

---

## Aprendizagem Cooperativa em Sistemas Tutores Inteligentes Híbridos

André Luiz B. Esperidião<sup>1,2,3,4</sup>, Weber Martins<sup>1,5</sup>, Lauro E. G. Nalini<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Grupo PIRENEUS / Engenharia Elétrica e de Computação  
Universidade Federal de Goiás – Goiânia – GO – Brazil

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia  
Universidade Paulista – UNIP – Goiânia – GO – Brazil

<sup>3</sup>Departamento de Ciência da Computação  
Faculdades Objetivo – Goiânia - GO – Brazil

<sup>4</sup>Departamento de Cursos de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação  
Instituto de Assessoramento e Consultoria Educacional – IACE – Goiânia – GO –  
Brazil

<sup>5</sup>Laboratório de Análise Experimental do Comportamento / Psicologia  
Universidade Católica de Goiás – Goiânia – GO – Brazil

andrelbe@gmail.com, weber@pireneus.eee.ufg.br, legn@ucg.br

**Abstract.** This work presents a hybrid intelligent tutoring system based on traditional symbolic and connectionist Artificial Intelligence (expert rules), where a mechanism for collaborative learning was integrated, leading to a computational environment more favorable to interpersonal relationships between tutor and learners. To prove the efficiency of the proposed system, some empirical results are given. The proposed system is compared to conditions studied when the model was first introduced. Statistical analysis has shown that the proposed system is adequate. Comparisons of the normalized gain of knowledge retention (“learning improvement”) point to significant results (with level of significance equals to 5%).

**Resumo.** Este artigo apresenta um Sistema Tutor Inteligente Híbrido baseado em Inteligência Artificial (I.A.) tradicional e conexcionista, onde um mecanismo de Aprendizagem Cooperativa foi integrado, resultando em um ambiente computacional mais favorável para relacionamentos pessoais entre tutores e aprendizes. Para provar a eficiência do sistema proposto, são mostrados resultados empíricos. O sistema proposto é comparado com condições estudadas quando o modelo foi introduzido. Análises estatísticas dos dados mostraram que o sistema proposto é adequado. As comparações de ganho normalizado na retenção do conhecimento (“melhoria de aprendizagem”) apontam para resultados significativos (com nível de significância de 5%).

---

## 1. Introdução

No presente trabalho é analisamos os aspectos que envolvem o processo de ensino por meio de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) que considerem os princípios da aprendizagem significativa. Neste artigo, apresentamos o impacto da Aprendizagem Cooperativa integrada a um STI, permitindo a criação de um ambiente computacional favorável a relações interpessoais (entre aprendiz e tutor humano), com o objetivo de tornar mais amigável o processo de treinamento através de um ambiente computacional e viabilizar uma significativa melhoria do aproveitamento, pelo aluno, no processo de ensino-aprendizagem.

A aplicação de técnicas de aprendizagem cooperativa na educação formal é essencial não só para a obtenção de um melhor desempenho em relação aos processos de ensino e de aprendizagem, mas também na preparação dos indivíduos para situações futuras no ambiente de trabalho, uma vez que o mundo está exigindo cada vez mais, pessoas que estejam aptas ao trabalho em equipe.

No experimento anterior, realizado por Meireles [Meireles 2003], comparou-se um sistema de navegação livre (o aprendiz escolhia o caminho a seguir) com um STI Híbrido, utilizando a arquitetura proposta por Martins [Martins et al. 2003]. Em tal experimento o STI de Meireles mostrou ser mais eficiente, oferecendo um ganho maior de conhecimento aos aprendizes, como mostrado na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Comparação efetuada no experimento de Meireles [Meireles 2003]

	<b>Inteligente</b>	<b>Livre</b>
<b>média</b>	57,76	39,59
<b>variância</b>	709,07	1080,43
<b>quantidade de casos</b>	31	148
<b>t observado</b>	2,88	
<b>p-value uni caudal</b>	$2,2 \times 10^{-3}$	
<b>t crítico uni caudal</b>	1,65	

