

## **ENSINO COLABORATIVO EM CIÊNCIAS EXATAS**

### **COLLABORATIVE TEACHING IN EXACT SCIENCE**

**Augusto César de Castro Barbosa e Cláudia Ferreira Reis Concordido**

Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

#### **Resumo**

Apresentamos uma revisão sobre Ensino Colaborativo, destacando suas principais características e as vantagens da utilização de esquemas colaborativos. Descrevemos também a implementação de algumas experiências da abordagem colaborativa em Física e Matemática no ensino universitário.

**Palavras-chave:** Ensino Colaborativo, Aprendizagem Colaborativa, Aprendizagem Cooperativa.

#### **Abstract**

We present a review of Collaborative Teaching, highlighting its main characteristics and presenting the advantages in using collaborative schemes. We also describe the implementation of some collaborative approach experiences applied to the Physics and Mathematics teaching at the university.

**Keywords:** Collaborative Teaching, Collaborative Learning, Co-operative Learning.

#### **Introdução**

Este é um artigo de revisão em que se procurou apresentar algumas experiências interessantes de esquemas colaborativos na área de Ciências Exatas. Após algumas reflexões sobre a diferença dos termos cooperação e colaboração, que comumente encontramos na literatura, tomaremos uma posição de englobar em Ensino Colaborativo todas as iniciativas na direção de uma prática mais democrática e humanizada (AMONACHVILI, 1989), envolvendo o desenvolvimento de habilidades sociais através do trabalho em grupo. Em alguns trechos do artigo encontraremos termos como “engajamento interativo”, “aprendizado cooperativo”, ou “aprendizado colaborativo”, mas, como

mencionamos, estaremos considerando todos esses termos inclusos em Ensino Colaborativo.

Aprendizagem colaborativa é um termo abrangente que designa uma variedade de abordagens educacionais que envolvem esforço intelectual conjunto por parte dos estudantes ou de estudantes e professores. Normalmente, estudantes trabalham em grupos de dois ou mais, procurando entendimento sobre um determinado assunto, buscando soluções de problemas ou criando produtos. Atividades de aprendizado colaborativo variam bastante, mas a maioria se centra na exploração, ou aplicação, do material do curso, não apenas na apresentação do professor ou de sua explicação.

A aprendizagem colaborativa pode ser definida como o uso instrucional de pequenos grupos, de forma que estudantes trabalham juntos para maximizar o próprio aprendizado e o aprendizado de todos (JOHNSON et al, 1990). Ela é baseada nas teorias de interdependência social de Kurt Lewin e Morton Deutsch (LEWIN, 1935; DEUTSCH, 1949; GILLIES & ASHMAN, 2003). Essas teorias exploram a influência da estrutura da interdependência social sobre a interação individual em uma dada situação, a qual, por sua vez, afeta o resultado desta interação (JOHNSON & JOHNSON, 1989).

Pioneiros em aprendizagem cooperativa, David W. Johnson e Roger T. Johnson na Universidade de Minnesota, Robert Slavin na Universidade Johns Hopkins e Elizabeth Cohen em Stanford devotaram anos de pesquisa detalhada para esclarecer as condições em que estruturas cooperativas, competitivas ou individualizadas afetam ou aumentam a realização do estudante, o ajustamento psicológico, a auto-estima, e habilidades sociais. Esquemas cooperativos comparados aos tradicionais (competitivos) tendem a promover entre os estudantes maior motivação para trabalhar, na medida em que se mostram mais interessantes, divertidos e agradáveis, e também implicam em uma maior pressão para se obter sucesso nas metas estabelecidas (JOHNSON & JOHNSON, 2003).

A aprendizagem colaborativa representa um abandono significativo da típica abordagem centrada no professor, ou centrada em aulas expositivas em sala de aula. Nas salas colaborativas, a aula expositiva não pode desaparecer totalmente, mas deve continuar ao lado de outros processos que são baseados em discussão de estudantes e trabalho ativo com o material do curso. Em geral, professores que adotam abordagens de aprendizagem colaborativa passam a se ver, não tanto como especialistas transmissores de conhecimentos

para os estudantes, e mais como projetistas de experiências intelectuais para estudantes, como orientadores ou facilitadores de um processo de aprendizagem mais avançado (FINKEL & MONK, 1983).

