

# Ontologias e Web Semântica no Suporte ao Ensino Colaborativo em Salas de Aula Presenciais

Seiji Isotani<sup>1</sup>, Naoko Isotani<sup>2</sup>, Sadao Isotani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Knowledge Systems, The Institute of Scientific and Industrial Research  
Osaka University, Japan

<sup>2</sup>Fundação Instituto Tecnológico de Osasco, Osasco, SP - Brazil

<sup>3</sup>Departamento de Física Geral, Instituto de Física  
Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo, SP – Brazil

isotani@acm.org, naokoisotani@yahoo.com.br, sisotani@if.usp.br

**Abstract.** *In spite of the great technological advances produced by the community of Information in Education, still today, the most common teaching method used at public schools is the content exposition in a blackboard by the teacher and the passively assimilation of it by students. A possible way to overcome this traditional teaching method in the real situation of the Brazilian educational system is to use collaborative learning. Thus, the present work presents an intelligent system that aids the teacher to prepare in advance collaborative learning activities that can be used in real classrooms where computers are not present. The results of an experiment carried out in 4 classes of 5th grade at a public school shown that the system facilitates the selection of important pedagogical strategies that influence positively the students' learning.*

**Resumo.** *Apesar dos grandes avanços tecnológicos produzidos pela comunidade de Informática na Educação, ainda hoje, o método de ensino mais utilizado nas escolas públicas é aquele onde o professor expõe o conteúdo no quadro-negro e o aluno passivamente absorve o conteúdo. No cenário real do sistema educacional Brasileiro uma forma de combater este método tradicional é utilizar o ensino colaborativo. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um sistema inteligente que auxilia o professor a preparar antecipadamente atividades colaborativas que podem ser utilizadas em salas de aula presenciais, onde o computador não está presente. Os resultados de um experimento realizado em 4 salas de 5ª série de uma escola municipal mostraram que o sistema facilita a tomada de decisões pedagógicas importantes que influenciam positivamente o aprendizado dos alunos.*

## 1. Introdução

O método tradicional de ensino, denominado por Freire (1987) de “*concepção bancária da educação*”, onde o professor é a figura central do aprendizado e o aluno é apenas um

mero participante passivo que tenta absorver todo o conteúdo exposto no quadro-negro, ainda é utilizado como principal método de ensino em grande parte das escolas públicas do Estado de São Paulo. Contudo, este método tem se tornando cada vez mais ineficaz. Essa afirmação é baseada nos diversos trabalhos na área de ensino e, em particular, na área de ensino de Matemática como o apresentado por Espósito et al. (2000). Neste trabalho os autores apresentam uma análise dos resultados do SARESP - *Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo* (<http://saresp.edunet.sp.gov.br/>) revelando que os estudantes das mais variadas séries do ensino fundamental e médio, que foram ensinados utilizando o método tradicional, possuem dificuldade na leitura/escrita e representações matemáticas. Em outro trabalho, Batista (1995) analisou um conjunto dos alunos do estado de São Paulo que cursavam de 2ª a 4ª série do ensino fundamental identificando que muitos alunos, após serem ensinados, ainda cometiam erros na montagem e resolução de contas como, por exemplo: (a) os erros no “vai um” da soma; e (b) erros específicos da subtração. Estes mesmos problemas foram identificados por Zanetti et. al (2004).

Em oposição ao método tradicional de ensino, alguns pesquisadores e educadores defendem a educação colaborativa onde os alunos aprendem de forma ativa através das interações entre aluno-aluno e aluno-professor (Barkley et al, 2005). No contexto colaborativo, os alunos aprendem através da troca de idéias, compartilhando informações úteis, explicando um determinado tópico a outros alunos, além de diversas outras formas de participação (Webb et al., 2006).

Na área de informática na educação, a aprendizagem colaborativa com suporte computacional (CSCL – *Computer Supported Collaborative Learning*) é amplamente difundida, pesquisada e utilizada (Fuks et al., 2006; Stahl et al., 2006). Segundo Soller et al (2005), nas últimas décadas o número de ferramentas tecnológicas que facilitam o aprendizado colaborativo através do computador cresceu consideravelmente. Apesar disso, de acordo com Isotani e Mizoguchi (2008), existe uma grande lacuna em pesquisas e desenvolvimento de ferramentas computacionais inteligentes que auxiliam o professor utilizar de maneira efetiva técnicas colaborativas em salas de aula presenciais (onde o computador não está presente). A falta desta ferramenta dificulta a difusão da aprendizagem colaborativa no cenário real do sistema educacional Brasileiro.

