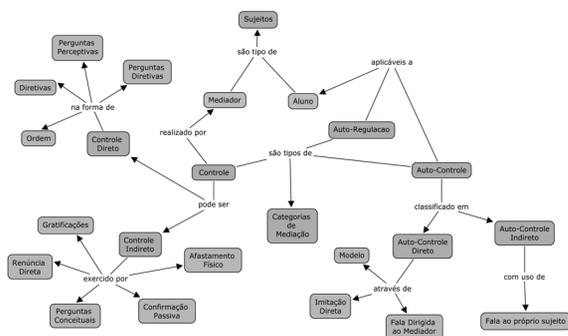


FIGURA 1 – Transformação Social: do contexto da desigualdade ao horizonte da igualdade  
FONTE: Passerino, 2005, p. 293.

### 3 Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem

Os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem ganharam espaço no modelo de educação a distância e discussões sobre utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação. Dessa forma, deve-se entender o conceito de ambiente de virtual de ensino-aprendizagem, destacando suas características e potencialidades educacionais. Para Almeida (2003), os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são sistemas computacionais que utilizam a Internet como meio de acesso às atividades educacionais, mediadas por tecnologias de informação e comunicação. Tais ambientes permitem a integração de diversas mídias, linguagens e recursos. Além de potencializarem a interação entre os participantes e objetos de conhecimento, buscando alcançar determinados objetivos previamente traçados. Entretanto, devemos entender que não são as ferramentas disponíveis nesses ambientes, nem mesmo sua estrutura que irão garantir aprendizagem, mas sim, a forma como tais recursos são utilizados para construção do conhecimento coletivo a partir de interações dos indivíduos, pautadas em um planejamento prévio.

Kenski (2007) relata que a maneira de ensinar e aprender mudou muito desde que as tecnologias de comunicação e informação começaram a se expandir na sociedade. Tanto alunos como professores mantêm contato intensivo com equipamentos mediáticos no seu dia a dia, tais como: televisores, computadores e internet. Dessa forma, trazem em sua memória informações e experiências vivenciadas através de interações com tais equipamentos. Tal aspecto serve como âncora para novas aprendizagens que vão ocorrer de forma mais sistematizada em uma sala de aula. Complementando, Moran (2004) menciona que a educação a distância é uma modalidade de ensino que visa auxiliar os participantes a equilibrarem suas habilidades pessoais com a participação em grupos presenciais e virtuais, o que permite um avanço rápido do indivíduo, através da troca de experiências, dúvidas e resultados.

Conforme Franco (2003), a educação a distância é uma modalidade educacional que adota estratégias que visam não somente a superação da distância física entre educadores e alunos, podendo ser eficaz inclusive em cursos presenciais. Tal abordagem é baseada no conceito de distância transacional proposta por Moore (2007), a qual não considera distância física, mas sim, a distância comunicativa entre professor e aluno. De acordo com o conceito, a distância transacional é diretamente proporcional à intensidade de comunicação entre os participantes do processo ensino-aprendizagem. De acordo com Peters (2001), outro fator que influencia a distância transacional é a estrutura do programa de ensino, que quanto mais pré-programado e prescrito compulsoriamente aos alunos, maior será a distância comunicacional, levando a uma maior distância transacional.

Os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem surgiram com a intenção de reduzir a

distância transacional na educação online, visando uma melhora na qualidade desse processo educacional, destacando-se a importância da estruturação dessa plataforma para que permita constante interatividade entre os participantes. As primeiras iniciativas de construção de ambientes virtuais de aprendizagem ocorreram em meados da década de 1990, influenciadas por mudanças na Internet, tais como: popularização e crescimento do uso da rede com a incorporação de organizações empresariais; e o surgimento da Web, através da utilização do navegador e sua padronização como interface de acesso a conteúdos (FRANCO, 2003).

Com o desenvolvimento de tecnologias para Web as universidades e empresas comerciais passaram a explorar suas potencialidades na forma de ambientes educacionais. Sendo assim, a Web se tornou um espaço de apoio ao desenvolvimento de cursos a distância suportados por uma diversidade de ambientes informatizados direcionados às atividades educacionais e treinamento. Andrade (2003) destaca que nesta modalidade educacional o professor exerce o papel de mediador durante o processo de aprendizagem, estando o aluno no centro do processo. Uma particularidade desta modalidade de educação é que o professor não é um mero transmissor de conhecimentos, mas sim, um moderador que prepara um espaço de diálogo e interação para os alunos. Os alunos deixam de serem receptores passivos para passarem a serem construtores e socializadores de conhecimento.

Para Franco (2003), os cursos a distância que utilizam ferramentas de comunicação e recursos de colaboração mediados por computador são mais eficazes se agregarem atividades de mediação. Segundo Salmon (2000), as características pedagógicas em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem ocorrem em quatro cenários tecnológicos, os quais o autor considera intervenientes na orientação (me-

dição) ao aluno durante o desenvolvimento de seus trabalhos, bem como, nos processos de avaliação.

- O primeiro cenário é pautado em uma ênfase conteudista, cuja correspondente pedagógica é a transmissão pura de informações do professor ao aluno;
- o segundo cenário está relacionado com a necessidade de aprendizagem continuada, pautada na necessidade de desenvolvimento de novas frentes de trabalho em determinados campos de atuação, onde o foco está no desenvolvimento de habilidades, competências e aprendizagem autônoma;
- o terceiro cenário está relacionado à mobilidade dos alunos, ocasionado pela dinamicidade da sociedade atual que exige independência de tempo e local, baseando-se na pedagogia de estilos de aprendizagem;
- o quarto cenário tem a ver com as comunidades de aprendizagem, buscando o favorecimento da colaboração e cooperação na construção do conhecimento individual e coletivo.

Para Salmon (2000) a ação de intervenção de moderadores em ambientes virtuais de aprendizagem é essencial para o engajamento dos participantes, evitando-se o desapontamento e frustração de expectativas que é um dos problemas identificados na modalidade de educação a distância. A moderação deve considerar questões como acesso e participação, estilos de aprendizagem, natureza do curso e dos participantes. Franco (2003) destaca que a moderação é um aspecto relevante e que pode influenciar tanto positivamente como negativamente no desenvolvimento de um projeto educacional baseado em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Tarouco (2003) destaca que os ambientes virtuais interativos são importantes, entretan-

to, a preparação e apoio do professor em suas intervenções é mais importante para que ocorra a colaboração e desenvolvimento da aprendizagem. As estratégias de interação dialógicas utilizadas por professores mediadores são importantes para o estímulo aos alunos para realização de diversificadas formas de interação no ambiente, sempre buscando o desenvolvimento do conhecimento (TAROUCO, 2008).