As metas e os processos envolvidos em atividades colaborativas podem variar significativamente. Os coordenadores (tutores/professores) planejam um pequeno trabalho de grupo através de passos sequenciais específicos, ou tarefas fortemente estruturadas. Outros preferem uma agenda mais espontânea se desenvolvendo a partir de interesses ou questões dos estudantes. Em alguns esquemas de aprendizado colaborativo, a tarefa dos estudantes é criar um produto claramente delineado; em outros, a tarefa não é obter um produto, mas sim participar em um processo – um exercício de responder a um trabalho estabelecido – ou se engajar na análise e construção de um significado (GOODSELL et al, 1992).

Na aprendizagem cooperativa, o desenvolvimento de habilidades interpessoais é tão importante quanto a própria aprendizagem. Nesse sentido, muitas das tarefas são propostas aos estudantes com objetivos tanto acadêmicos como de habilidades sociais. Muitas das estratégias envolvem atribuição de papéis dentro de cada pequeno grupo para assegurar a independência positiva de participantes do grupo e capacitar os estudantes para praticar diferentes habilidades de trabalho em equipe (GOODSELL et al, 1992).

A aprendizagem cooperativa é essencialmente uma atividade de aprendizagem em grupo, de tal forma organizada que se torna dependente da troca de informações estruturadas que se efetua entre os componentes do grupo. É uma atividade em que o estudante é responsável por sua própria aprendizagem e motivado a participar da aprendizagem dos outros, o que aumenta o interesse e o compromisso entre os membros do grupo (TORRES, 2002).

Vários autores (TORRES, 2002; HARASIM, 1989; NITZKE et al, 1999) ressaltam a existência de uma diferença conceitual importante entre os termos cooperação e colaboração. Na visão de alguns deles, o processo de colaboração pode ser mais complexo. Dentro dessa visão, o trabalho em um esquema colaborativo tem como característica mais marcante o trabalho em equipe. Nesse tipo de esquema, fazem parte do trabalho colaborativo a cooperação entre os membros da mesma equipe e, também, a realização de um produto final.

Para outros autores, a diferença principal entre a cooperação e a colaboração pode ser estabelecida pelo modo como é organizada a tarefa pelo grupo. Em um esquema colaborativo todos trabalham em conjunto sem distinções hierárquicas, tendo suas habilidades respeitadas e seus pontos de vista discutidos, em um esforço coordenado a fim de alcançar o objetivo ao qual se propuseram. Já, no esquema cooperativo, a estrutura hierárquica prevalece e cada um dos membros da equipe é responsável por uma parte da tarefa; esta estrutura é projetada para que se alcance o objetivo proposto de forma mais rápida e fácil. Ao contrário da cooperação, a colaboração é uma atividade coordenada, sincronizada, resultado de um esforço continuado de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema (NITZKE et al, 1999).

Nesse artigo, consideraremos colaboração e cooperação como termos que designarão atividades de grupo que buscam um objetivo em comum. Esses dois conceitos têm origem em duas ideias principais: a rejeição ao autoritarismo, na medida em que o processo ensino/aprendizagem se desenvolve com a participação ativa de vários atores; a socialização, não só pela aprendizagem, mas principalmente na aprendizagem (TORRES, 2007).

### **Esquemas Colaborativos em Física e em Matemática**

Disciplinas ligadas às Ciências Exatas, tais como Física e Matemática, apresentam, em geral, altos índices de reprovação, retenção e abandono. Esse quadro se apresenta em quase todo o mundo, mas de forma notável nas nossas Universidades Públicas.