Neste contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema computacional inteligente, chamado CHOCOLATO, que auxilia o professor a utilizar técnicas de aprendizagem colaborativa em salas de aula presenciais. Através da inserção de dados relacionados ao estado de desenvolvimento do aluno e ao conteúdo a ser ensinado, o sistema proposto utiliza-se de ontologias e técnicas provindas da Web Semântica para identificar a melhor forma de formar grupos e realizar o processo colaborativo em classe. Para verificar o impacto das recomendações do sistema CHOCOLATO em ambientes presenciais de ensino, realizou-se no primeiro semestre de 2008 um teste em uma escola do município de Osasco-SP. Neste teste, um professor de Matemática que utilizava o método tradicional de ensino durante 30 anos fez uso das sugestões do sistema CHOCOLATO em quatro salas da 5ª série do ensino médio obtendo resultados positivos que serão descritos ao longo deste trabalho.

## 2. Trabalhos Relacionados: Ontologias e CSCL

Atualmente, existem diversas teorias de aprendizagem que facilitam o planejamento e a inserção de grupos de aprendizagem em sala de aula (Collins, 1991; Endlsey, 1980). Dessa forma, para criar atividades de grupo com bases pedagógicas, é possível selecionar uma teoria de aprendizagem considerando diversas variáveis como: (a) as condições dos alunos; (b) os objetivos a serem alcançados; (c) o domínio do conteúdo a ser trabalhado; (d) o contexto onde as atividades de grupo serão realizadas; além de diversas outras informações. Devido a grande quantidade de variáveis e a dificuldade de se entender e utilizar as teorias de aprendizagem de forma prática é necessário elaborar um sistema que possa “raciocinar” em cima dos dados do ambiente (variáveis) para escolher de forma “inteligente” a melhor teoria de aprendizagem. Além disso, é essencial que o sistema apresente de forma simples como utilizar as informações contida nestas teorias para que seja possível utilizá-las em cenários reais de ensino.

Uma das possíveis soluções para criar tal sistema inteligente é a construção de um programa baseado em ontologias. Através de ontologias, um programa de computador pode interpretar de forma semântica os conceitos encontrados nas teorias de aprendizagem. De fato, o uso de engenharia de ontologias para construções de conhecimento de forma sistemática tem mostrado resultados sensivelmente positivos (Devedzic, 2006). Na área de CSCL, ontologias têm sido utilizadas com sucesso para resolver diversos problemas relacionados à formação de grupos e ao planejamento de atividades colaborativas. Por exemplo, o trabalho de Ounnas et al. (2008) utiliza ontologias para agrupar alunos e resolver o problema dos “alunos orfãos” em sistemas de aprendizado on-line (alunos que nunca são agrupados pelo sistema devido a regras de inferência inflexíveis). Este problema ocorre com frequência em algoritmos para agrupar alunos de forma automática. Em outro trabalho, Barros et al. (2002) mostram que o uso de ontologias traz diversos benefícios para planejar atividades colaborativas com o intuito de resolver problemas de Geometria. Finalmente, um estudo realizado por Isotani & Mizoguchi (2008) identificou que o uso de ontologias e teorias de aprendizagem para formação de grupos e planejamento de atividades colaborativas influencia positivamente no aprendizagem do aluno.

Apesar dos grandes avanços na área de CSCL e engenharia de ontologias nos últimos anos, não é de conhecimento dos autores a existência de programas de autoria que utilizem tais tecnologias para auxiliar o professor a desenvolver atividades colaborativas em salas de aula presenciais onde o computador não está presente. Contudo este cenário é o mais comum na realidade das escolas públicas do Estado de São Paulo e, possivelmente, de todo o Brasil. Normalmente, o professor dispõe de um computador em casa ou na escola, mas em classe utiliza apenas o giz e o quadro-negro. Nestas condições, necessitamos de um programa de autoria que auxilie o professor a preparar **antecipadamente** as aulas. Através do uso de um programa inteligente que faz uso das teorias de aprendizagem para criar atividades pedagógicas efetivas e facilitar a introdução do ensino colaborativo em sala de aula, podemos melhorar sensivelmente a qualidade do ensino nas escolas Brasileiras, sem a necessidade de gastar grandes quantidades de recursos do Estado através da compra de computadores e periféricos.