Okada (2003) destaca que outro problema do modelo de educação a distância é preço da flexibilidade temporal e espacial proporcionada, visto que pode gerar uma sobrecarga ao professor durante a organização do grande fluxo de informações gerado, demandando um expressivo tempo para isso. Dessa forma, a autora destaca a importância da mediação pedagógica, como forma de incentivar a colaboração em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Franco (2005) complementa a importância da mediação informando que o professor deve agir como um facilitador durante o processo de construção da aprendizagem em ambientes virtuais, agindo na seleção de conteúdos, estabelecendo sequências lógicas, identificando materiais e fontes, moderando espaços compartilhados, acompanhando espaços de produção, bem como, desenvolvendo estratégias para constituição de um ambiente de aprendizagem colaborativa.

Entre as idéias relatadas em parágrafos anteriores, pode-se observar uma evidente preocupação com a mediação pedagógica como fator importante para o desenvolvimento de atividades colaborativas e construção do conhecimento a partir de interações de indivíduos no ambiente virtual de aprendizagem. Os autores ressaltam a importância do professor e sua atuação na moderação de atividades, agindo como um mediador durante o processo de ensino-aprendizagem nesses ambientes.

## **4 Intervenção Pedagógica em Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem**

Do ponto de vista educacional, ações de mediação são importantes, não somente para o desenvolvimento cognitivo do aluno, mas também, para o desenvolvimento de sua autonomia. Em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem não poderia ser diferente. Tais ambientes apresentam mecanismos que permitem tanto ensino como aprendizagem flexível, independentes de espaço e tempo para que possam ser desenvolvidos.

Além disso, aprendizagem, mediação e comunicação são conceitos intimamente ligados e que representam um ponto chave para a qualidade do ensino a distância. O professor exerce uma importante função no desempenho de sua atividade de mediação, buscando a realização de ajustes para que o aluno possa desenvolver um melhor desempenho, de acordo com as necessidades individuais do estudante.

O trabalho de Koch *et al.* (2009) aponta que as evidências de mediação em ambientes de ensino a distância mostram-se de grande importância no desenvolvimento de processos educativos. Os dados coletados a partir de pesquisa empírica mostram que do ponto de vista pedagógico, o papel do mediador e seu ajuste nas ajudas oferecidas dentro das categorias identificadas de controle, autocontrole e auto-regulação são importantes para a autonomia do aluno e a apropriação do conhecimento.

A hipótese básica do estudo é que as categorias de controle, autocontrole e auto-regulação, podem ser aplicadas de forma produtiva na análise e ajustes dos processos de mediação que ocorrem em ambientes de EAD, pois além de ajudarem na compreensão dos processos de mediação em ambientes de EAD, propõem

que estas categorias possam servir de base para a construção de ferramentas para ambientes de EAD que apóiem tanto professores quanto alunos a atingir processos de mediação produtivos, do ponto de vista pedagógico.

Aponta que num processo de educação, muitas vezes *os ajustes* na mediação são feitos no andamento dos trabalhos e seu acompanhamento e regulação só é possível a partir da *leitura* do contexto intersubjetivo que se estabelece na interação social e que contem além de elementos lingüísticos, elementos extralingüísticos que aportam conhecimento sobre a definição de situação compartilhada. Descreve que essa definição de situação compartilhada é decorrente do que denomina de entorno. Um entorno é o elemento que circunscreve uma atividade lingüística. Os entornos não somente estão presentes, mas são especialmente orientadores do discurso, como uma espécie de pano de fundo contribuindo efetivamente para a concretização do discurso e da sua significação e efetivação de sentido. Os entornos são de quatro tipos: situação, região, contexto e universo do discurso (ANDRADE *apud* KOCH *et al.*, 2009).

Nesse estudo as situações evidenciadas são interações específicas dentro do ambiente utilizando ferramentas de comunicação como correio, portfólio, diário e fórum. A região é o espaço dentro do qual um signo funciona em determinados sistemas de significação. A região é delimitada pelo ambiente de EAD. O contexto está relacionado com toda a realidade que envolve uma atividade verbal e é subdividido em três: idiomático, verbal e extra verbal. O primeiro é a língua utilizada na fala ou comunicação. O contexto verbal é o próprio discurso e o extra verbal é o conjunto de circunstâncias extralingüísticas que são percebidas ou conhecidas pelos interlocutores e é tudo o que física ou culturalmente envolve o ato de enunciação.

Na maioria das plataformas atuais para EAD, o contexto de interação representado que permite gerar uma definição de situação compartilhada é meramente o contexto verbal, deixando os contextos extras verbais fora de percepção, justifica o estudo apresentado. Isto apresenta dois problemas: primeiro, toda interação centra-se principalmente no discurso escrito, ou seja em elementos lingüísticos, ficando o contexto extra-lingüístico restrito a alguns marcadores verbais como sinais de pontuação, espaços em branco, parágrafos, *emoticons*, etc. Apresenta também uma defasagem temporal decorrente da flexibilização espaço-temporal que a modalidade a distância permite. Essa defasagem nem sempre favorece a mediação, pois gera certa angústia e sensação de fracasso.

O estudo evidencia a necessidade de a mediação perpassar todo o ambiente. A busca de evidências somente é possível se é centrada nos atores, relacionando-se todas as ferramentas utilizadas para que a flexibilização espaço-temporal e os contextos extras verbais não passem despercebidos e proporcionem novos espaços mediados. Tal busca de evidências passa pela aplicação de tecnologias computacionais voltadas a mineração de dados relevantes ao uso educacional.