Várias são as razões para esse baixo rendimento, como, por exemplo, a dificuldade intrínseca na compreensão de alguns dos conteúdos destas disciplinas, que envolvem conceitos bastante abstratos. No entanto, uma das razões principais, que tem chamado atenção dos especialistas, é o modelo passivo de aprendizado mantido e reforçado nos ambientes tradicionais de ensino. Nesse tipo de esquema, os alunos raramente interagem produtivamente, uns com os outros, e o estímulo quase sempre é a nota e não o conhecimento. O estudante desenvolve seu aprendizado resolvendo problemas padrões após ser apresentado a uma determinada quantidade de assuntos. As seguintes estratégias são comumente adotadas pelos estudantes:

- Abuso da memorização em detrimento da busca do entendimento.
- Estudo sempre próximo às provas visando obter “nota para a aprovação”.
- Fragmentação do conhecimento.
- Trabalho desenvolvido de forma solitária, em vez de interagir com seus colegas, buscando o melhor entendimento.
- Falta de questionamento em relação às informações que lhe são passadas em sala de aula.

Pesquisas têm apontado que estratégias com pouco ou nenhum envolvimento ativo dos estudantes levam os mesmos a resultados inferiores aos daqueles participantes de um esquema colaborativo (HAKE, 1999; ARONS, 1990; MAZUR, 2001).

A seguir apresentamos algumas experiências com Ensino Colaborativo em Física e em Matemática, cujos objetivos eram minimizar as dificuldades que acabamos de mencionar.

### **Experiência na Disciplina Física I da UFJF**

Algumas experiências interessantes foram desenvolvidas na área de Física. Uma delas (BARROS et al, 2004) foi realizada em 2001 com a disciplina Física I do Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Assim como a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I, a disciplina Física I desempenha um papel importante na área de Ciências Exatas, sendo pré-requisito para as outras três disciplinas de Física Geral que compõem o ciclo básico e para várias outras do ciclo profissional.

A experiência foi realizada pelo Professor J. Acácio de Barros, na ocasião Professor Adjunto do Departamento de Física da UFJF, hoje Assistant Professor na San Francisco State University, em uma turma da disciplina Física I durante um semestre. A turma se reunia duas vezes por semana durante duas horas, em um total de 4 horas por semana, durante todo o semestre. A primeira hora era dedicada à aula expositiva e, na segunda, grupos de alunos – 3 a 5 componentes – se reuniam para lidar com atividades relacionadas aos temas abordados na primeira hora. Nas atividades em grupo, procurou-se fomentar hábitos de interação, fornecendo aos estudantes a oportunidade de aprender um com o outro e de expressar verbalmente suas ideias de forma a solidificar o aprendizado.

A dinâmica das aulas envolveu as técnicas de Instrução por Pares (MAZUR, 2001) e Mini-Relatórios. Após um período em torno de 20 minutos de aula era apresentado um teste conceitual em que os estudantes votavam em uma das respostas apresentadas no quadro. O professor em seguida discutia o problema com a turma a partir do resultado. Esse expediente permitiu uma auto-avaliação de conhecimentos por parte dos alunos, além de fornecer uma oportunidade para que os estudantes interagissem e manifestassem seus pontos de vista.

Um dado importante é que os grupos foram formados pelo professor no início do semestre com perfis heterogêneos (MILLIS & COTTELL, 1998); esta situação, em geral, permite melhores resultados. A segunda metade das duas aulas semanais era dedicada aos trabalhos em grupo. Nessas atividades, procurou-se simular a mesma dinâmica dialética encontrada na atividade científica, cabendo a cada grupo desenvolver o conhecimento necessário para a solução de um problema.

A avaliação é sem dúvida o ponto mais complexo nesse tipo de proposta e o que causa maior resistência tanto pelos estudantes, como por parte dos professores. No ambiente tradicional de ensino, o que se espera é que sejam atribuídas notas de forma objetiva a todas as atividades propostas, não importando sua natureza. Isso claramente não é o melhor caminho no tipo de atividade que defendemos e que foi desenvolvida nessa experiência na UFJF. Esse é um ponto que certamente não se esgota nessa experiência, nem em outras que narramos aqui, pois as características do engajamento cooperativo envolvem necessariamente avaliações subjetivas e também avaliações que não envolvem nota. Dessa forma, durante o processo de estudo e desenvolvimento das atividades propostas, o estudante pode perceber o seu conhecimento do tema e seu nível em relação ao grupo e à turma.