### 3. O Sistema CHOCOLATO

Com o intuito de ajudar professores, instrutores e outros usuários na formação de grupos e no planejamento antecipado de atividades colaborativas, foi desenvolvido um sistema de autoria inteligente que possui a capacidade de analisar diferentes teorias de aprendizagem e oferecer sugestões para o desenvolvimento de práticas colaborativas em sala de aula.

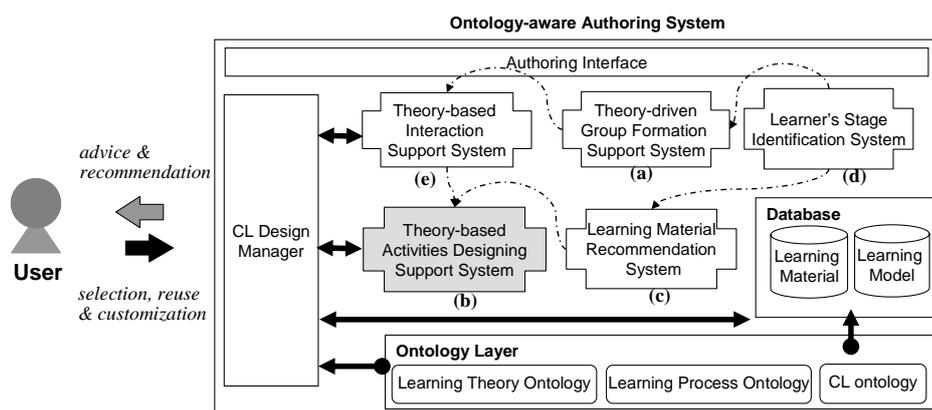
Este sistema de autoria que está “*ciente*” da existência das diversas teorias de aprendizagem e que pode utilizá-las para criar processos colaborativos efetivos foi denominado **CHOCOLATO** – a *Concrete and Helpful Ontology-aware Collaborative Learning Authoring Tool*. O sistema CHOCOLATO é baseado em uma estrutura de ontologias que descreve teorias de aprendizagem. Através do uso de ontologias, as teorias de aprendizagem e suas características são declarativamente e formalmente representadas de tal forma que: (a) impedem que as teorias sejam interpretadas de forma ambígua e inesperada; (b) oferecem um vocabulário comum para descrevê-las; (c) auxiliam o compartilhamento e o acúmulo de conhecimento; e (d) permitem que as informações sejam interpretadas e compartilhadas por diferentes programas de computador. Algumas das informações contidas nestas ontologias são: nomes das teorias de aprendizagem (eg. *Peer Tutoring* (Endlsey, 1980) e *Cognitive Apprenticeship* (Collins, 1991)); estratégias de aprendizagem (eg. aprendizagem por observação ou aprender ensinando); papéis atribuídos aos alunos (eg., tutor, tutelado e observador); objetivos do grupo (eg. construir o conhecimento ou compartilhar habilidades); objetivos individuais (eg. desenvolver uma habilidade ou obter uma informação); além de diversas outras informações que foram extraídas das teorias de aprendizagem. Vale observar que todos os conceitos apresentados estão conectados e são representados nas ontologias desenvolvidas. Assim, é possível realizar diversas inferências como, por exemplo, caso o professor atribua o papel de *tutor* para um aluno, então o sistema pode inferir que este aluno irá *aprender ensinando* um outro aluno que, necessariamente, terá o papel de *tutelado*. Além disso, também o sistema pode inferir que a teoria que melhor auxiliará este grupo é a *Peer Tutoring* e, portanto o sistema pode recomendar ao professor que crie atividades colaborativas com base nesta teoria.

As ontologias utilizadas pelo sistema CHOCOLATO representam 8 teorias de aprendizagem, possuem centenas de conceitos e foram extensivamente apresentadas e validadas em trabalhos anteriores (Devedzic, 2006; Isotani & Mizoguchi, 2007). Além disso, parte dos conceitos desta ontologia foram incorporados na ontologia que representa *aprendizagem e planejamento instrucional* (Omnibus Ontology). Esta ontologia está disponível gratuitamente em <http://edont.qee.jp/omnibus/>. Dessa forma, neste trabalho iremos focar no desenvolvimento e na aplicação do sistema CHOCOLATO que utiliza estas ontologias para proporcionar recomendações inteligentes com justificativas teóricas.