## **5 Mineração de Dados Educacionais**

Atualmente, os sistemas de ensino tradicionais têm como principal fator de inovação, a inserção de novas tecnologias. Nesse sentido, a educação com apoio de sistemas baseados na *Web* é uma tecnologia que exerce um papel inovador em relação aos modelos de ensino tradicional, visto que é uma forma de instrução auxiliada por computador independente de localização específica, tanto do professor

como do aluno. Além disso, trata-se de uma forma independente de hardware e sistema operacional (BRUSILOVSKY, 2003).

A utilização da *Web* como mecanismo de comunicação e colaboração tem obtido um considerável grau de importância e muitos cursos foram implantados nos últimos anos. Entretanto, embora o ambiente *Web* seja conveniente e ofereça facilidades para implantação de ensino, a maioria dos cursos disponíveis utilizam materiais de aprendizagem estáticos, os quais não levam em consideração a individualidade e diversidade dos estudantes (ROMERO, 2007). Cada estudante possui um perfil de aprendizagem o qual, muitas vezes, não condiz com os instrumentos utilizados pelo professor. Um material estático oferece um recurso estante, muitas vezes não permitindo ao estudante uma estratégia de aprendizagem adequada ao seu perfil individual. Sendo assim, surge a necessidade de mecanismos que possibilitem uma individualização da aprendizagem, através de soluções que se adaptem a realizada de cada estudante.

Dessa forma, foram concebidos os sistemas de ensino adaptativos e inteligentes baseados na *Web*. Tais sistemas são apresentados como uma possível solução para uma tentativa de personalização de aprendizagem, levando-se em consideração objetivos, preferências e conhecimentos prévios de cada aluno. Nesses sistemas, são apresentadas alternativas para o modelo de aprendizagem baseado em material estático, onde o aluno deve utilizar somente aquilo que está disponibilizado no espaço virtual do curso. Os sistemas adaptativos e inteligentes buscam a interação com o aluno na tentativa de uma readaptação para as necessidades individuais de cada indivíduo. Estes sistemas são resultantes da evolução de sistemas tutores inteligentes e sistemas de hiper-mídia adaptativa (BRUSILOVSKY, 2003).

De acordo com Romero (2007), embora os

sistemas adaptativos e inteligentes disponham recursos para que o aprendizado seja mais flexível e adaptável as necessidades individuais dos estudantes, técnicas de mineração de dados podem tornar os ambientes de aprendizagem baseados na *Web* mais efetivos. Tal efetividade é devido ao fato de que técnicas de mineração de dados em sistemas educacionais podem auxiliar educadores na descoberta de informações úteis para tomada de decisões e direcionamento de suas estratégias pedagógicas, bem como, auxiliá-los no controle e refinamento de suas abordagens de ensino.

A aplicação de técnicas de mineração de dados em sistemas educacionais segue um ciclo de formação de hipóteses, testes e refinamentos sobre fenômenos observados durante o decorrer de um curso com apoio em um ambiente virtual de aprendizagem. A figura 2 ilustra o ciclo de atividades envolvidas na aplicação de mineração de dados em sistemas educacionais.

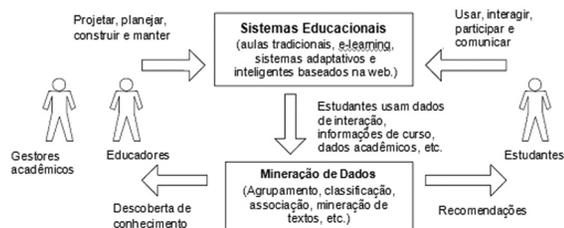


FIGURA 2 – Mineração de Dados em Sistemas Educacionais  
FONTE: Romero, 2007, p. 196.

A figura anterior demonstra os interesses de cada grupo de indivíduo com relação aos dados gerados pelos sistemas educacionais. Note que os gestores e educadores, cada um com um objetivo específico, possuem interesse na descoberta de conhecimento que propicie suporte para o planejamento e manutenção de sistemas educacionais. Além disso, conhecimentos gerados a partir dos dados armazenados podem ser úteis para apresentação de

recomendações e orientações aos estudantes, os quais utilizam o sistema para interação e comunicação. Sistemas educacionais mantêm dados acerca de cursos, docentes, alunos e interações que podem ser úteis para incremento de processos de aprendizagem em ambientes virtuais. Dessa forma, a mineração de dados educacionais pode ser orientada a diferentes elementos que utilizam o sistema, de acordo com os interesses particulares de cada um.

- **EDM orientada para estudantes:** neste tipo de aplicação, a mineração de dados é utilizada para recomendação de atividades, recursos e boas práticas com o objetivo de incrementar a aprendizagem. Isso pode ser realizado através de sugestões de atalhos ou links a seguir, baseadas nas experiências de aprendizagem de outros estudantes, ou, até mesmo, em tarefas produzidas por outros estudantes similares.
- **EDM orientada para professores:** esta aplicação está voltada para a obtenção de maior realimentação em relação a instruções, avaliação da estrutura e conteúdo de cursos, bem como, a efetividade do processo de aprendizagem. Outro foco de interesse desta aplicação é a classificação de estudantes em grupos, baseados nas necessidades de monitoramento e orientação, busca de padrões de aprendizagem regulares e irregulares, busca de erros frequentes, busca de atividades que são mais efetivas, busca de informações para adaptação e customização de cursos.
- **EDM orientada para gestores educacionais:** a aplicação de mineração de dados neste caso está relacionada a produção de conhecimentos que servirão como base para incremento e adaptação de sites institucionais, cujo obje-

tivo é torná-los eficientes e condizentes ao comportamento dos usuários. Nesta aplicação a ênfase está na melhoria dos recursos institucionais, tais como: recursos humanos e materiais, levando a melhoria de programas educacionais.

Alguns trabalhos sobre mineração de dados educacionais, com foco em sistemas tradicionais, são encontrados na literatura, um deles foi desenvolvido por Ma *et al.* (2000) onde a preocupação é analisar estudantes identificando aqueles que possuem um fraco potencial para determinado curso. Os resultados da análise são utilizados para sugestão de realocação do estudante para outro curso de interesse. Para isso, os autores utilizaram um modelo de pontuação de alunos, baseado em regras de associação. Outro trabalho, desenvolvido por Luan (2002), utiliza algoritmos supervisionados e não supervisionados de agrupamento e predição com o objetivo de orientação de instituições educacionais na alocação de recursos e pessoal, através de um gerenciamento pró-ativo na busca do desenvolvimento do estudante.