O professor avaliou a turma mediante as atividades desenvolvidas pelo grupo e através de duas importantes ferramentas metacognitivas (BARROS et al, 2004; DAVIS et al, 2005; RIBEIRO, 2003): Mini-Relatórios (MR) e Questionários. Os MR eram feitos durante a aula em cinco minutos e consistiam de perguntas sobre qual tinha sido o ponto principal da aula até o momento e quais os pontos que não estavam claros. Os questionários eram aplicados semanalmente e consistiam das seguintes perguntas: O que você aprendeu

nessa semana? Que assunto ainda não está claro para você? Que perguntas faria aos alunos se você fosse o professor e quisesse descobrir se eles entenderam a matéria?

Para a avaliação de desempenho foi utilizado o ganho normalizado “g”, calculado a partir de dois testes: um pré-teste, aplicado no primeiro dia de aula, e um pós-teste, aplicado no final do semestre. O ganho “g” normalizado é definido por

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré},$$

onde %pré é a nota do pré-teste e %pós é a nota do pós-teste.

Os resultados obtidos estavam de acordo com os existentes na literatura, em que estratégias colaborativas levam a um maior ganho conceitual, por parte dos estudantes, quando comparadas com métodos tradicionais baseados em aulas expositivas. O que se mostrou muito interessante foi a utilização da nota do pré-teste para a avaliação de desempenho dos estudantes, ao contrário de outras pesquisas anteriormente realizadas (CROUCH & MAZUR, 2001).

### **Experiência na Disciplina Mecânica Clássica da UFJF**

Esse é mais um exemplo de um esquema colaborativo bem sucedido realizado em uma disciplina de Mecânica Clássica na UFJF, também implementada pelo professor J. A. de Barros (BARROS, 2005). Acreditamos que esse tipo de esquema pode ser facilmente adotado também em outras disciplinas mais avançadas.

Essa disciplina normalmente faz parte do quarto ou quinto período dos cursos tanto de licenciatura, quanto de bacharelado em Física. Ela abrange a Mecânica Newtoniana com uma abordagem vetorial e com o uso do Cálculo Diferencial e Integral; em geral, a carga horária é de 4 horas por semana – em aulas de duas horas, duas vezes por semana.

A ideia aqui é basicamente a mesma, ou seja, ao contrário da postura passiva comumente encontrada nas nossas salas de aula (HAKE, 1999), o estudante vê ao longo do curso a possibilidade de construir os principais conceitos e participar da solução de

problemas de uma forma ativa, em constante interação com o professor e com seus colegas (BARROS et al, 2004).

Os estudantes foram organizados em grupos de dois ou três. Durante a aula, os grupos trabalhavam com um problema escolhido relacionado ao tópico abordado naquele momento. No final da atividade, um grupo era sorteado e apresentava o resultado do seu trabalho para a turma; nesse momento, ocorriam as discussões em torno de outras possíveis soluções e o aprofundamento do tema estudado.

Semanalmente, era distribuída uma lista com no máximo três problemas, que poderia ser feita pelo grupo, mas entregue individualmente. Como nas atividades em sala, um grupo sorteado apresentava a solução na semana seguinte. No final dessa atividade, era atribuída pontuação ao trabalho desenvolvido. No entanto, a avaliação final era feita com os seguintes pesos: listas tinham peso dois; atividades em grupo, peso três e provas, peso cinco.

O sucesso do esquema colaborativo aqui, ao contrário do que ocorreu nas experiências em Matemática e em Física Básica, não está relacionado ao índice de reprovação – baixo neste tipo de disciplina. Esse resultado foi obtido através de entrevistas, após o término do período e da divulgação das notas. Mais uma vez, foi ressaltada, por parte dos estudantes, a percepção de aprofundamento dos conteúdos abordados.