Com o intuito de comprovar a hipótese: “se houver cooperação, através de uma interação social entre um tutor humano e o aprendiz, então podemos melhorar ainda mais o desempenho do aprendiz”, apresentamos uma reestruturação de um sistema tutor inteligente híbrido, incluindo um módulo de aprendizagem cooperativa em sua estrutura. Para comprovar a eficiência do sistema proposto, são apresentados os resultados obtidos na comparação de um tutor inteligente com um módulo de aprendizagem cooperativa integrado com outro tutor apresentado por Meireles (sistema tutor de navegação inteligente sem o ambiente de cooperação) [Meireles 2003].

## 2. Conceitos Básicos

### 2.1 Aprendizagem Cooperativa

Após o surgimento do computador, tornou-se inevitável sua integração aos métodos de ensino-aprendizagem atuais. Com o advento das redes de computadores e recursos multimídia, surge, na aprendizagem baseada em computador, uma nova modalidade de ensino-aprendizagem: a Aprendizagem Cooperativa Suportada por Computador (CSCL - *Computer Supported Collaborative Learning*).

A Aprendizagem Cooperativa Suportada por Computador é uma área de estudos que trata da forma pela qual a tecnologia pode apoiar os processos de aprendizagem

promovidos através de esforços colaborativos entre estudantes envolvidos em uma dada tarefa. No entanto, em tal modalidade, pouca atenção tem sido dada à afetividade e à motivação do aprendiz no processo de interação; e cada vez mais frequentemente os ambientes computacionais têm reproduzido o modelo competitivo da sala de aula tradicional.

A Internet disponibiliza um grande número de serviços que dão suporte à interação e à cooperação. Os serviços mais utilizados são: newsgroups, e-mail; IRC (*Internet Relay Chat*); FTP (*File Transfer Protocol*); Páginas WWW (*World Wide Web*); Yahoo Messenger, ICQ, MSN Messenger; Sistemas de áudio/videoconferência.

Uma atenção especial é dedicada ao serviço WWW, que possibilita exposição de material hipermídia e interativo, além de integrar quase todos os serviços disponíveis para a Internet.

## 2.2 Redes Neurais Artificiais

Sabemos que o cérebro humano é composto de aproximadamente  $10^{10}$  (dez bilhões) unidades básicas chamadas de neurônios e que cada neurônio é conectado a  $10^4$  (dez mil) outros neurônios em média. Os neurônios são compostos de três partes: dendritos, axônio e corpo celular (ou soma). Os dendritos fazem o transporte de informações vindas de outros neurônios para dentro da célula. As informações são somadas no corpo celular, processando assim uma outra informação, que sai da célula através do axônio. Então, esse axônio e outros axônios de outros neurônios vão se comunicar com os dendritos de uma determinada célula, montando uma rede. Esse ponto (canal) de comunicação recebe o nome de sinapse nervosa ou junção sináptica, sendo a unidade funcional básica para construção de circuitos neurais biológicos.

Com o advento e o crescimento da I.A., surgiu a idéia de representar o funcionamento do processo de aprendizagem do cérebro humano através de programas de computador. A tentativa de simular tal funcionamento originou a área de Rede Neural Artificial. É importante ressaltar que as Redes Neurais Artificiais (RNAs) são apenas inspiradas no modelo conhecido do cérebro humano, não possuindo a mesma complexidade e nem o mesmo funcionamento em alto nível de detalhe.

As RNAs podem ser entendidas como conjuntos bem estruturados de unidades de processamento (neurônios artificiais, ver Figura 1). Tais unidades são interligadas por canais de comunicação, cada qual tendo um determinado peso correspondente a um valor numérico, formando uma disposição estrutural de camadas (entrada, intermediárias e saída) e conexões entre as camadas.

