



A Relação entre Processos de Interação e o Desenvolvimento do Aluno em Sessões Colaborativas

Seiji Isotani, Riichiro Mizoguchi

Institute of Scientific and Industrial Research – Osaka University
Osaka, Japan

{isotani, miz}@ei.sanken.osaka-u.ac.jp

Abstract. *To evaluate the teaching-learning process in CSCL sessions and its educational benefits for learners, we should analyze the interaction process during each session and select appropriate learning goals and tasks for each learner. However, the interaction process is very difficult to analyze, even for experts, and furthermore choosing appropriate goals/tasks can be even more challenging. The main objective of our work is construct an ontology based model to help the interaction analysis and selection of appropriate goals/tasks offering a mechanism to generate learning pattern recommendations and making the tacit benefits for the learners explicit. Through this model we show how it is possible to analyze and design effective collaborative learning session proposing tasks and goals with justification by learning theories.*

Resumo. *Para avaliar o processo de ensino-aprendizagem em sessões colaborativas por computador e seus benefícios educacionais, é necessário analisar o processo de interação durante cada sessão selecionando objetivos e tarefas adequadas para cada estudante. Contudo, a tarefa de analisar o processo de interação é complexa e, além disso, escolher tarefas e objetivos adequados pode ser ainda mais difícil. O principal objetivo de nosso trabalho é construir um modelo baseado em ontologias para ajudar na análise das interações e na seleção apropriada de objetivos e tarefas oferecendo um mecanismo para gerar recomendações de padrões de aprendizado. Através deste modelo nós mostramos como é possível analisar e projetar sessões efetivas de aprendizagem colaborativa propondo tarefas e objetivos baseados nas teorias de aprendizagem.*

1. Introdução

Hoje em dia, o ensino colaborativo é uma técnica muito utilizada em salas de aula e em ambientes de e-learning. Apesar disso, existem muitas dificuldades por parte dos professores/instrutores, mesmo aqueles especialistas em ensino colaborativo, em projetar sessões efetivas de aprendizagem colaborativa e analisar os processos de interação entre os estudantes capturando o que realmente acontece em cada sessão. Isto ocorre devido à complexidade do problema, mas principalmente, devido à falta de um modelo que permita a representação e a análise de sessões colaborativas [Inaba et al, 2003].

Embora existam muitos resultados relacionados com a avaliação e análise de sessões colaborativas, muitos consideram apenas a qualidade dos resultados do grupo

como um “bom” critério [Collazos et al, 2004]. Contudo, segundo [Dillenbourg, 1999], a chave para entender o aprendizado colaborativo está em compreender a riqueza das interações entre os indivíduos. Portanto, para proporcionar uma sessão efetiva de aprendizagem colaborativa, estabelecendo parâmetros (objetivos e tarefas) adequados para cada aprendiz, necessitamos de modelos que representem uma sessão colaborativa baseada nas interações entre os indivíduos.

Com o intuito de resolver os problemas apresentados acima, adotamos técnicas de engenharia de ontologias para estabelecer modelos típicos de sessões colaborativas inspiradas nas teorias de aprendizagem, permitindo esclarecer, criar e analisar uma sessão colaborativa selecionando objetivos e tarefas para cada estudante com base nas teorias escolhidas.

Neste trabalho apresentamos a extensão dos modelos de processo de interação e de aquisição de conhecimento criados e apresentados por Inaba et al., respectivamente, em [Inaba et al, 2003a] e [Inaba et al, 2003b]. Nosso objetivo é fazer a relação entre os padrões desejados de interação durante uma sessão colaborativa com o desenvolvimento do aprendiz. Através desta extensão, pretendemos auxiliar na criação de sessões colaborativas efetivas e prover uma forma simples e eficaz de estimar seus benefícios educacionais. Na sessão 2, introduziremos os modelos previamente desenvolvidos. Na sessão 3, faremos a união destes modelos através da construção de uma estrutura conceitual para representar parte de uma teoria de aprendizagem. E finalmente na sessão 4, apresentaremos as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Modelos para Representar Sessões Colaborativas

Atualmente muitas pesquisas em CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) têm como objetivo analisar os processos de interação, considerando a interação entre indivíduos, e seus benefícios educacionais [Dillenbourg, 1999; Barros and Verdejo, 2000; Collazos et al, 2004]. Contudo, raramente encontramos modelos adequados que permitem a representação explícita destes processos e, mais raro ainda, é encontrar modelos que façam a relação entre interações e benefícios educacionais baseados nas teorias de aprendizagem. Isto dificulta tanto o compartilhamento quanto o uso do computador para auxiliar na criação e na análise de sessões colaborativas.