Como acontece em geral em esquemas colaborativos, o ganho no processo não está restrito a uma melhor compreensão do conteúdo, ele também ocorre pela presença de elementos metacognitivos durante todo ele. Queremos dizer com isso que, com a adoção do tipo de estratégia narrada, o estudante tem oportunidade de pensar a respeito do seu próprio processo de aprendizado e não apenas na aplicação de conhecimentos.

### **Experiência na Disciplina Pré-Cálculo da UERJ**

As dificuldades no aprendizado de Matemática, em especial, na primeira disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, têm despertado cada vez mais a atenção de pesquisadores e motivado um volume cada vez maior de publicações na área de Educação Matemática (LOPES, 1999; MALTA, 2002; KAPUT, 1997). Mesmo quando comparado ao de outras disciplinas dos cursos na área de Ciências Exatas, o índice de reprovação dessa disciplina é

muito alto; esse é um problema comum a todas as Universidades, mas é especialmente notado nas Universidades Públicas no Brasil.

Em 2003 foi criada uma disciplina de Pré-Cálculo para os calouros da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) que possuíam Cálculo I na grade curricular (CASTRO BARBOSA et al, 2003). Essa disciplina foi oferecida nos dois períodos de 2003 com o nome de Matemática Instrumental através do Programa de Apoio ao Estudante de Graduação (PAE/UERJ). Esse programa foi criado na época devido à implantação na UERJ do sistema de cotas.

As dificuldades apresentadas pelos estudantes em vários tópicos importantes de Matemática Elementar e no entendimento do conceito de funções, certamente, contribuíram para os altos índices de reprovação mencionados acima. Porém, a escolha da metodologia empregada na implantação da disciplina Matemática Instrumental foi baseada na observação de outros tipos de dificuldades, comuns aos alunos da primeira disciplina de Cálculo. São elas: baixa motivação, valorização da memorização em detrimento da compreensão, pouca participação em aula e isolamento dos alunos.

A disciplina foi desenvolvida em um esquema de Ensino Colaborativo (BRUFFEE, 1993). O objetivo principal foi criar um ambiente que envolvesse os estudantes na construção de conhecimentos de forma solidária e que os fizessem pensar sobre os conhecimentos construídos (JOHNSON & JOHNSON, 1986; SHERIDAN, 1989). Assim como em outras experiências narradas nesse trabalho, buscamos com essa abordagem colaborar para a criação de um espírito coletivo, visando uma maior independência por parte do estudante, o desenvolvimento do hábito de estudo e o aumento de sua habilidade de comunicação.

Em cada semestre, cada uma das duas turmas era dividida, a partir de uma Avaliação Inicial, em grupos de quatro ou cinco alunos de forma a se obter um alto grau de heterogeneidade. Os encontros aconteciam três vezes por semana com duração de 110 minutos cada. A exposição da matéria era feita pelo instrutor (um aluno bolsista de final de curso de Licenciatura em Matemática) e tinha a duração em torno de 25 minutos sendo seguida de uma Lista de Exercícios de Fixação que deveria ser feita em grupo e corrigida em sala.

A principal característica do curso foi o esquema de colaboração adotado, no qual cada estudante se desenvolvia ajudando o grupo e sendo ajudado por este. Durante as aulas, todos os trabalhos eram feitos por cada um dos grupos, que a qualquer momento podiam solicitar a ajuda do instrutor.

Na última aula da semana, era entregue uma Lista de Avaliação que deveria ser feita em grupo e ajudava a compor a nota final (NF) do aluno, como mostra a fórmula que segue:

$$NF = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + ML}{4},$$

onde  $P_i$  representa a  $i$ -ésima prova e ML a média de 11 listas de avaliação feitas durante o curso.

A receptividade do esquema colaborativo adotado foi muito boa. Isto pode ser verificado através do acompanhamento do interesse dos alunos feito pelos instrutores durante todo o curso e através de uma avaliação que foi feita em cooperação com o Núcleo de Gestão e Avaliação da Faculdade de Educação da UERJ. No entanto, houve problemas ligados à estrutura oferecida para o desenvolvimento do curso. Dois problemas ocorridos levaram a um número muito grande de desistências: ao contrário da proposta inicial – a disciplina ser oferecida nas férias ou, pelo menos, com metade do programa sendo abordado neste período – a disciplina se desenvolveu praticamente ao mesmo tempo do curso de Cálculo I e a falta de recursos para que o estudante fosse mantido um turno a mais na Instituição.