Lei *et al.* (2003) propõem a utilização de funções exploratórias para mineração de dados na *Web*, com foco em um melhor entendimento do aluno para elaboração de um processo de avaliação formativa, cujo objetivo é a melhora de projetos instrucionais baseados na *Web*. Com isso, os autores sugerem a utilização de análise de padrões seqüenciais relacionados as atividades de aprendizagem dos alunos, buscando um importante realimentação para o professor.

Talavera e Gaudioso (2004) investigaram a utilização de técnicas de agrupamento para identificação de padrões que refletem o comportamento de estudantes em dados provenientes de sistemas de gerenciamento de cursos virtuais. O trabalho focou no estudo e definição de padrões de modelos de dados

para representação das interações no ambiente dos cursos.

Em Ventura *et al.* (2008) apresentam um trabalho sobre o desenvolvimento de um framework para auxílio ao professor durante o processo de análise de medidas geradas por regras de avaliação na mineração de dados educacionais, dando suporte a criação de novas regras pelo professor.

A combinação de agentes inteligentes com técnicas de mineração de dados através da utilização de redes bayesianas é proposta no trabalho de Schiaffino *et al.* (2008). Este trabalho tem como objetivo observar o comportamento de estudantes em cursos online, para elaboração automática do perfil do aluno. Tal perfil é obtido através da detecção automática das ações do aluno no ambiente. Com isso, o sistema irá sugerir ações personalizadas no curso para o aluno, visando o desenvolvimento do estudante durante suas atividades de aprendizado.

No trabalho de García *et al.* (2009) é descrita uma metodologia iterativa para desenvolvimento e manutenção de cursos baseados na *Web*, cujo objetivo é aumentar a efetividade do curso. Para isso, os autores destacam a utilização de regras de associação para descoberta de informações de interesse provenientes de dados resultantes das interações dos alunos. Um sistema colaborativo é empregado para compartilhar a pontuação das regras de recomendação obtidas por professores com perfis semelhantes, bem como, por outros profissionais de educação.

## 6 Mediação Pedagógica Através de Agentes de Mineração de Dados

Neste trabalho é proposta a definição de uma arquitetura de sistemas multiagentes de

apoio as atividades de mediação pedagógica ao professor em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, denominada MaSAPI – *Multiagent System Architecture for Pedagogical Intervention*. A finalidade é a elaboração de um software para mapeamento de interações de alunos no ambiente virtual, através das diversas ferramentas disponíveis, tais como: *fórum, chat, e-mail*, diário, portfólio, perfil, mural, etc. O conteúdo resultante das interações através dessas ferramentas é essencialmente textual, formando a base para a tomada de decisões e estratégias pedagógicas do professor durante o desenvolvimento de suas atividades na modalidade de ensino a distância. Dessa forma, a arquitetura proposta apresenta uma sociedade de agentes compostas por dois conjuntos de agentes, organizados conforme suas responsabilidades. Conforme apresentado na figura 3.

A arquitetura de mediação pedagógica apresenta uma interface de integração com ambientes virtuais de ensino-aprendizagem para que os resultados da análise de interações sejam categorizados e apresentados ao professor através de metáforas de interface. A utilização de metáforas de interface visa uma representação abstrata do nível de intervenção necessário do professor em relação ao aluno, de acordo com a categoria de mediação identificada para o aluno. As categorias de mediação são: controle, autocontrole e autorregulação.

Para a classificação de alunos em categorias de mediação serão aplicados algoritmos de mineração textos, os quais visam a identificação de indícios que propiciem a identificação de necessidades de mediação pedagógica. A partir da identificação de necessidades, serão apresentadas estratégias pedagógicas ao professor, buscando-se auxiliar o mesmo durante suas decisões de intervenção no processo de aprendizagem do aluno.

A construção de aplicações baseadas em ambientes multiagentes tende a ser complexa, dadas as peculiaridades envolvidas na implementação, tais como: questões sobre sistemas distribuídos, segurança, manipulação de banco de dados, aprendizagem, entre outras. Dessa forma, torna-se necessária a utilização de um *framework* para a codificação de agentes. Um *framework* é uma infra-estrutura de *software* que oferece um conjunto de funcionalidades visando a redução da complexidade, tempo e custo do processo de desenvolvimento de *software*. Sendo assim, neste trabalho foi adotada a plataforma JADE a qual gerencia uma sociedade de agentes através de um ambiente de execução.

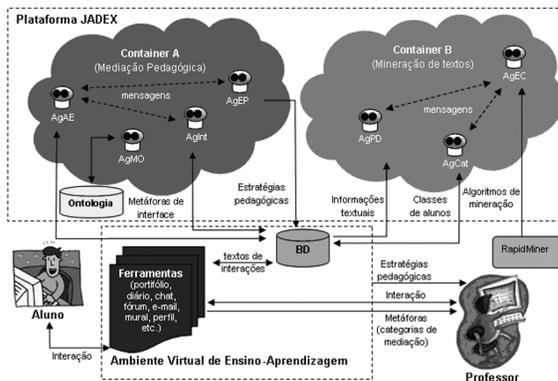


FIGURA 3 – MaSAPI (Multiagent System Architecture for Pedagogical Intervention)

FONTE: Elaborada pelos autores.

A plataforma JADE foi desenvolvida através da tecnologia Java, a qual possui uma série de facilidades, tais como: compatibilidade com diversos sistemas operacionais, através da implementação de máquinas virtuais; suporte a múltiplas linhas de execução (*threads*), comunicação com outras aplicações através de RMI (*Remote Method Invocation*), conectividade com banco de dados, integração com outras tecnologias através de JNI (*Java Native Interface*), etc.

O ambiente de execução de JADE é organizado na forma de *containers*. Um *container* é um repositório de objetos, ou seja, uma região onde os agentes são executados. O objetivo dos agentes é facilitar o gerenciamento de agentes em ambientes distribuídos, auxiliando no projeto de comunicação entre agentes de um mesmo *container*, ou agentes de *containers* externos. Quando o ambiente de execução JADE é inicializado um *container* principal é criado e nele são colocados recursos importantes para o gerenciamento e comunicação de agentes como: o sistema de gerenciamento de agentes (AMS – *Agent Management System*), sistema de comunicação e diretório facilitador (DF – *Directory Facilitator*).