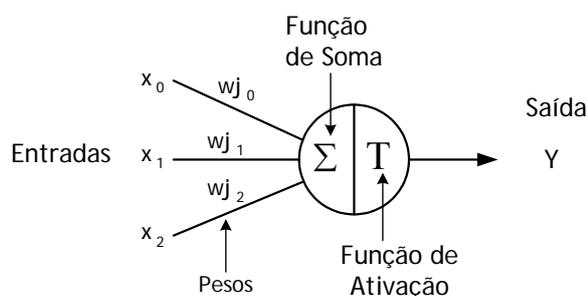
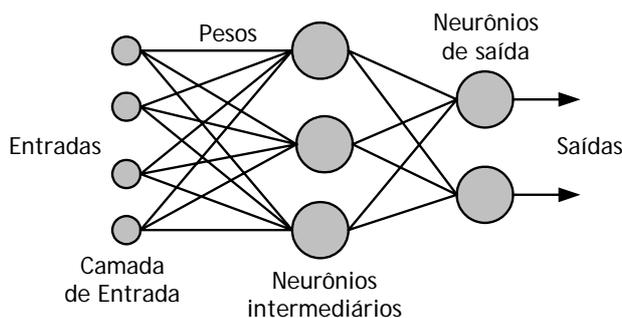


Figura 1: Estrutura do neurônio artificial.

Em termos computacionais, RNAs são sistemas paralelos distribuídos compostos por unidades de processamento simples (nodos, ver Figura 2) que computam determinadas funções matemáticas. Tais unidades são geralmente dispostas em uma ou mais camadas e interligadas por um grande número de conexões. Observa-se que, na maioria dos modelos, essas conexões estão associadas a pesos, os quais armazenam o conhecimento representado no modelo. Os pesos servem para ponderar a entrada recebida por cada neurônio da rede.



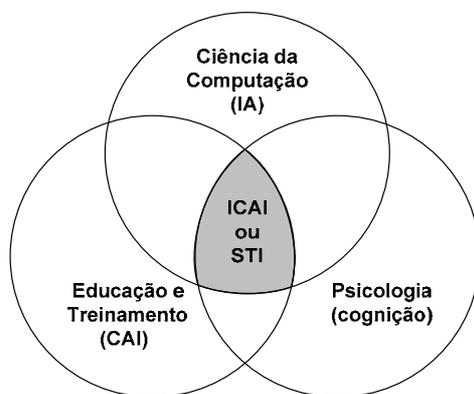
**Figura 2:** Representação de uma rede neural artificial (RNA).

Nas RNAs, o procedimento usual na solução de problemas passa inicialmente por uma fase de aprendizagem, onde um conjunto de exemplos é apresentado para a rede, que extrai iterativa e automaticamente as características necessárias para representar a relação presente nos dados. Tais características são utilizadas posteriormente para gerar respostas para o problema inclusive em situações desconhecidas.

A capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar a informação aprendida são os atrativos principais da solução de problemas através de RNAs. Outras características importantes são a capacidade de auto-organização e de processamento temporal que fazem das RNAs uma ferramenta computacional extremamente poderosa e atrativa para a solução de problemas complexos.

### 2.3 Sistemas Tutores

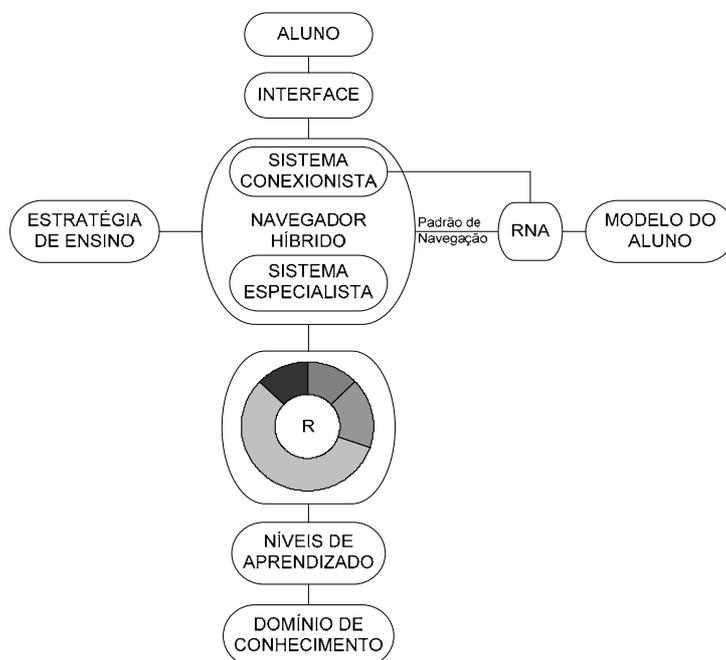
O uso da Informática na Educação não é novidade. Desde a década de 50 (Séc. XX), diversas pesquisas são realizadas nesta área. Tais pesquisas vêm ampliando as possibilidades e formas de se utilizar computadores para auxiliar na área de Educação.