O objetivo das sub-sessões seguintes é apresentar os modelos desenvolvidos por Inaba et al., que auxiliam na representação explícita de uma sessão colaborativa de tal forma que possa ser compreendida, analisada e compartilhada por professores e, até mesmo, por computadores. A primeira sub-sessão baseada em [inaba et al, 2003a], apresenta vocabulários e um modelo para representar os processos de interação entre aprendizes. E a segunda, baseada em [inaba et al, 2003b], apresenta um modelo simplificado para representar os processos de aquisição de conhecimento e habilidades pelo aprendiz. Nas sessões seguintes, usaremos estes modelos como base para explicitar os benefícios obtidos por um aluno durante uma sessão colaborativa e identificar a relação entre a interação e seus possíveis benefícios educacionais.

2.1. Modelo para o Processo de Interação

Para representar o processo de interação [Inaba et al., 2003a] preparou dois tipos de vocabulários: **diálogo-rótulos** e **diálogo-tipos**. Para rotular facilmente cada interação

(diálogo) feita por um usuário, precisamos de um vocabulário de nível concreto (diálogo-rótulos). Por outro lado, para caracterizar facilmente uma sessão colaborativa, precisamos de um vocabulário de nível abstrato (diálogo-tipos). Para suprir estas necessidades, [Inaba et al., 2003a] coletou grandes quantidades de dados em diversas sessões colaborativas, e com a ajuda de diversos pesquisadores na área de CSCL, definiu rótulos que representam as interações entre os usuários. Além disso, através da análise destes rótulos foram desenvolvidos grupos de rótulos, chamados de diálogo-tipos, para representar o processo de interação em nível abstrato e para distinguir e caracterizar cada tipo de sessão colaborativa.

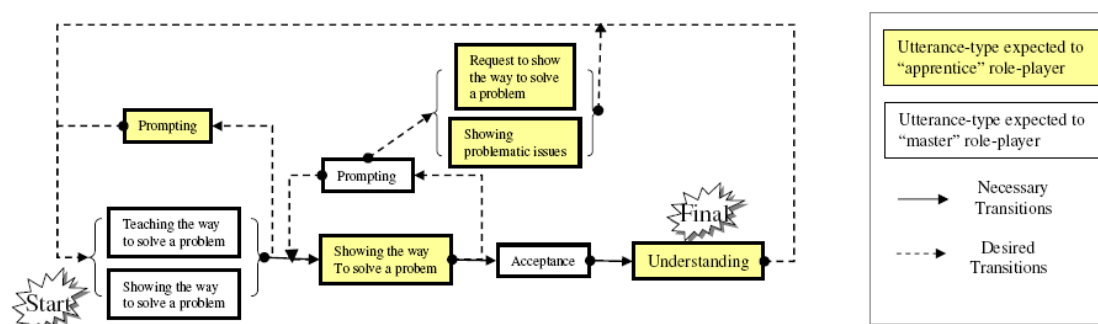


Figura 1. Um Exemplo de padrão de interação: Aprendizagem Cognitiva

Através da definição destes vocabulários foi possível definir padrões de interação baseados em sete tipos de processos de interação encontrados nas teorias de aprendizagem (por exemplo, Aprendizagem Cognitiva, Tutoria, Aprendizado Situado, além de outras). A Figura 1 mostra o padrão de interação utilizado na teoria de Aprendizagem Cognitiva [Collins, 1991]. Neste exemplo, o padrão de interação é representado como blocos (atividades/interações descritas através do uso de diálogo-tipos) interligados com possíveis transições, necessárias (linha cheia), ou desejadas (linha pontilhada).