A arquitetura do sistema CHOCOLATO é apresentado na Figura 1. Nesta arquitetura dividimos o sistema em 5 sub-sistemas (módulos) que tem como objetivo agrupar os diferentes tipos e níveis de ajuda que podem ser oferecidos ao professor. Dessa forma, é possível estender o sistema CHOCOLATO de forma simples através da criação e inserção de novos módulos que satisfazem as necessidades do usuário. Cada módulo faz uso de ontologias para receber/enviar informações para outros módulos,

verificar o estado do aluno e raciocinar sobre os conceitos das teorias de aprendizagem. Atualmente os módulos desenvolvidos são:

- (a) **Formação de grupos.** Este módulo identifica a melhor forma de agrupar os alunos cadastrados no sistema.
- (b) **Planejamento de atividades.** Este módulo auxilia o professor a selecionar e utilizar uma teoria de aprendizagem para planejar as atividades colaborativas.
- (c) **Recomendação de Material.** Este módulo auxilia o professor a escolher materiais didáticos relacionados ao conteúdo. O material pode ser adicionado/removido/modificado a qualquer momento pelo professor.
- (d) **Estágio de Aprendizagem.** Este módulo faz o mapeamento entre as condições do aluno (dados oferecidos pelo professor) e seu respectivo estágio de aprendizagem utilizado pelas teorias de aprendizagem.
- (e) **Suporte a interação.** Este é um módulo que auxilia o professor a identificar quais processos de interação são essenciais para que a aprendizagem colaborativa ocorra de forma eficaz.



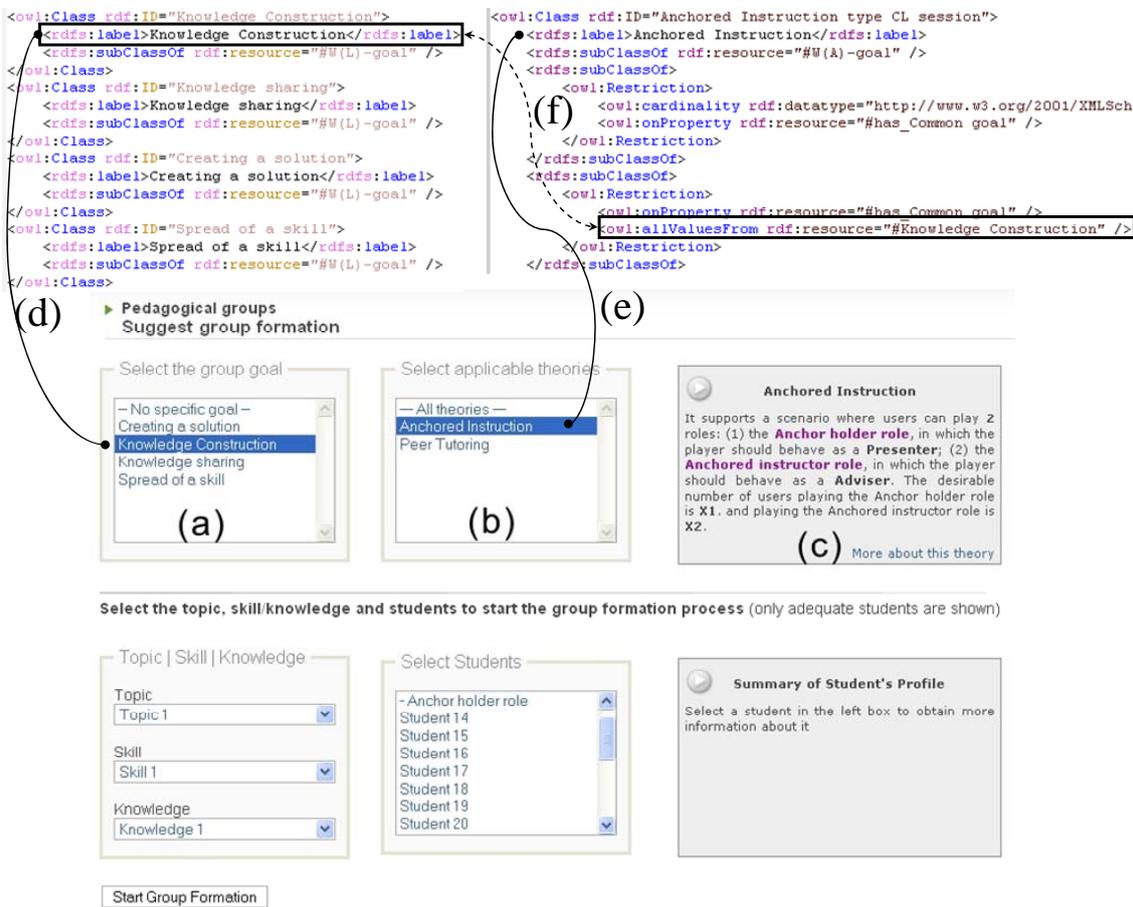
**Figura 1.** Arquitetura do Sistema CHOCOLATO