Na arquitetura proposta neste trabalho os agentes são organizados em duas categorias, disponibilizados no ambiente através de dois *containers*, são eles:

- **Container A (mediação pedagógica):** neste *container* estão dispostos os agentes que irão realizar as atividades inerentes ao processo de apoio a mediação pedagógica do professor no ambiente virtual de ensino aprendizagem. Estes agentes irão realizar tarefas como análise das categorias de alunos, manutenção da ontologia de mediação, geração de estratégias pedagógicas e elaboração de metáforas de interface para representação das categorias de mediação.
- **Container B (mineração de textos):** este *container* irá abrigar o conjunto de agentes responsável pelas tarefas de mineração de textos provenientes das interações dos alunos e professor com as ferramentas do ambiente virtual de ensino-aprendizagem. As tarefas abrangem preparação dos textos, extração do conhecimento e categorização dos alunos, bem como, persistên-

cia de dados resultantes do processo de mineração.

O primeiro *container* de agentes, responsável pelas atividades de apoio à mediação pedagógica do professor conterá quatro agentes, que são:

- **Análise da categoria do estudante (AgAE):** este agente irá verificar o nível de auxílio necessário para cada aluno participante no ambiente, de acordo com a categoria de mediação que ele se encontra, informando ao agente de estratégias pedagógicas para que o mesmo selecione uma estratégia apropriada ao professor, auxiliando-o no seu processo de mediação pedagógica.
- **Manutenção de ontologia (AgMO):** agente responsável pela verificação periódica da ontologia utilizada pelo sistema multiagente para troca de informações sobre o domínio da mediação pedagógica. O agente é responsável pela evolução da ontologia de acordo com a extração de conhecimentos obtidos pelo conjunto de agentes mineradores. Conhecimento este gerado a partir da análise dos textos postados nas ferramentas que compõem um ambiente virtual de ensino-aprendizagem.
- **Seleção de estratégias pedagógicas (AgEP):** conforme o nível de desenvolvimento do aluno, identificado através de sua classificação prévia por categorias de mediação, o agente irá selecionar estratégias pedagógicas que serão sugeridas ao professor para o desenvolvimento de suas atividades de mediação.
- **Integração com interfaces dos AVE-As (AgInt):** o agente integrador tem a responsabilidade de realizar geração de metáforas de interface com o usu-

ário, para que o mesmo possa avaliar os alunos de acordo com as categorias que se encontram. O modelo de metáforas será explicado mais adiante.

- O segundo *container* de agentes, responsável pelas atividades de mineração de textos resultantes das constantes interações dos alunos com as ferramentas do ambiente virtual conterá três agentes, que são:
- **Preparação de dados (AgPD):** este agente será responsável pela recuperação e preparação dos textos originados nas interações dos alunos, a partir da base de dados mantida pelo ambiente virtual de ensino-aprendizagem.
- **Extração do conhecimento (AgEC):** agente responsável pela atividade de extração de conhecimento a partir dos textos previamente preparados pelo agente anterior.
- **Categorizador (AgCat):** agente que irá classificar os alunos de acordo com o nível de mediação que os mesmo se encontram em um determinado momento no ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

## 7 Experimentos Iniciais

Um protótipo para realização de experimentos com mecanismos de classificação foi realizado no trabalho de Raminelli *et al.* (2009). O objetivo desses experimentos foi avaliar a eficiência de distintos mecanismos de classificação de textos capazes de identificar categorias de mediação em trechos de textos originados de plataformas de EAD. Todos os mecanismos foram construídos com técnicas de mineração de dados, tendo sido usada uma base de textos previamente coletadas para este fim, que já tinha sido classifi-

cada manualmente em função das categorias de mediação. Após foram conduzidas séries de experimentos de classificação com diferentes tipos de classificadores, visando medir o desempenho desses classificadores e identificar qual é o mais eficiente. Também foram conduzidos experimentos visando simplificar a complexidade computacional do processo de classificação através da redução dimensional do espaço de atributos.

O estudo viabilizou a identificação de modelos computacionais para detecção de categorias de mediação da aprendizagem detectadas em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Para tal, o protótipo de experimentos considerou categorias de mediação previamente identificadas nos trabalhos de (PASSERINO, 2000, 2008, KOCH, 2009, DIAZ, 1993).

A partir dos dados analisados, conclui-se que é possível aplicar um aprendizado supervisionado junto com métodos de mineração de textos no processo de identificação das categorias de mediação em dados provenientes de interações nos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Os índices com cerca de 90% de acurácia, precisão e *recall* com redução de atributos baseada no *qui-quadrado* indicam que o classificador *Naive Bayes* é bastante promissor, evitando problemas clássicos do processamento de linguagem natural.

## 7.1 Condução dos Experimentos

Nos experimentos quatro conjuntos distintos de dados foram utilizados para treinar e testar os classificadores. Esses conjuntos de dados foram obtidos a partir do repositório de registros de interação armazenados de vários cursos a distância (KOCH, 2009). Os dados são formados por interações retiradas das ferramentas de *fóruns*, portfólio, diários e *e-mails*. Estas interações haviam sido classifi-

cadas manualmente nas várias categorias que compõem um processo de mediação tecnológica (PASSERINO, 2000, 2008, KOCH, 2009, DIAZ, 1993). Do total de interações classificadas manualmente foram selecionadas 186 interações representativas das categorias de controle direto e indireto, que foram usadas para fins de testes.

Dentre os algoritmos de classificação derivados das técnicas de aprendizagem de máquina, encontram-se diferentes métodos para a indução de conhecimento, destacando-se: regras de decisão (FELDMAN; SANGER, 2007), como bom exemplo de mecanismo de classificação determinístico, o algoritmo *k-NN* (*k-nearest neighbor*) (HAN; KAMBER, 2000) como exemplo de mecanismo de classificação baseada em similaridade e os mecanismos probabilísticos baseados em classificadores bayesianos simples (*naive bayes*) (DOMINGOS; PAZZANI, 1997) e em redes bayesianas (HAN; KAMBER, 2000). Assim, em um primeiro grupo de experimentos, procuramos determinar a eficiência destes classificadores, usando a implementação disponível no *RapiMiner*: regras de decisão (*W-ConjunctiveRules*), redes bayesianas (*W-BayesNetGenerator*), *k-NN* (*W-IBk*) e o classificador bayesiano simples (*W-NaiveBayes*).