### **Experiência com Ensino Colaborativo *Online* Aplicado ao Ensino de Matemática**

Com o crescente progresso tecnológico e a disseminação do uso do computador e da Internet, surgiram vários estudos propondo modelos de ensino colaborativo usando o computador como ferramenta (HARASIM, 1989).

Uma experiência de ensino colaborativo *online* interessante foi realizada no âmbito do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (PPECM - CEFET/RJ). A experiência

está ligada a uma disciplina destinada ao estudo de aplicações de programas de geometria dinâmica ao ensino (TRACTENBERG et al, 2007; MATTOS et al, 2008). Nesta experiência foi utilizado o *software* Tabulae.

A geometria dinâmica é um conceito computacional que representa uma classe de programas usados como tecnologia educacional para o ensino de matemática (SCHUMAN, 1989). O Tabulae é um *software* de Geometria Dinâmica plana, desenvolvido no Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) tendo sido concebido como uma ferramenta para Aprendizado Colaborativo Apoiado por Computador (Computer Supported Collaborative Learning - CSCL). Este ambiente permite que construções geométricas sejam compartilhadas através da Internet (GUIMARÃES et al, 2005; MORAES, 2006). Com este *software* é possível a utilização de estratégias didáticas colaborativas em cursos à distância ou em atividades realizadas em laboratório (MATTOS, 2006).

Trabalhando com o Tabulae, um estudante pode, em tempo real, interagir com outros estudantes e/ou com o tutor. O trabalho pode ser desenvolvido a partir de uma tela em branco, ou a partir de um arquivo pré-gravado. O Tabulae possui uma área comum, visível a todos os participantes, e uma área visível apenas ao próprio usuário; esse ambiente possibilita ainda a participação de mais de um tutor nas atividades.

Nessa experiência foram realizadas quatro sessões, com duração de duas horas cada; cada encontro contou com a presença de quatro estudantes e dois professores. A primeira sessão foi destinada à familiarização com o *software* e as outras três restantes à resolução e discussões de problemas geométricos.

Durante o trabalho que foi desenvolvido, os professores puderam acompanhar em tempo real as atividades, dando explicações aos estudantes e coordenando suas ações em conversa privada – sem a participação dos estudantes.

Foram analisadas questões que dependem fortemente de um modelo visual, daí a importância de um *software* de geometria dinâmica. Porém, mesmo a visualização pode sugerir soluções erradas, o que de fato aconteceu com pelo menos uma das questões tratadas. Para resolvê-la foi fundamental a utilização do *chat*, que permitiu que os estudantes, através da troca de ideias entre si e com os tutores, percebessem o erro e resolvessem corretamente o problema. A colaboração nos *chats* também permitiu que se

respondessem várias perguntas simultaneamente, o que poupou tempo e agilizou o processo. O *chat* privado possibilitou ainda que os professores trocassem experiências e fizessem críticas às intervenções mútuas, sem causar constrangimento.

### **Considerações Finais**

Nesse artigo de revisão, apresentamos uma visão geral sobre esquemas colaborativos, seus mais importantes princípios e alguns dos autores que mais se destacaram nessa área. Vimos que, nesses esquemas, as aulas ocorrem de forma a encorajar a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem. O objetivo comum é criar um ambiente que envolva os estudantes na construção de conhecimentos de forma solidária, fazendo com que eles pensem sobre os conhecimentos construídos. Relatamos também algumas experiências bem sucedidas em Física e em Matemática no ensino universitário.