O sistema foi desenvolvido utilizando tecnologias da Web Semântica. Assim, as ontologias foram desenvolvidas utilizando o editor HOZO (<http://www.hozo.jp>) e são descritas em OWL (2008); as consultas e a forma de armazenamento em banco de dados estão no formato SPARQL (2008); as inferências são implementadas utilizando ARC (2008); e finalmente, a interface entre o usuário e o sistema foi uma extensão do programa Claroline (2008) implementada utilizando as linguagens HTML, AJAX e PHP.

O sistema CHOCOLATO foi desenvolvido para auxiliar tanto professores inexperientes quanto especialistas durante o desenvolvimento de atividades colaborativas. Por exemplo, ao planejar uma atividade colaborativa, para professores inexperientes o sistema oferece uma ajuda estruturada levando em consideração as diferentes teorias de aprendizagem e os objetivos do usuário. Através da interface de autoria (base da Figura 2) é possível selecionar os objetivos do grupo (Figura 2a) e, assim, o sistema automaticamente recomenda teorias que podem ser utilizadas para atingir os objetivos (Figura 2b). Além disso, ao selecionar uma das teorias o sistema oferece diversas recomendações ao usuário (Figura 2c) como, por exemplo, o número de papéis (*roles*) que devem ser atribuídos aos alunos; o comportamento que cada aluno

deveria seguir para que a colaboração seja realizada efetivamente; o número desejado de participantes em cada papel; além de diversas outras informações que podem ser visualizadas ao clicar no link “*more about this theory*”. Finalmente, o professor pode inserir tópicos a serem trabalhados pelos grupos e cadastrar as informações dos alunos no sistema. Caso o sistema tenha disponível os dados dos alunos é possível identificar automaticamente quais alunos possuem o perfil adequado para atuar utilizando um papel (*role*) da teoria escolhida (base da Figura 2).

Para professores especialistas, o sistema oferece uma linguagem padrão e diretrizes para expressar de modo formal as atividades colaborativas, o fluxo de interações entre os membros do grupo, as ações que podem ser realizadas, além de diversas outras formas avançadas de personalização. Dessa forma, é possível descrever novas estratégias e papéis para membros de um grupo específico, reutilizá-las quando necessário e compartilhá-las com outros usuários e, finalmente, combinar diferentes formas de interação que podem ser utilizadas em diferentes cenários.



**Figura 2.** Na base da Figura temos a interface de autoria simplificada do sistema CHOCOLATO. E no topo temos a relação entre pequenas porções da ontologia descrita em OWL que permite ao sistema identificar as teorias adequadas para atingir os objetivos selecionados pelo usuário.

Todo o processo de ajuda inteligente do sistema CHOCOLATO é realizado através de ontologias. Na Figura 2d é possível verificar a relação entre os dados apresentados na interface do sistema com a porção da ontologia que representa os objetivos do grupo. Ao selecionar um objetivo, o sistema inicia um conjunto de inferências para identificar quais teorias são relevantes para o usuário. A seta tracejada

da Figura 2f mostra o resultado final das inferências que identificam a relação entre a porção da ontologia que representa o objetivo do grupo “*Knowledge Construction*” e outra porção da ontologia que representa a teoria de aprendizagem “*Anchored Instruction*”. E, finalmente, na linha da Figura 2e mostramos a relação entre o resultado das inferências com a interface do usuário. O mesmo processo de inferência ocorre em todas as formas de interação entre o usuário e o sistema como, por exemplo, na criação das recomendações apresentadas no bloco da Figura 2c.

Uma outra funcionalidade interessante do sistema é a recomendação de padrões de interação. Um padrão de interação representa uma possível forma de criar/conduzir a interação entre dois ou mais alunos de tal forma que todos os atores (alunos) envolvidos possam adquirir benefícios educacionais. Através da representação de teorias de aprendizagem utilizando ontologias, o sistema CHOCOLATO consegue sugerir padrões de interação que auxiliam o professor a criar atividades colaborativas efetivas.