Ao representar explicitamente os processos típicos de interação como apresentado na figura 1, tornamos possível comparar um processo de interação qualquer com um processo típico de interação baseado nas teorias de aprendizagem, e dessa forma, auxiliamos a identificar se a sessão colaborativa foi realizada com desejo e estimar os benefícios educacionais esperados.

2.2. Modelo de Crescimento do Aprendiz

O **modelo de crescimento do aprendiz** (LGM – Learner’s Growth Model), apresentado em [Inaba et al., 2003b], foi desenvolvido para representar, de forma simplificada, o processo de aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades, de forma a esclarecer as relações entre as estratégias de aprendizagem e seus respectivos benefícios educacionais. Para explicar este modelo descreveremos simplificada dois processos: aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades.

O processo para adquirir um conhecimento específico possui qualitativamente três tipos diferentes de aprendizado: **crescimento** (accretion), **aperfeiçoamento** (tuning) e **reestruturação** (restructuring) [Rumelhart and Norman, 1978]. *crescimento* significa adicionar e interpretar uma nova informação em termos de um conhecimento pré-

existente. *Aperfeiçoamento* significa entender o conhecimento através da aplicação deste conhecimento numa situação específica. *Reestruturação* significa considerar as relações entre os conhecimentos adquiridos e reconstruir a estrutura de conhecimento.

Considerando o desenvolvimento de habilidades, existem também 3 fases: **estágio cognitivo** (inicial e explicativo), **associativo** e **autônomo** [Anderson, 1982]. O *estágio cognitivo* envolve uma “codificação” inicial da habilidade desejada em uma forma que permita ao aprendiz apresentar o comportamento desejado ou, pelo menos, uma aproximação satisfatória. O *estágio associativo* é o aperfeiçoamento da habilidade desejada através da prática. Neste estágio, erros apresentados inicialmente são gradualmente detectados e eliminados. O *estágio autônomo* é o aperfeiçoamento contínuo e gradual da habilidade.

No modelo LGM, o estágio de reestruturação do conhecimento apresentado anteriormente pode ser considerado um estágio heterogêneo (não representado em nosso modelo), pois nele o aprendiz é capaz de fazer relações entre conhecimentos e reconstruir seu próprio conhecimento. Assim, o modelo de crescimento do aprendiz pode ser visto como mostra a figura 2.