Acreditamos que, com a utilização desses métodos, seja possível que o estudante finalize seu curso de graduação com muito menos falhas conceituais, na medida em que as discussões e aprofundamentos feitos em relação aos conceitos são algumas de suas características principais. Consideramos também como um ponto positivo que merece destaque especial o caráter metacognitivo das atividades descritas em algumas das experiências, pois estas permitem que os estudantes pensem, em cada etapa do curso, sobre o seu próprio processo de aprendizado e não somente em possíveis maneiras de aplicar o conhecimento apresentado.

Vale ressaltar que os métodos descritos nessas quatro experiências são bastante simples e podem ser utilizados sem a necessidade de esforço especial por parte do professor. O pouco de dedicação extra que porventura venha a ser exigido, temos convicção, poderá ser compensado de forma satisfatória pelo desempenho dos estudantes.

### **Referências Bibliográficas**

AMONACHVILI, C. La pedagogía cooperativa y la humanización del proceso pedagógico. *Perspectivas*, v.19, n. 4, p. 629, 1989.

ARONS, A. B. *A Guide to Introductory Physics Teaching*. New York and Toronto: John Wiley & Sons, 1990.

BARROS, J. A. de; REMOLD, J.; SILVA, G. S. F. da; TAGLIATI, J. R. Engajamento Interativo no Curso de Física I, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.

BARROS, J. A. de. Utilizando Métodos de Engajamento Interativo em um Curso de Mecânica Clássica. Trabalho apresentado no XVI *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, 2005.

BRUFFEE, K. *Collaborative Learning: Higher Education, Interdependence, and the Authority of Knowledge*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1993.

CASTRO BARBOSA, A. C. de; CONCORDIDO C. F. R.; CARVALHAES, C. G. Uma Proposta de Pré-Cálculo com Aprendizado Colaborativo. In: CARVALHO, L. M.; MOURA, C. A. de (Org.). *II HTEM - Colóquio de História e Tecnologia no Ensino de Matemática*. Rio de Janeiro: UERJ, v. 1, 2003.

CHAZAN, D.; BEN-CHAIM, D.; GORMAS, J. Shared teaching assignments in the service of mathematics reform: situated professional development. *Teaching and Teacher Education*, v. 14, n. 7, p. 687-702, 1998.

CROUCH, C.H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, v. 69, p. 970-977, 2001.

CUBAN, L. *How teachers taught*. 2.ed. New York: Teachers College Press, 1993.

DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. Metacognição e Sucesso Escolar: Articulando Teoria e Prática. *Cadernos de Pesquisa*, v. 35, n. 125, p. 205-230, maio/ago, 2005.

DEUTSCH, M. A *Theory of Cooperation and Competition*. *Human Relations*, 2., 129-152, 1949.

DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning? In: DILLENBOURG, P. (Ed.) *Collaborative-learning: cognitive and computational approaches*. Oxford: Elsevier, 1999. p. 1-19.

FINKEL, G. S.; MONK, D. L. Teachers and learning groups: Dissolution of the atlas complex. *Learning in Groups. New Directions for Teaching and Learning*, v. 14, 1983.

GILLIES, R. M.; ASHMAN, A. F. An Historical Review of the Use of Groups to Promote Socialization and Learning. In: GILLIES, R. M.; ASHMAN, A. F. (eds). *Co-operative Learning*, New York, NY: RoutledgeFalmer, 2003, p.1-18.

GOODSELL, A.; MAHER, M.; TINTO, V.; SMITH, B. L.; MACGREGOR, J. *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*. University Park, PA: National Center on Postsecondary Teaching, Learning & Assessment, 1992.

GUIMARÃES, L.C.; MORAES, T. G.; MATTOS, F. R. P. Cooperative Distance Learning in Mathematics. *US-China Education Review*. V. 2, n. 9, p. 42-45, 2005.

HAKE, R. R. Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, v. 66, p. 64-74, 1999.

HARASIM, L. *Online Education: A New Domain*. In: MASON, R.; KAYE, A. (eds). *Mindweave: Communication, Computers and Distance instruction*. Oxford: Pergamon Press, 1989, p.50-62.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Action research: Cooperative learning in the science classroom. *Science and Children*, v. 24, p. 31-32, 1986.