#### 4. Experimento e Discussão

O Experimento foi realizado na FITO – Fundação Instituto Tecnológico de Osasco, uma fundação municipal que mantém um curso fundamental **bastante tradicional** na cidade de Osasco, SP. A FITO foi escolhida por ser uma escola que possui características de escola pública e, também, de escola particular. Isso ocorre porque apesar de ser uma escola de uma Fundação municipal, é mantido por mensalidades cobradas de seus alunos. Além disso, por ser uma escola conservadora, o método de ensino é, praticamente, todo baseado no modelo tradicional de ensino, descrito por Freire (1987) de “*concepção bancária da educação*”, onde o professor transmite o conhecimento e o aluno passivamente absorve o conteúdo.

Apesar disso, os professores da FITO tem alguma autonomia para aplicar diferentes métodos pedagógicos que auxiliam a participação ativa do aluno e a construção do conhecimento. Assim, Através de uma parceira com a professora de Matemática, os autores conseguiram introduzir no início de 2008 o uso do ensino colaborativo em 4 salas de 5ª série. Como a escola não permitiu o uso de grupos de controle (classes utilizando o ensino tradicional) e grupos experimentais (classes utilizando o ensino colaborativo), o experimento foi realizado em duas etapas. Primeiro, realizou-se uma análise de dados (provas, trabalhos, e etc.) colhidos entre 2000 e 2007. Segundo, foi introduzido o ensino colaborativo utilizando os conceitos do sistema CHOCOLATO durante o início de 2008 para fazer a comparação de dados. Esse comparação é possível, pois o método de ensino, as provas e os trabalhos analisados foram realizados pelo mesmo professor e mantidos num nível similar durante o período de 2000 á 2007. Estes dados são particularmente importantes para a presente análise porque a manutenção dos mesmos textos teóricos, listas de exercícios e provas facilitam as comparações entre o método de ensino tradicional e o método de ensino colaborativo.

Na primeira etapa da análise verificou-se a existência de uma correlação linear entre as notas do início do semestre com as notas finais obtidas pelo aluno (Isotani et al., 2008). Ou seja, o aluno absorve o conteúdo da matéria ao longo do ano proporcionalmente ao que ele sabe no início do curso. Isto implica que alunos com baixo rendimento escolar no início do semestre possuem poucas chances de melhorar sua performance ao longo do curso. Essa relação foi observada em todos as classes e anos analisados de 2000 á 2007. Além disso, as aulas tradicionais exigiam que o

professor apresentasse todo o conteúdo da aula no quadro negro e que os alunos, obrigatoriamente, escrevessem o mesmo conteúdo em seus cadernos. Durante esta tarefa, observou-se um grande desgaste tanto do professor quanto dos alunos. Notou-se também a perda da atenção dos alunos que não se sentiam motivados (obrigados) a copiar o conteúdo em seus cadernos, e assim, iniciavam conversas paralelas (fora do contexto da aula).

Finalmente, em aulas tradicionais os alunos com fraco rendimento, alunos medianos e alunos com bom rendimento eram tratados de forma homogênea. Isso ocorre, pois o professor utilizando-se de uma aula demasiadamente expositiva, não possui recursos para interromper sua argüição a todo o momento para auxiliar aqueles que não conseguem compreender o conteúdo. Além disso, em aulas expositivas alunos com fraco rendimento escolar ficam retraídos e dificilmente fazem perguntas (Freire, 1987). Outro fator negativo do método tradicional é fazer com que alunos que já possuem o domínio do conteúdo sejam obrigados a seguir o mesmos passos dos demais alunos.

Neste contexto, utilizando os conceitos do sistema CHOCOLATO, introduziu-se o ensino colaborativo no início de 2008. Nesta fase de transição, o intuito foi melhorar a qualidade do ensino e não necessariamente melhorar a qualidade das notas dos alunos. Para facilitar e agilizar a transição entre o ensino tradicional e o colaborativo, a relação entre o sistema e o professor foi intermediada pelos autores. Segundo Pressman (2005), esta é a melhor forma de avaliar a qualidade dos recursos disponíveis em um programa, pois remove a dificuldade do usuário (no caso, o professor) em utilizar e compreender a interface do programa. Dessa forma, o professor fazia perguntas para os autores, e os autores verificam se esta informação poderia ser respondida pelo sistema.