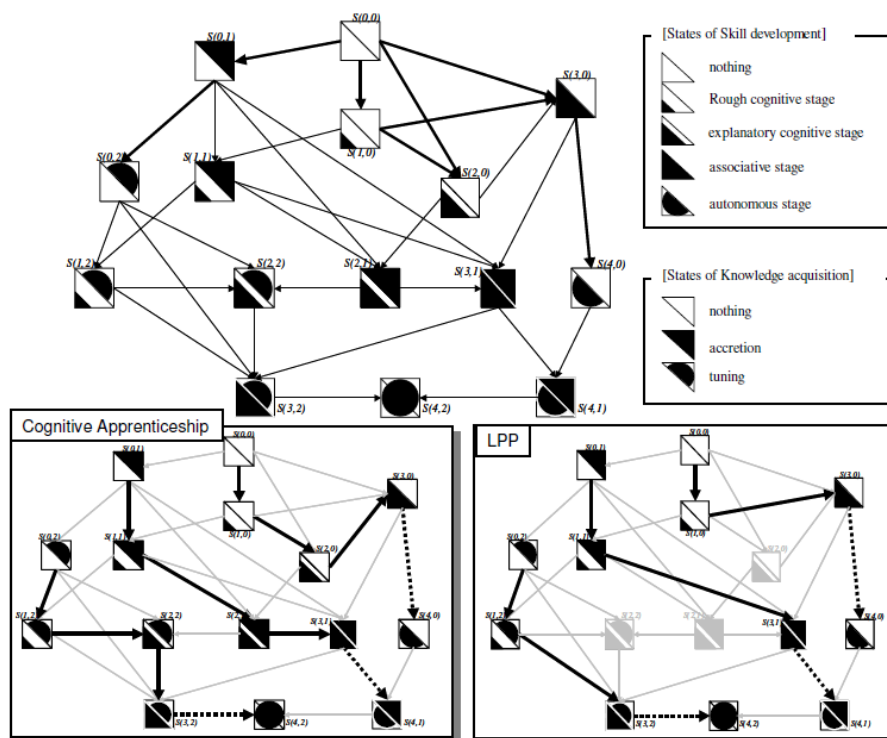


Figura 2. Modelo de Crescimento do Aprendiz (LGM) e Modelo Forma-Extendido de Crescimento (FGM)

No modelo LGM (parte superior da figura 2) existem quinze estados que representam o nível do desenvolvimento do aluno num determinado momento. Cada estado é composto por dois triângulos. O triângulo superior representa o estado da aquisição do conhecimento, enquanto o triângulo inferior representa o estado da habilidade desenvolvida. As setas mostram possíveis transições entre os estados e $s(x,y)$ é a forma simplificada de representar os estados em nosso modelo: x representa o estado atual da habilidade desenvolvida e y representa o estado atual da aquisição do conhecimento. Por exemplo, $s(0,0)$ representa o estado onde o aprendiz não possui

nenhum conhecimento ou habilidade e $s(0, I)$ representa o estado onde o aluno possui conhecimento no nível accretion, mas não possui nenhuma habilidade em utilizá-la.

Utilizando este modelo conseguimos representar os benefícios educacionais das diversas estratégias de aprendizagem com base nas teorias de aprendizagem. A representação das estratégias de aprendizagem, através do modelo LGM, foi nomeado de **Modelo Forma-Extendido de Crescimento** (FGM - Form-augmented Growth Model). Por exemplo, na parte inferior da figura 2 mostramos os benefícios educacionais das estratégias: (a) de aprendizado através de treinamento/estágio utilizada na teoria de aprendizagem cognitiva [Collins, 1991]; e (b) do aprendizado através da prática utilizado na teoria de aprendizado situado (LPP) [Lave and Wenger, 1991];. Nestes exemplos, as setas em negrito representam que através desta estratégia de aprendizado a transição de um estado para o outro é facilitada; as setas pontilhadas representam que esta estratégia pode facilitar a transição; e os estados e setas apresentados de cor cinza não são desejados ou alcançados.

3. Juntando os Blocos: Unindo Modelos de Aprendizagem

Até o presente momento, com os modelos desenvolvidos em [Inaba et al., 2003a] e [Inaba et al., 2003b], é possível identificar qual o tipo de colaboração ocorre em uma sessão colaborativa, compreendendo a essência das interações do grupo (sub-sessão 2.2), e estimando os benefícios educacionais esperados para cada membro ao final da sessão (sub-sessão 2.3). O que propomos agora é unificar estes dois modelos através da extensão da **CLO - Ontologia do Aprendizado Colaborativo** [Inaba et al., 2000], o modelo ontológico que tem como objetivo representar uma sessão colaborativa. Nossa proposta visa auxiliar na identificação, com mais precisão, dos benefícios educacionais esperados para cada processo de interação utilizado por membros de um grupo. Além disso, segundo nosso ponto de vista essa união é o primeiro passo para esclarecer “*o que é*” uma teoria de aprendizagem mostrando: quais suas características, os benefícios esperados e suas restrições, possíveis formas de conduzir as atividades, além de outros pontos importantes durante o processo de ensino-aprendizagem. A figura 3 mostra parte da estrutura conceitual inicial desenvolvida até o presente momento para representar uma teoria de aprendizagem que faz a união dos modelos apresentados na sessão 2.