\_\_\_\_\_. *Cooperation and Competition: Theory and Research*. Edina, MN: Interaction Book Company, 1989.

\_\_\_\_\_. Student Motivation in Co-operative groups: Social Interdependence Theory. In: GILLIES, R. M.; ASHMAN, A. F. (eds). *Co-operative Learning*., New York, NY: RoutledgeFalmer, 2003, p.136-176.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. *Circles of Learning: Cooperation in the Classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company, 1990.

KAPUT, J. Rethinking Calculus: Learning and Thinking. *American Mathematical Monthly*, v. 104, n. 8, p. 731-737, oct. 1997.

LEWIN, K. *A Dynamic Theory of Personality*. New York: McGraw Hill, 1935.

LOPES, A. Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de Cálculo da UFRGS. *Matemática Universitária - SBM*, Rio de Janeiro, n. 26/27, p. 123-146, jun./dez. 1999.

MALTA, I. Sobre um método não tradicional para aprender cálculo. In: CARVALHO, L. M.; GUIMARÃES, L. C. (Org.). *HTEM – Colóquio de História e Tecnologia no Ensino de Matemática*. Rio de Janeiro: UERJ, v. 1, 2002, p. 213-220.

MATTOS, F. R. P.; BARBASTEFANO, R. G.; GUIMARÃES, L. C.; MORAES, T. G. Aprendizagem Cooperativa à Distância em Matemática. In: *III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Águas de Lindóia, v. único, 2006.

MATTOS, F. R. P.; GUIMARÃES, L. C.; BARBASTEFANO, R. G.; MORAES, T. G. Simulações para Estratégias Didáticas Relacionadas à Colaboração Matemática com o TABULÆ Colaborativo. In: *IV HTEM - Colóquio de História e Tecnologia no Ensino de Matemática*, Rio de Janeiro, v. único, 2008. Disponível em <<http://www.limc.ufrj.br/htem4/papers/77.pdf>>. Acesso em: 20/10/2009.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*. New York: Prentice Hall, 2001.

MILLIS, B. J.; COTTELL Jr., P.G. *Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. Phoenix, AZ: Edited by American Council on Education, Series on Higher Education, The Oryx Press, 1998.

MORAES, T.G. *Um Modelo para Colaboração Síncrona em Geometria Dinâmica*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado - IM/ NCE – UFRJ, 2006.

NITZKE, J. et al. Criação de ambientes de aprendizagem colaborativa. Trabalho apresentado no X SBIE, Curitiba, PR, nov. 1999. Disponível em <<http://penta.ufrgs.br/pgie/sbie99/acac.html>>. Acesso em: 12/11/2009.

RIBEIRO, C. Metacognição: um Apoio ao Processo de Aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v.16, n. 1, p. 109-116, 2003.

ROBBINS, S. *Comportamento organizacional*. 11. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.

ROBERTS, T. *Online collaborative learning: theory and practice*. London: Information Science Publishing, 2003.

SCHUMAN, H. The influence of interactive tools in geometry learning. In: *Intelligent learning environments, the case of geometry*. Berlin: Springer-Verlag, 1989.

SHERIDAN, J.; BYNE, A.; QUINA, K. Collaborative Learning: Notes from the Field. *College Teaching*, v. 37.2, p. 49-53, 1989.

TORRES, P. L. *Laboratório Online de Aprendizagem: Uma Proposta Crítica de Aprendizagem Colaborativa Para a Educação*. Florianópolis: Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, 2002.

\_\_\_\_\_. Online learning laboratory: a collaborative learning experiment with the use of the Eureka@Kids virtual learning environment. *Cad.CEDES*, v. 27, n.73, Sept./Dec. 2007.

TRACTENBERG, L.; BARBASTEFANO, R. G.; STRUCHINER, M. As Vantagens do Ensino Colaborativo Online: Uma Experiência Aplicada ao Ensino da Matemática. In: *Anais do VI ENPEN – Encontro Nacional de Ensino em Educação em Ciências*. Florianópolis, v. 1, 2007, p. 1-12. Disponível em <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p1144.pdf>>. Acesso em: 03/11/2009.