Diversas perguntas foram realizadas pelo professor. Entre as mais importantes estão: (a) como agrupar os alunos; (b) como planejar as atividades de grupo; (c) como fazer os alunos trabalharem em grupo; e (d) como avaliar o aprendizado dos alunos. Como era esperado, as primeiras duas perguntas foram respondidas pelo sistema CHOCOLATO de tal forma que auxiliou o professor a agrupar os alunos seguindo critérios pedagogicamente relevantes como, por exemplo, o conhecimento prévio dos alunos e suas notas em trabalhos e provas. Além disso, com algumas recomendações do sistema, os grupos criados e as atividades planejadas tiveram como base a teoria *Cognitive Apprenticeship* e o objetivo foi melhorar a interação entre os alunos com maior rendimento escolar com os alunos de menor rendimento escolar. A razão foi auxiliar os alunos mais “atrasados” a construir o conhecimento através do suporte oferecido pelo seus parceiros (outro alunos). Em contrapartida, os alunos mais “avançados”, poderiam fixar melhor o conteúdo através do uso de seus conhecimentos para ensinar outros alunos. Note que neste caso, muito professores poderiam agrupar o aluno que obteve a maior nota da classe com o aluno que obteve a menor nota. Contudo, o sistema recomendou que dois alunos só poderiam ser agrupados caso existisse diferenças no nível de conhecimento entre eles, mas que a diferença não fosse “demasiadamente” grande. Esta recomendação pedagógica oferecida pelo sistema tem um grande efeito positivo na aprendizagem, pois seguindo a teoria *Cognitive Apprenticeship* um aluno considerado muito fraco, não teria condições, ou teria grandes dificuldades, de acompanhar o raciocínio de um aluno considerado muito bom.

As perguntas relacionadas a como fazer os alunos trabalharem em grupo e como avaliar o aprendizagem, não puderam ser respondidas pelo sistema. Isso ocorre, porque o sistema CHOCOLATO foi desenvolvido para ser um programa de autoria que facilita a introdução do ensino colaborativo, mas não na condução da aprendizagem colaborativa em sala de aula. Os autores pretendem em versões futuras criar mecanismos de suporte ao professor para a condução de atividades colaborativas.

Apesar de algumas dificuldades enfrentadas pelo professor para conduzir o aprendizagem colaborativa em sala de aula o resultado geral foi muito positivo. Dentre as dificuldades podemos citar, por exemplo, alunos mais “avançados” que não queriam estudar com alunos mais “atrasados”; falta de experiência tanto do professor quanto do aluno em trabalhar em grupo; problemas relacionados ao tempo, pois atividades colaborativas normalmente requerem maior tempo para serem realizadas; além de outros pequenos problemas. Apesar destes empecilhos, podemos observar o maior comprometimento dos alunos em aprender. Houve uma considerável diminuição no ruído (conversas paralelas não relacionadas ao conteúdo) durante as atividades colaborativas. Além disso, o maior ganho com a introdução do ensino colaborativo foi à abertura de um procedimento pedagógico que ao mesmo tempo deu atenção aos alunos “atrasados” e aos alunos “avançados”. Isto porque os grupos onde os alunos “avançados” conseguiam auxiliar seus pares a compreender o conteúdo, o professor conseguiu propor novos desafios ao grupo, e avançar a matéria. Em contrapartida, os alunos mais “atrasados” recebiam maior atenção, pois além de serem ensinados por outros alunos, também puderam receber atenção especial do professor o qual explicava o conteúdo de forma mais pessoal e detalhada.

## **5. Conclusão**

Apesar dos grandes avanços nas pesquisas relacionadas à Informática na Educação, o sistema educacional Brasileiro ainda não consegue absorver as tecnologias desenvolvidas. Além disso, o método de ensino utilizado na maioria das escolas ainda está baseado na exposição do conteúdo no quadro-negro. Com o intuito de modificar este cenário, este trabalho apresentou o sistema CHOCOLATO que auxilia o professor a preparar antecipadamente as aulas e a introduzir técnicas de ensino colaborativo em salas de ensino presenciais.