**Figura 3:** Domínio de uma aplicação STI [Gonzaga 2004].

Os Sistemas Tutores Inteligentes (também conhecidos como STIs) são programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam diversas abordagens e técnicas de Inteligência Artificial (IA).

As diferenças fundamentais entre os sistemas tutores tradicionais e os sistemas tutores inteligentes estão na forma com que os seus projetos são desenvolvidos. Nos sistemas tutores tradicionais, os alunos são induzidos a uma resposta correta, baseada em estímulos previamente planejados, enquanto os sistemas tutores inteligentes buscam extrair capacidades cognitivas do aluno e utilizar estes resultados para a tomada de decisão. Portanto, a inteligência dos STIs é proveniente do fato de proporcionar aos alunos um ensino adaptativo, flexível e personalizado. O presente trabalho faz referência aos sistemas tutores inteligentes híbridos [Martins et al. 2003], ou seja, tutores que utilizam sistemas conexionistas (Redes Neurais Artificiais) combinados com sistemas especialistas.



**Figura 4:** Arquitetura de Sistema Tutor Inteligente Híbrido [Martins et al. 2003]

### 3. Sistema Proposto

O estudo corrente concentra-se sobre a eficiência da Aprendizagem Cooperativa integrada com um Sistema Tutor Inteligente Híbrido, analisando o impacto da utilização de um sistema de cooperação professor-aluno. Para isso, foi desenvolvido um Módulo de Cooperação (bate-papo baseado em tecnologia web, também conhecido como *chat*) para ser agregado à estrutura do Sistema Tutor Inteligente Híbrido proposto por Martins [Martins et al. 2003]. Tal módulo permite a conversação entre um professor (tutor humano) com os estudantes, objetivando proporcionar um ambiente construtivista de aprendizagem cooperativa.

Comparando as Figuras 5 (STI Original) a Figura 6 (STI Proposto), observamos que os STIs são compostos de uma introdução, questionários iniciais, RNA (responsável pela definição do padrão de navegação do usuário), tutoria guiada (padrão

gerado pela RNA combinado com regras probabilísticas obtidas de especialistas) e os questionários finais e apresentação do resultado.

Podemos observar que o STI com Aprendizagem Cooperativa possui um ambiente cooperativo baseado em *webchat*, a ferramenta que possibilita ainda interação com um tutor humano.