Num segundo grupo de experimentos, procuramos determinar a eficiência dos métodos de pré-processamento para redução dimensional do espaço de atributos utilizado pelo classificador. Nestes experimentos foram usadas medições de relevância baseadas no desvio padrão e na distribuição *qui-quadrado* aplicada sobre a média dos valores TF-IDF. A forma de ponderar estatisticamente o peso dos atributos leva em conta a frequência das palavras no documento, na categoria e em toda coleção. O TF-IDF (*Term Frequency-Inverse Document Frequency*) é a forma mais comum de medir esta frequência nas aplicações de mine-

ração de textos, que, de acordo com a palavra  $w$  em um documento  $d$ , dá o peso:

$$TD-IDF(w,d) = \frac{TermFreq(w,d) \cdot \log(N)}{DocFreq(w)}$$

onde,  $TermFreq(w,d)$  é a frequência da palavra  $w$  em um documento  $d$ ,  $N$  é o número de todos os documentos, e  $DocFreq(w)$  é o número de documentos contendo a palavra  $w$ . A distribuição *qui-quadrado* ( $\chi^2$ ) realiza a medida da força máxima de dependência entre um atributo  $f$  e sua categoria  $c$ :

$$\chi^2_{\max}(f) = \max_{c \in C} \frac{|Tr| \cdot (P(f,c) \cdot P(\bar{f}, \bar{c}) - P(f, \bar{c}) \cdot P(\bar{f}, c))^2}{P(f) \cdot P(\bar{f}) \cdot P(c) \cdot P(\bar{c})}$$

A validação cruzada foi utilizada em todos os experimentos para a avaliação dos resultados. Essa avaliação utiliza todos os dados para criação do modelo. Os dados foram divididos em 15 partes iguais sendo assim formado um conjunto de testes. O conjunto de treino é formado da divisão dos dados pelo numero total de conjuntos de testes.

## 7.2 Análise dos Resultados

A partir da matriz de confusão gerada ao fim do processo de validação podem ser calculados os índices de desempenho dos classificadores. Apresentamos a seguir os resultados obtidos nos experimentos para as medidas clássicas de desempenho de classificadores: precisão, *recall* e acurácia, todos eles assumem valores no intervalo [0,1]. A precisão é a média de verdadeiros positivos de uma classe sobre o total de registros considerados desta classe pelo classificador. O *recall* é a média de verdadeiros positivos de uma classe sobre o total de registros efetivamente desta classe. A acurácia é a probabilidade geral de acerto do classificador.

Nesse primeiro experimento foram utilizadas todas as palavras dos textos extraídas

através de um *tokenizer* e mensuradas pela sua frequência, vistos anteriormente, contabilizando um total de 1484 atributos, aplicados nos treinamentos e nos testes. Pelo fato de se obter um numero elevado de *tokens* não foi possível computar a eficiência do classificador de Rede Bayesiana devido ao custo computacional. Na Tabela 1, é possível observar os resultados dos experimentos.

TABELA 1 – Eficiência dos Classificadores com Dados Reais e sem Redução de Atributos

	Atributos	Precisão	Recall	Acurácia
<i>W-NaiveBayes</i>	1484	84.70%	<b>72.32%</b>	<b>80.70%</b>
<i>W-Conjunctive Rules</i>	1484	<b>85.71%</b>	15.12%	61.96%
<i>W-Ibk</i>	1484	75.00%	17.86%	61.87%
<i>W-Bayes NetGenerator</i>	1484	-	-	-

FONTE: Elaborada pelos autores.

O classificador *naive bayes* ficou bem posicionado, competindo com o classificador baseado em regras de decisão. Ambos atingiram uma taxa bastante alta de precisão na detecção do controle direto nos registros de interação, da ordem de 85%, porém o classificador bayesiano é a melhor escolha por conta do seu *recall*, que é de longe o melhor entre todos os classificadores e sua excelente acurácia.

Na segunda etapa de experimentos, o espaço de atributos foi reduzido através de uma seleção de atributos através de pesos. No primeiro conjunto de experimentos os pesos dos atributos foram calculados através do desvio padrão das médias TF-IDF. Neste experimento se buscou uma redução de 90% dos atributos. O resultado destes experimentos é apresentado na Tabela 2. Neste caso, o resultado mais importante foi uma redução significativa da complexidade computacional do processo de classificação, que permitiu que o classificador baseado em redes bayesianas fosse testado. Mesmo assim, o classificador *naive bayes*

continua com a melhor acurácia geral, ficando atrás, entretanto, na precisão da detecção do controle direto feita pelos classificadores baseados em regras de decisão e em redes bayesianas.

TABELA 2 – Eficiência dos Classificadores com Redução de Atributos Pelo Desvio Padrão

	Atributos	Precisão	Recall	Acurácia
<i>W-NaiveBayes</i>	234	71.79%	<b>77.04%</b>	<b>75.82%</b>
<i>W-Conjunctive Rules</i>	234	<b>85.71%</b>	15.12%	61.96%
<i>W-Ibk</i>	234	64.29%	21.75%	60.82%
<i>W-BayesNet Generator</i>	234	<b>85.71%</b>	22.16%	64.53%

FONTE: Elaborada pelos autores.

No segundo conjunto de experimentos da segunda etapa o peso dos atributos foi mensurado através da distribuição qui-quadrado da TF-IDF. Com uma redução de aproximadamente 80% dos atributos foi possível, além da redução da complexidade computacional, uma melhora significativa do classificador *naive bayes* (Tabela 3).

TABELA 3 – Eficiência dos Classificadores com Redução de Atributos Pelo Qui-Quadrado

	Atributos	Precisão	Recall	Acurácia
<i>W-NaiveBayes</i>	300	<b>90.71%</b>	<b>83.56%</b>	<b>88.68%</b>
<i>W-Conjunctive Rules</i>	300	71.43%	18.44%	61.32%
<i>W-Ibk</i>	300	70.00%	17.33%	60.85%
<i>W-BayesNet Generator</i>	300	66.89%	44.22%	66.07%

FONTE: Elaborada pelos autores.