O sistema foi desenvolvido utilizando ontologias e tecnologias da Web Semântica. As ontologias foram desenvolvidas utilizando diversos conceitos provindos de diferentes teorias de aprendizagem. Através da representação formal e explícita que as ontologias oferecem e, utilizando ferramentas de inferência que a Web Semântica proporciona, foi possível criar um sistema inteligente que auxilia o professor durante a formação de grupos e o planejamento de atividades colaborativas para uso em salas de aula presenciais. Através do experimento realizado em 4 salas de 5ª série, em conjunto com o professor de Matemática, verificamos que o sistema auxiliou o professor a introduzir de forma adequada o ensino colaborativo em classe. E, apesar de algumas dificuldades encontradas devido à inexperiência tanto do professor quanto dos alunos em ensinar/aprender utilizando o método colaborativo, os resultados foram positivos. Além do maior comprometimento dos alunos com o conteúdo, o professor teve maior liberdade para ajudar os alunos a construir o seu próprio conhecimento levando em consideração os diferentes ritmos de aprendizagem.

Futuramente, pretendemos estender as funcionalidades do sistema CHOCOLATO para que seja possível auxiliar o professor durante a condução das atividades colaborativas.

## References

- ARC (2008) RDF Toolkit. <http://arc.semsol.org/>
- Barkley, E., Cross, K.P., & Major, C.H. (2005) Collaborative Learning Techniques: A Practical Guide to Promoting Learning in Groups, San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Barros, B., Verdejo, M.F., Read, T. & Mizoguchi, R. (2002) Applications of a Collaborative Learning Ontology. In Proceedings of the Mexican International Conference on Artificial Intelligence, LNCS 2313, 103-118.
- Batista, C. G. (1995) Fracasso Escolar: análise de erros em operações Matemáticas. In Zetetiké, 3(4), 61-72.
- Claroline (2008) Learning Management System <http://www.claroline.net>
- Collins, A. (1991) Cognitive apprenticeship and instructional technology. In L. Idol & B. F. Jones (Eds.), Educational values and cognitive instruction: Implications for reform, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 119–136.
- Dillenbourg, P. (2002) Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In Three worlds of CSCL. Can we support CSCL?. Heerlen: Open University Nederland, 61-91.
- Devedzic, V. (2006) Semantic Web and Education. Springer.
- Endlsey, W. R. Peer tutorial instruction, Educational Technology, 1980.
- Espósito, Y. L., Davis, C., & Nunes, M. M. R. (2000) Avaliação de sistemas de ensino: do levantamento de índices à descrição de habilidades – um estudo da 5ª série. Em Aberto (Brasília), 17(71), 100-129.
- Freire, P. (1987). Pedagogia do Oprimido, Volume 21. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Fuks, H., Pimentel, M., Lucena, C. J. P. (2006) R-U-Typing-2-Me? Evolving a chat tool to increase understanding in learning activities. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 1(1), 117–142.
- Isotani, N., Isotani, S., Albuquerque, A. R. P. L. & Capeli, O. M. (2008) Análise de Componentes Principais de Provas da 5ª Série do Curso Fundamental Para Tomada de Decisões Pedagógicas, II Jornada Nacional de Educação Matemática e XV Jornada Regional de Educação.
- Isotani, S. & Mizoguchi, R. (2007) Planejamento e Análise de Sessões Colaborativas Utilizando Teorias de Aprendizagem e Ontologias. In Revista Brasileira de Informática na Educação, 15(2), 45-56.
- Isotani, S. & Mizoguchi, R. (2008) Theory-Driven Group Formation. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems, LNCS 5091, 646-655.
- Ounnas, A., Davis, H. & Millard, D. (2008) A Framework for Semantic Group Formation. Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 34-38.

- OWL (2008) Web Ontology Language. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- Pressman R. S. (2005) *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Sixth Edition, New York, NY: McGraw-Hill
- Soller, A., Martínez-Monés, A., Jermann, P., & Muehlenbrock, M. (2005). From Mirroring to Guiding: A Review of State of the Art Technology for Supporting Collaborative Learning. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15 (4), 261-290.
- Stahl, G., Koschmann, T, & Suthers, D. (2006). CSCL: An historical perspective. R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 409-426.
- SPARQL (2008) Query Language for RDF. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- Webb, N. M., Nemer, K. M. & Ing, M. (2006) Small-Group Reflections: Parallels Between Teacher Discourse and Student Behavior in Peer-Directed Groups. In *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 63-119.
- Zanetti, A. D., Simões, R. M. & Tancredi, P. (2004) Adição e subtração de números decimais: conhecendo o desempenho dos alunos. *Anais do VII Encontro Paulista de Educação Matemática*.