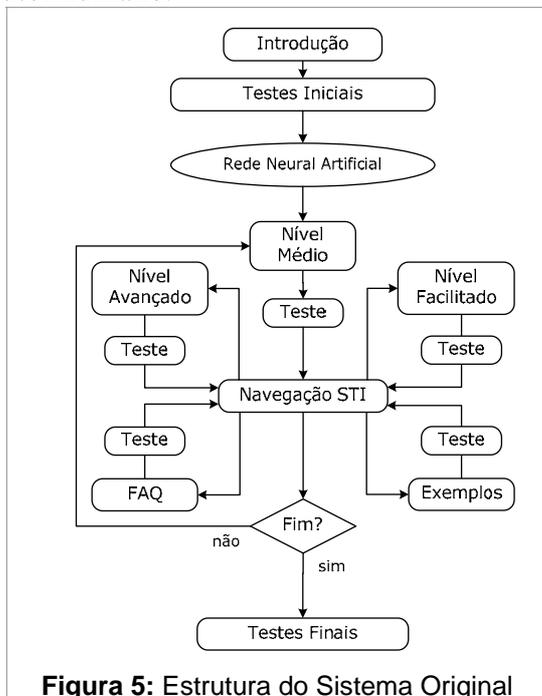


Figura 5: Estrutura do Sistema Original

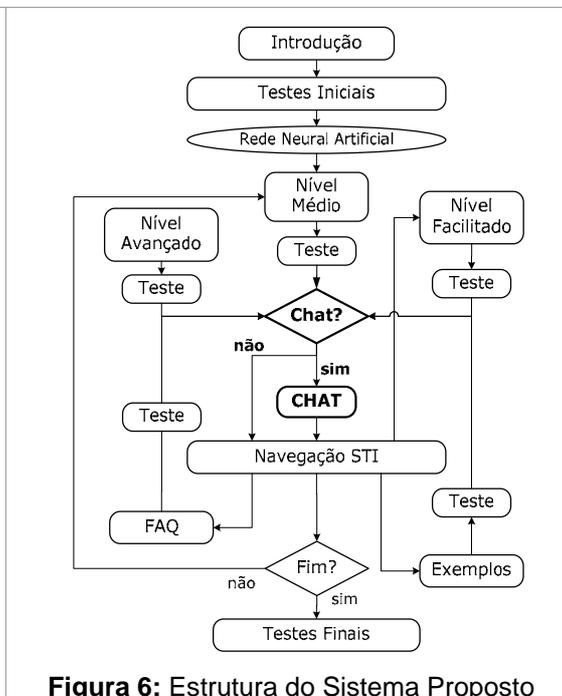


Figura 6: Estrutura do Sistema Proposto

No STI com Aprendizagem Cooperativa, após as instruções iniciais sobre o uso do sistema, são acrescentados questionários para capturar as características individuais do aluno (neste caso utilizamos estilos de aprendizagem) e de habilidades tecnológicas. Posteriormente a estes questionários é feito um pré-teste para avaliar o conhecimento do aluno sobre o conteúdo. Após os questionários iniciais e a realização do nível médio no primeiro contexto, o estudante tem a possibilidade de fazer contato com o tutor humano através do módulo de cooperação (*STIChat*), retornando ao módulo de decisão do STI, esta operação se segue até que o aluno veja todo o conteúdo (para cada conteúdo existe a possibilidade de contato com o tutor humano). Logo em seguida, o usuário faz o pós-teste do conteúdo. Ao final da tutoria, chega o momento de coletar as impressões (questionário de satisfação) que o indivíduo teve durante o processo de tutoria e cooperação. Finalmente, apresenta-se o resultado ao aluno.

O módulo de cooperação do sistema proposto utiliza a combinação de dois tipos de interação, síncrona e um-para-todos. A interação síncrona permite a comunicação em tempo real entre os participantes da sessão de cooperação, enquanto a interação um-para-todos indica que a comunicação é centralizada no tutor humano (ou tutores), isto é, o tutor humano vê as mensagens de todos e tem a possibilidade de responder a todos. Já os outros participantes da sessão de cooperação (estudantes) só conseguem ver as suas próprias mensagens e as mensagens do tutor humano que forem direcionadas para eles (para evitar o constrangimento, por parte do estudante, no momento de solicitar auxílio).