A representação da teoria de aprendizagem na Figura 3a possui duas partes principais: a **estratégia de aprendizado** (learning strategy) e o **processo de ensino-aprendizagem** (teaching-learning process). A estratégia de aprendizagem especifica a forma ($Y \leq I$ -goal) como o aprendiz (I-role) deve se relacionar com outra pessoa (You-role) para que possa atingir seus objetivos (I-goal). Por exemplo, na teoria de aprendizagem cognitiva um aluno se relaciona com outro aluno guiando-o durante a resolução de um problema. Neste caso, a estratégia ($Y \leq I$ -goal) utilizada por este aluno é “*aprender guiando*” sendo seu papel (I-role) o de “*mestre*”, o do outro aluno (You-role) o de “*aprendiz*” e seus objetivos (I-goal) são adquirir habilidades cognitivas (e meta-cognitivas) em nível autônomo. As diversas estratégias, papéis dos alunos e objetivos do aprendizado podem ser encontrados em [inaba et al., 2003a; inaba et al., 2003b; Inaba et al., 2004b].

O processo de ensino-aprendizagem especifica o padrão de interação de uma teoria de aprendizagem representado pelas atividades (processos) de interação

necessárias e desejadas entre duas pessoas (Instrutor e aprendiz). Dividimos o processo de interação em dois eventos: *evento instrucional* e *evento de aprendizagem* (Figura 3b). Todo evento instrucional possui uma relação de reciprocidade com os eventos de aprendizagem. Ou seja, quando uma pessoa fala, a outra escuta; quando uma pergunta, a outra responde; e assim por diante. Cada evento possui uma ação correspondente e seus possíveis benefícios educacionais ao autor da ação. Estes benefícios educacionais estão intrinsecamente relacionados com o contexto (teoria de aprendizagem) nos quais são executados os eventos e as estratégias de aprendizagem.

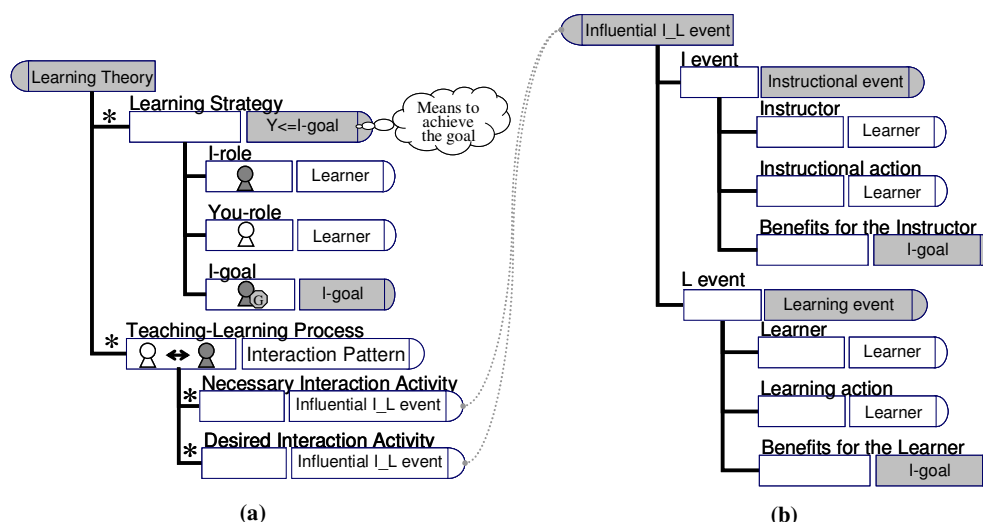


Figura 3. Representação de uma teoria de aprendizagem

Os benefícios desta estrutura podem ser identificados na figura 4. Nela, utilizamos o exemplo do aprendizado cognitivo para demonstrar como é possível fazer a relação entre os modelos apresentados na sessão 2 de formar a esclarecer quais as atividades do padrão de interação escolhido podem auxiliar o desenvolvimento do aprendiz nas diferentes fases do aprendizado. Na Figura 4a (modelo do padrão de interação), os blocos em amarelo representam atividades realizadas pelo aluno, enquanto os blocos brancos representam atividades realizadas pelo instrutor. Cada fase do aprendizado (aquisição de conhecimentos e/ou habilidades) é representada por uma elipse (x1, x2 e x3). Toda elipse na figura 4a tem sua correspondente na figura 4b (modelo FGM). Dessa forma conseguimos fazer a relação entre as atividades e seus benefícios educacionais. Além disso, vale notar que existem interseções entre as fases de aprendizagem, o que significa, que o aprendizado não ocorre através de uma simples sequência de atividades, mas sim através da combinação das mesmas permitindo que o aluno siga adiante, mas também retorne a atividades anteriores de forma a fixar o seu conhecimento e reconhecer possíveis falhas em seu aprendizado.