Os experimentos anteriores basicamente confirmaram o desempenho do classificador *naive bayes*. Em busca de uma acurácia maior foram realizados testes com uma variação na seleção dos pesos, reduzindo em até 99% os atributos do conjunto original de dados (Figura 4).

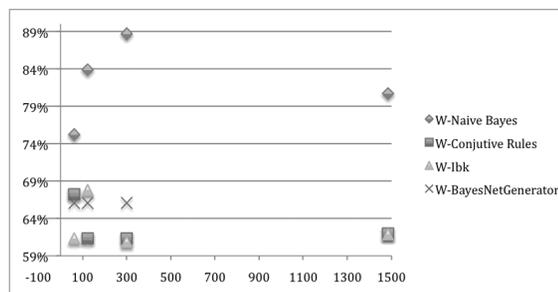


FIGURA 4 – Acurácia dos Classificadores Versus o Número de Atributos na Redução de Atributos Pelo Chi-Quadrado  
FONTE: Elaborada pelos autores.

Como vistos em muitos artigos, o classificador *naive bayes* se mostrou mais eficaz quando comparado a outros algoritmos. Destacou-se com uma precisão de seleção maior que 90%, com um *recall* de mais de 83% e chegou a atingir uma acurácia de 88.68% com a redução de atributos baseada no qui-quadrado.

## 8 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Acreditamos que o trabalho apresenta um diferencial quanto à aplicação de aspectos teóricos envolvidos na mediação da aprendizagem em um ambiente distinto do contexto convencional que é a sala de aula presencial. Trata-se de um trabalho que busca a identificação e gerenciamento do processo de mediação pedagógica no modelo de ensino a distância, apoiado em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Este trabalho foca, em profundidade, aspectos relacionados à mediação pedagógica em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Dessa forma, o enfoque do trabalho e desenvolvido nas seguintes dimensões: (a) no aprofundamento e conceituação dos termos envolvidos na mediação pedagógica e ambientes virtuais de ensino-aprendizagem; (b) nos

aspectos relacionados à interação nas diversas ferramentas do ambiente virtual; (c) nas tecnologias de agentes inteligentes e mineração de dados para suporte ao mapeamento de interações e acompanhamento da mediação pedagógica no ambiente.

Este trabalho não trata de problemas envolvidos na mediação pedagógica em educação a distância em todas suas dimensões, focando-se somente nos problemas de mediação verificados nos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Também não são discutidas ou analisadas distintas teorias de aprendizagem, adotamos a teoria sócio-histórica como linha condutora para embasamento epistemológico do trabalho, mas não pretendemos fazer comparativo da mesma com outras abordagens.

A próxima etapa do trabalho será a realização de um estudo piloto que irá determinar o grau de precisão do processo de captura de indícios de mediação através da identi-

cação dos níveis de regulação da aprendizagem dos alunos envolvidos. O estudo piloto será *Expost-Facto*, pois irá utilizar dados provenientes de um curso já realizado para sua execução.

Após a aplicação do estudo piloto será implementada parte da arquitetura para um estudo exploratório do fenômeno de mediação em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Tal procedimento será executado através de um estudo de caso aplicado em um curso real disponibilizado em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

A ferramenta fórum será adotada para exploração e observação do comportamento da arquitetura no processo de mediação pedagógica, tal escolha foi influenciada pela importância do *fórum* no processo de mediação pedagógica em ambientes virtuais, conforme destacado nos trabalhos de (KOCH *et al.*, 2008, TAROUCO; FAVERO, 2008, OKADA, 2003).

## Referências

ALMEIDA, M.E.B. Educação a Distância na Internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, 2003.

ANDRADE, A.F. Uma Aplicação da Abordagem Sociointeracionista de Vygotsky Para a Construção de um Ambiente Computacional de Aprendizagem. 2003. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003, Porto Alegre, BR-RS.

BASSANI, P.S.; BEHAR, P. A. Análise das Interações em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: uma possibilidade para avaliação da aprendizagem em EAD. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, 2006.

BRUSILOVSKY, P.; PEYLO, C. Adaptive and intelligent web-based educational systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Fairfax, Va., n. 13, p. 156-169, 2003.

COLE, M. Cultural psychology: a once and future discipline? In: BERMAN, J.J. (Ed.). *Nebraska Symposium on motivation: cross-cultural perspectives*. Lincoln, Ne: University of Nebraska Press, 1990. (Current theory and research in motivation, v. 37) P. 279-335.

DIAZ, R.; NEAL, C.; AMAYA-WILLIAMS, M. Orígenes sociales de la autorregulación. In: MOLL, L.C. (Comp.). *Vygotsky y la educación: connotaciones y aplicaciones de la psicología socio histórica en la educación*. Buenos Aires: Aique Grupo Ed., 1993. P. 153-185.

DOMINGOS, P.; PAZZANI, M. On the optimality of the simple Bayesian classifier under zero-one loss. *Machine Learning*, New York, n. 29, p. 103-130, 1997.

FELDMAN, R.; SANGER, J. *The Text Mining Handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

FERREIRA, T.B.; OTSUKA, J.L.; ROCHA, H.V. Interface Para Auxílio à Avaliação Formativa no Ambiente TelEduc. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – SBIE, 14., 2003, Rio de Janeiro. [Anais] Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. P. 160-169.

FRANCO, M.A.; CORDEIRO, L.M.; CASTILLO, R.A.F. O Ambiente Virtual de Aprendizagem e sua Incorporação na Unicamp. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 341-353, 2003.

FRANCO, S.R.K.; COSTA, L.A.C. Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Suas Possibilidades Construtivistas. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, 2005.

GALLIMORE, R.; THARP, R. Teaching Mind in Society: Teaching, schooling and literate discourse. In: MOLL, L.C. (Comp.). *Vygotsky y la educación: connotaciones y aplicaciones de la psicología socio histórica en la educación*. Buenos Aires: Aique Grupo Ed., 1993. P. 175-205.