A eficiência do sistema proposto é mensurada observando o desempenho do estudante durante a navegação no Sistema Tutor com Aprendizagem Cooperativa. A meta é fazer com que o estudante alcance um bom desempenho, baseado nos roteiros que descartam recursos (níveis de contexto) desnecessários e inadequados ao perfil de tal estudante, considerando, principalmente, o reforço à aprendizagem proporcionada pela interação com um tutor humano através do módulo de cooperação. Observamos através da Equação 1 que a eficiência (E) está diretamente relacionada com a produtividade do aluno (P) e é inversamente proporcional aos recursos (R) utilizados (utilização do módulo de cooperação, níveis visitados, redes utilizadas, entre outros) [26-27].

$$E = \frac{P}{R} \quad (1)$$

#### 4. Experimentos e Resultados

Visando manter o foco no assunto de nossa pesquisa e de criar condições para a avaliação dos resultados, restringiu-se à observação das mesmas variáveis destacadas no trabalho de pesquisa desenvolvido por Meireles [Meireles 2003]. Assim, poderemos comparar os resultados obtidos através do uso do sistema proposto, Sistema Tutor Inteligente com Aprendizagem Cooperativa (STIAC), com os resultados obtidos através do STI de Meireles (STI Original).

Neste estudo, selecionou-se 31 coletas com o STI Original e 71 coletas com o STIAC. A seguir, apresentamos a análise descritiva dos dados coletados nas duas modalidades de navegação. Lembrando que o acesso ao módulo de cooperação no STIAC é opcional, portanto o grupo que utilizou tal sistema pode ser subdividido em dois grupos (os que acessaram o módulo de cooperação e os que não acessaram o módulo de cooperação). A Tabela 1 apresenta a análise descritiva dos dados coletados.

O conjunto das notas iniciais é apresentado como foco inicial de análise. Podemos observar que a média das notas iniciais do grupo que acessou o módulo de cooperação foi 2,78, indicando que os participantes da amostra possuem conhecimento abaixo do conhecimento regular sobre o assunto abordado, ou seja, inferior à média usual de aprovação (5,0). Tais médias foram mais baixas que as médias das notas iniciais das demais amostras, significando que havia realmente a necessidade de aumentar os conhecimentos desse a respeito do tema, justificando o acesso ao módulo de cooperação. Vemos que a média das notas iniciais do grupo que não acessou o módulo de aprendizagem cooperativa (3,14) foi semelhante à média das notas iniciais obtidas na coleta através da navegação inteligente (3,72), indicando que não há grande diferença no conhecimento das amostras que não tiveram acesso ou optaram por não acessar o módulo de aprendizagem cooperativa.

**Tabela 2:** Análise descritiva dos dados coletados

	Nota inicial				Nota final				Ganho normalizado			
	STI	STIAC			STI	STIAC			STI	STIAC		
		T	A	NA		T	A	NA		T	A	NA
<b>Média</b>	3,72	2,93	2,78	7,29	3,14	7,29	7,71	6,69	57,8	60,8	68	50,3
<b>Desvio padrão</b>	2,35	1,67	1,73	1,81	1,62	1,27	1,27	1,02	26,6	19,2	17,6	16,7
<b>Mínimo</b>	0	0,13	0,13	2,8	0,6	4,27	5,07	4,27	4,35	10,5	26,8	10,5
<b>Máximo</b>	8,93	6,4	6,4	10	6	10	10	8,5	100	100	100	77
<b>Casos</b>	31	71	42	31	29	71	42	29	31	71	42	29

---

A média das notas finais da amostra que acessou o módulo de aprendizagem cooperativa (7,71) indicou ter ocorrido melhoria se comparado à média (2,78) das notas iniciais do mesmo grupo. Observamos que a maior média foi obtida pela navegação inteligente com aprendizagem cooperativa (7,71 – média das notas finais do grupo que acessou o módulo de cooperação), seguida da navegação livre (7,29), posteriormente da média do grupo que não acessou o módulo de cooperação (6,69) e da navegação livre (6,87). Tais valores de médias sugerem maior ganho de conhecimento dos estudantes que acessaram o módulo de cooperação, alvo de nossa hipótese principal.