Através da explícita relação entre o processo de interação e seus benefícios educacionais podemos criar novas formas de analisar e projetar sessões colaborativas. Com relação à análise de uma sessão, utilizando esta estrutura, o professor pode identificar possíveis falhas no desenvolvimento do aluno e verificar qual a interação (ou conjunto de interações) não foi realizada com sucesso e repeti-la ou modificá-la para que os benefícios desejados sejam alcançados. E com relação ao projeto de sessões colaborativas, podemos combinar diferentes estratégias de aprendizado através da

seleção parcial das atividades pertencentes a cada estratégia e, dessa forma, auxiliamos no desenvolvimento de sessões baseadas em duas ou mais teorias de aprendizagem.

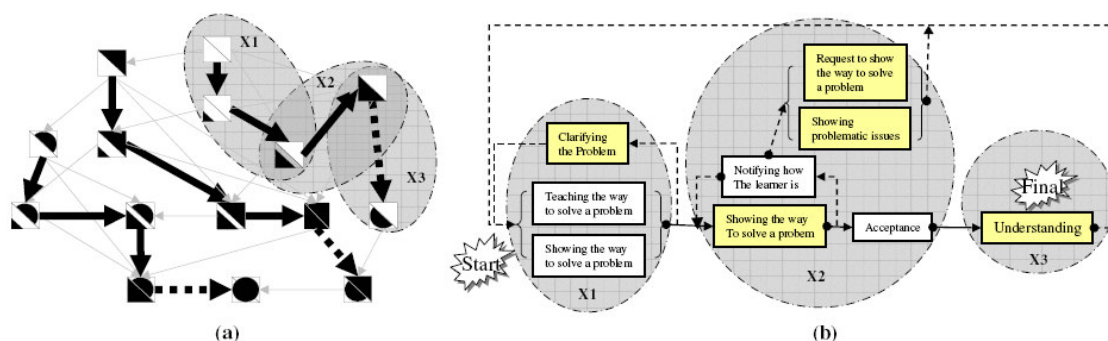


Figura 4: Aprendizagem Cognitiva: relação entre FGM e padrões de Interação

Para proporcionar tais benefícios, esta estrutura conceitual foi implementada utilizando o editor de ontologias Hozo¹ e será o utilizado num programa semelhante ao apresentado em [Inaba and Mizoguchi, 2004a] para realizar inferências e auxiliar o professor a: (a) criar de forma efetiva sessões colaborativa; e (b) analisar em as interações entre os membros de um grupo, viabilizando a intervenção do professor durante a execução da sessão e não posteriormente como usualmente acontece.

No presente momento, utilizamos a estrutura conceitual apresentada na figura 3 para representar sete teorias de aprendizagem: Cognitive Apprenticeship [Collins, 1991], Anchored Instruction [CTGV, 1992], Peer Tutoring [Endlsey, 1980], Cognitive Flexibility [Spiro et al., 1988], LPP [Lave and Wenger, 1991], Socio-Cultural Theory [Vygotsky, 1978] e Distributed Cognition [Salomon, 1993].

4. Conclusões

A possibilidade de esclarecer o que é uma sessão colaborativa e ampliar seus benefícios educacionais proporcionando recursos que facilitam a representação, construção e análise da mesma, tem sido para nós um grande desafio e uma forte motivação. Neste contexto, o atual trabalho se concentrou em identificar a relação entre os padrões desejados de interação, ocorridos durante uma sessão colaborativa baseada em uma teoria de aprendizagem, e a aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades por um aprendiz.