GARCIA, E.; ROMERO, C.; VENTURA, S.; CASTRO, C. An architecture for making recommendations to courseware authors using association rule mining and collaborative filtering. *Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction*, New York, v. 19, p. 99-132, 2009.

HAN, J.; KAMBER, M. *Data mining: concepts and techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publ., 2000.

KENSKI, V.M. *Educação e Tecnologias: novo ritmo da informação*. 1. ed. São Paulo: Papirus, 2007.

KOCH, S.H.S.; MACIEL, M.C.P.; PASSERINO, L.M. The mediation in distance learning: possibilities of mapping the signs. In: WORLD CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION – WCCE, 9., 2009, Bento Gonçalves. *Proceedings*. [Porto Alegre: UFRGS, WCCE], 2009. P. 94

KOZULIN, A. *Psychological Tools: A Sociocultural Approach to Education*. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

LITWIN, E. (Org.). *Tecnologías educativas en tiempos de internet*. Buenos Aires: Amorrortu, 2005.

LEI, X.; PAHL, C.; DONNELLAN, D. An Evaluation Technique for Content Interaction in Web-based Teaching and Learning Environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES – IEEE, 3., 2003, ATHENS. *Proceedings*. Athens: IEEE, 2003. P. 294-295.

LUAN, J. *Data mining, knowledge management in higher education: potential applications*. [S.l.: s.n.], 2002. Trabalho apresentado no Workshop Associate Of Institutional Research International Conference, 2002, Toronto, Canadá.

MA, Y.; LIU, B.; WONG, C.; YU, P.; LEE, S. Targeting the right students using data mining. In: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING – KDD '00, 6., 2000, New York. *Proceedings*. New York: ACM, 2000. P. 457-464.

MOLL, L.C. *Vygotsky y la educación: connotaciones y aplicaciones de la psicología sociohistórica em la educación*. Buenos Aires: Aique, 1993.

MOORE, M.G. The Theory of Transactional Distance. In: MOORE, M.G. (Ed.). *The Handbook of Distance Education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. P. 89-108.

MORAN, J.M. *Contribuições Para uma Pedagogia da Educação Online*. São Paulo: Loyola, 2003.

MORAN, J.M. Os Novos Espaços de Atuação do Professor com as Tecnologias. In: ROMANOWSKI, J.P. *et al.* (Org.). *Conhecimento Local e Conhecimento Universal: diversidade, mídias e tecnologias na educação*. Curitiba: Champagnat, 2004. P. 245-254.

PASSERINO, L.M. *Pessoas com Autismo em Ambientes Digitais de Aprendizagem: estudo dos processos de interação social e mediação*. 2005. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005, Porto Alegre, BR-RS.

PASSERINO, L.M.; SANTAROSA, L.M.C. Uma Visão Sócio-Histórica da Interação Dentro de Ambientes Computacionais. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO RIBIE, 5., 2000, Viña del Mar. *Atas*. Viña Del Mar: RIBIE, 2000. P. 1-10.

PETERS, O. *Didática do Ensino a Distância*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2001.

OKADA, A.L.P. Desafio Para a EAD: como fazer emergir a colaboração e cooperação em ambientes virtuais de aprendizagem? In: SILVA, M. (Org). *Educação Online: teorias, práticas, legislação e formação corporativa*. São Paulo: Loyola: 2003. P. 257-274.

RAMINELLI, A.; GLUZ, J.C.; PASSERINO, L.M. *Modelo Bayesiano de Classificação de Categorias de Mediação em Ferramentas de EAD*. São Leopoldo: UNISINOS, 2009. Relatório técnico do projeto MEDIATEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2009.

ROCHA, H.V. O Ambiente TelEduc Para a Educação a Distância Baseada na *Web*: princípios, funcionalidades e perspectivas de desenvolvimento. In: MORAES, M.C. (Org.). *Educação a Distância: fundamentos e práticas*. Campinas: NIEDUNICAMP, 2002. P. 197-211.

ROMANI, L.A. *Intermap*: ferramenta para visualização da interação em ambientes de educação a distância na *web*. 2000. Dissertação (Mestrado em Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2000, Campinas, BR-SP.

ROMERO, C.; VENTURA, S. Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, New York, v. 33, p. 135-146, 2007.

SALMON, G. *E-moderating: the key to teaching and learning online*. London: Ed. Kogan Page, 2000.

SCHIAFFINO, S.; GARCIA, P.; AMANDI, A. eTeacher: providing personalized assistance to e-learning students. *Journal of Computers & Education*, Amsterdam, v. 51, p. 1744-1754, 2008.

SMOLKA, A.L.B. O (Im)próprio e o (Im)pertinente na Apropriação das Práticas Sociais. *Cadernos CEDES*, Campinas, ano 20, n. 50, p. 26-40, 2000.

TALAVERA, L.; GAUDIOSO, E. Mining student data to characterize similar behavior groups in unstructured collaboration spaces. In: WORKSHOP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CSCL, 2004, Valencia; EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE – ECAI, 16., 2004, Valencia. *Proceedings*. Valencia: CSCL, 2004. P. 17-23.

TAROUCO, L.M.R.; FAVERO, R.V.M. Comunidades Virtuais: construindo o conhecimento através da interação. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2008.

TAROUCO, L.M.R.; QUERTE, T.C.M. Ambiente de suporte para educação a distância: a mediação para aprendizagem cooperativa. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2003.

TOMASELLO, M. *Origens Culturais da Aquisição do Conhecimento Humano*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VENTURA, S.; ROMERO, C.; HERVAS, C. Analyzing Rule Evaluation Measures with Educational Datasets: A Framework to Help the Teacher. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATIONAL DATA MINING, 1., 2008, Montreal. *Proceedings*. Montreal: EDM, 2008. P. 177-181.

VYGOTSKY, L.S. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WERSTCH, J.V. *Vygotsky y La formación social de la mente*. Barcelona: Paidós, 1988.

**Carlos Emilio Padilla Severo**

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS – Brasil. E-mail: emilio.severo@gmail.com

**Liliana Passerino**

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS – Brasil. E-mail: liliana@cinted.ufrgs.br

**João Carlos Gluz**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo/RS – Brasil. E-mail: jcgluz@unisinors.br

**Álvaro Raminelli**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo/RS – Brasil. E-mail: aba141@gmail.com