A média do ganho normalizado constitui-se em outro foco importante de observação. Nesse contexto, a navegação inteligente com aprendizagem cooperativa (sistema proposto) alcançou a média de 68,01% de melhoria (a mais alta das coletas), seguida da navegação inteligente (57,76%), pelo grupo que optou por não acessar o módulo de cooperação mesmo tendo essa opção (50,28%) e pela navegação livre (39,59%). Nesse ponto, é importante lembrar que o conjunto selecionado para o treinamento da rede tinha uma melhoria mínima de 50%.

O desvio padrão, medida de variabilidade, mostra-nos a estabilidade ou homogeneidade dos elementos do conjunto. Na observação realizada, verificamos equilíbrio entre as coletas quanto à nota inicial, sendo a amostra da navegação inteligente com aprendizagem cooperativa (todos – desvio padrão de 1,67) a mais homogênea (estável) e a amostra da navegação inteligente (desvio padrão de 2,35) a mais heterogênea (instável) das três. Se compararmos somente o grupo que acessou o módulo de cooperação, ainda assim, a navegação inteligente com aprendizagem cooperativa (desvio padrão de 1,73) possui maior homogeneidade em relação às amostras da navegação livre (desvio padrão de 1,78) e inteligente (desvio padrão de 2,35).

Pela análise do desvio padrão apresentado na observação da nota final, a amostra de navegação inteligente com aprendizagem cooperativa aparece como mais homogênea (desvio padrão de 1,27), estável, seguida pela navegação livre (desvio padrão de 1,66). A amostra da navegação inteligente (guiada) surge como a menos homogênea (desvio padrão de 1,81).

Quanto à melhoria (ganho normalizado), o desvio padrão observado nos indica a navegação inteligente com aprendizagem cooperativa como a amostra mais homogênea (desvio padrão de 17,63), seguida pela amostragem inteligente (desvio padrão de 26,63). A amostra da navegação livre (desvio padrão de 32,87) mostra-se como a mais heterogênea nesse aspecto.

Com o intuito de mostrar a significância das diferenças apresentadas, utilizamos, nesta seção, outra importante área da Estatística, a Estatística Inferencial. Com o uso da Estatística Inferencial, pode-se afirmar com objetividade (risco de erro controlado) se o sistema proposto deve ser entendido como responsável pelas diferenças observadas nos resultados da análise (significância explícita).

Para realizar as análises, utilizamos o Teste t-Student com nível de significância igual a 5%, valor tipicamente usado pela comunidade científica. Ao compararmos as notas iniciais, verificou-se diferença significativa, isto é, o conhecimento inicial da amostra relacionada ao tutor com aprendizagem cooperativa é significativamente inferior ao conhecimento da amostra utilizada no STI Original. Com relação às notas

finais, não foram detectadas diferenças significativas a 5%, indicando que o sistema proposto conseguiu retirar a diferença pré-existente a favor do STI Original. Na comparação do ganho normalizado, obtivemos diferenças significativas, demonstrando, realmente, que, em termos de evolução pessoal, os alunos envolvidos com o sistema proposto evoluíram significativamente mais que os alunos do STI Original. A Tabela 2 mostra os resultados da aplicação do teste t-Student a essas situações.

**Tabela 3:** Notas iniciais - STIAC x STI Original

	Nota Inicial		Nota Final		Ganho normalizado	
	STIAC	STI Original	STIAC	STI Original	STIAC	STI Original
<b>Média</b>	2,79	3,72	7,71	7,28	68,01%	57,76%
<b>Variância</b>	3,00	5,50	1,63	3,27	310,87	709,06
<b>Casos</b>	42	31	42	31	42	31
<b>t observado</b>	-1,95		1,18		1,98	
<b>p-value unicaudal</b>	<b>0,027 &lt; 5%</b>		0,12		<b>0,025 &lt; 5%</b>	
<b>t crítico unicaudal</b>	1,99		1,66		1,66	

## 5. Conclusão

Os resultados apontados pela Estatística Descritiva mostram vantagens para o Sistema Tutor Inteligente com Aprendizagem Cooperativa, sendo a média das notas finais relativa a esse tutor superior à média da navegação com o STI Original. Ao compararmos somente as amostras que utilizaram o STIAC, a média da amostra que acessou o módulo de cooperação é evidentemente maior que a média da amostra que não acessou o módulo de cooperação. Quanto à média do ganho normalizado, o sistema proposto mostrou-se acima da média do STI Original e, ao compararmos a amostra que acessou o módulo de cooperação e a amostra que não acessou, a amostra que acessou o módulo de cooperação obteve média superior à amostra que não acessou tal módulo.