Para tanto, utilizamos dois modelos previamente desenvolvidos e estendemos a Ontologia do Aprendizado Colaborativo para criar uma estrutura conceitual que faz a união destes modelos. Assim, além de viabilizarmos a análise mais precisa de uma sessão colaborativa, estimando os benefícios educacionais enquanto as interações estão ocorrendo, para nós, esta unificação é peça fundamental para esclarecer e representar uma teoria de aprendizagem, dando mais um passo rumo ao aperfeiçoamento de sistemas de autoria baseado em ontologias, como o apresentado em [Inaba and Mizoguchi, 2004a], que auxiliam na escolha de atividades de aprendizado e em sua posterior análise considerando as diversas teorias de aprendizagem.

¹ Disponível gratuitamente no endereço: <http://www.hozo.jp>

Outra contribuição que será amplamente explorada em nossas pesquisas futuras será a utilização deste modelo para combinar estratégias de aprendizagem (blended learning) de forma semi-automática e auxiliar no desenvolvimento de sessões colaborativas baseadas em duas ou mais teorias de aprendizagem.

Referências

- Anderson, J. R., “Acquisition of Cognitive Skill”, *Psychological Review*, 89(4), 1982, pp. 369-406.
- Barros, B., & Verdejo, M.F., “Analyzing student interaction processes in order to improve collaboration. The DEGREE approach”, *Int. Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 11, 2000, pp. 221-241.
- Collazos, Cesar A., Guerrero, Luis A., Pino, Jose A., Ochoa, Sergio F. (2004) “A method for evaluating computer-supported collaborative learning processes”, *Int. Journal of Computer Applications in Technology*, Vol. 19, No.3/4, pp. 151 – 161.
- Collins, A. (1991) “Cognitive apprenticeship and instructional technology”. In: Idol, L., and Jones, B.F. (Eds.) *Educational values and cognitive instruction.*, LEA, pp. 121-138.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992) “Anchored instruction in science education” In: R. Duschl & R. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*, Albany, NY: SUNY Press, pp. 244-273.
- Dillenbourg, P. (1999) “What do you mean by Collaborative Learning”, *Collaborative Learning and Computational Approaches*, Oxford: Elsevier Science, pp. 1-19.
- Endlsey, W. R. (1980), *Peer tutorial instruction*, Educational Technology.
- Inaba, A., Supnithi, T., Ikeda, M., Mizoguchi, R., Toyoda, J. (2000) “How Can We Form Effective Collaborative Learning Groups?”, *Proc. of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Montreal, pp. 282-291.
- Inaba A., Ohkubo, R., Ikeda M., Mizoguchi, R. (2002) “An Interaction Analysis Support System for CSCL”, *Proc. of International Conference on Computers in Education*, Auckland, pp. 358-362.
- Inaba A., Mizoguchi, R. (2004a) “Learning Design Palette: An Ontology-aware Authoring System for Learning Design”, *Proc. of International Conference on Computers in Education*, Melbourne, pp. 597-607.
- Inaba A., Mizoguchi, R. (2004b) “Learners' Roles and Predictable Educational Benefits in Collaborative Learning”, *Proc. of International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Maceió, pp. 597-607.
- Inaba, A., Ohkubo, R., Ikeda, M., & Mizoguchi, R. (2003a) “Models and Vocabulary to Represent Learner-to-Learner Interaction Process in Collaborative Learning”, *Proc. of the International Conference on Computers in Education*, Hong Kong, pp.1088-1096.

- Inaba, A., Ikeda, M., & Mizoguchi, R. (2003b) "What Learning Patterns are Effective for a Learner's Growth?", Proc. of the International Conference on Artificial Intelligence in Education, Sydney, pp. 219-226.
- Lave, J., Wenger, E. (1991), *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press.
- Rumelhart, D.E., & Norman, D.A. (1978) "Accretion, Tuning, and Restructuring: Modes of Learning", *Semantic factors in cognition*. LEA, pp. 37-53.
- Salomon, G. (1993), *Distributed Cognitions*, Cambridge University Press.
- Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J., & Anderson, D.K. (1988). Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In *The tenth annual conference of the cognitive science society*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp 375-383.
- Vygotsky, L.S. (1978), *Mind in Society: The development of the higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.