A análise do teste estatístico t-Student sobre o ganho normalizado mostrou que a diferença a favor da amostra que acessou o módulo de cooperação é significativa. Desta forma, conclui-se que a interação social proporcionada pelo sistema proposto é responsável pelo aumento de retenção de conhecimentos.

Através do presente estudo, percebemos a importância da interação social no processo de ensino-aprendizagem através de ambientes computacionais. A interação social entre tutor e aprendizes trouxe grande vantagem para os aprendizes, fazendo com que estes conseguissem melhorar significativamente o conhecimento sobre o conteúdo apresentado pelo sistema tutor.

## Referências

- Chiavenato, I. (1998), Introdução à teoria geral da administração. Makron Books, São Paulo, SP.
- Collis, B. (1993), Cooperative Learning and CSCW: Research Perspectives for Internetworked Educational Environments. IFIP Working Group 3.3 Working Conference "Lessons from Learning". Archamps, França.
- Cybenko, G. (1988), Continuous valued Neural Networks with two Hidden Layers are Sufficient. Technical report, Department of Computer Science, Tufts University.
- Dillengourg, P. et al. (1994), The evolution of research on collaborative learning. Disponível por WWW em <http://tecfa.unice.ch/tecfa/research/lhm/ESF-Chap5.text>.

- 
- Freitas, M. T. A. (1994), *Vygotsky e Baktin: um intertexto*. São Paulo: Ática, 168 p.
- Giraffa, L.M.M. (1995), *Fundamentos de Teorias de Ensino-Aprendizagem e sua Aplicação em Sistemas Tutores Inteligentes*. Instituto de Informática-UFRGS. Porto Alegre.
- Gonzaga, M.A. (2004), *Sistemas Tutores Inteligentes Baseados em Redes MLP*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação). Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia.
- Hartley, J.R. *Managing Models of Collaborative Learning*. (1996), *Computers Education*, Oxford, v. 26, n. 1-3, p. 163-170, Apr.
- Haykin, S. (2001), *Redes artificiais: princípios e prática*. 2.ed. – Porto Alegre, RS : Bookman.
- Horton, W. K. (2000), *Designing Web-based Training*. Wiley.
- Jonassen, D.H. (1996), *O uso das novas tecnologias na educação a distância e aprendizagem construtivista*. Em *Aberto*, Vol. 16, n.70, pp. 70-88.
- Jonassen, D. H. (1997), *Avaliação da aprendizagem construtivista*. In: E. Souza & C.B. Machado (org). *Técnicas e instrumentos de avaliação: leituras complementares*. Brasília: Cátedra Unesco de EAD, Vol. 1.
- Jonassen, D. H. (1998), *Designing constructivist learning environments*. In: C.M. Reigeluth (ed). *Instructional theories and models*. 2 ed. Mahwah, ND: Lawrence Erlbaum.
- Kumar, V. S. (1996), *Computer Supported Collaborative Learning: Issues for Research*.
- Martins, W.; Nalini, L. E. G.; Meireles, V.; Melo, F. R. (2003), *Estilos de Aprendizagem em Educação a Distância*. Anais do X Congresso Internacional de Educação a Distância, Porto Alegre.
- Meireles, V. (2003), *Sistemas Tutores Inteligentes Híbridos Baseados em Estilos de Aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação). Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia.
- Silverman, B. G. (1995), *Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*. *Computers & Education*, [S.l.] v. 25, n. 3, p. 81-91.
- Vygotsky, L. S. (1994), *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.191p.