

_O USO DA APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE GEOMETRIA GRÁFICA

Luciano Oliveira Borges
Universidade de São Paulo (USP)
luciano@iautomate.com.br

Eduardo Toledo Santos
Universidade de São Paulo (USP)
etoledo@usp.br

Resumo_Esta pesquisa consiste em propor e avaliar o uso de atividades de aprendizagem no ensino de Geometria Gráfica por meio da ferramenta educacional Risko, bem como da aprendizagem colaborativa. A motivação do trabalho é validar a aplicação formal da aprendizagem colaborativa no ensino de Geometria Gráfica a fim de investigar a eficiência desta abordagem. A estratégia de investigação da pesquisa é utilizar o modelo TPACK, sendo que este fundamentará a estruturação das atividades de aprendizagem, as estratégias pedagógicas, as tecnologias educacionais e as avaliações que serão utilizadas. Espera-se que a estratégia desenvolvida seja um instrumento para apoiar a aprendizagem de Geometria Gráfica, assim como uma contribuição ao estudo sobre o uso de atividades de aprendizagem baseadas no TPACK na área da Geometria Gráfica.

Palavras-chave_ensino de geometria, colaboração, *TPACK*.

1 Introdução

O aprendizado de ferramentas de solução de problemas geométricos é um ponto muito importante para os cursos de Engenharia, Arquitetura, Geologia, entre outros, sendo que uma dessas ferramentas é a Geometria Gráfica. A Geometria Gráfica é o estudo por meio do desenho, de qualquer propriedade de forma, utilizando os sistemas de representação para estudar formas de duas ou três dimensões em desenho plano.

O ensino de Geometria Gráfica requer certo tempo até que as técnicas de visualização sejam, de fato, absorvidas de forma significativa, visto que há diferenças não quantificáveis quanto ao tempo de aprendizado para cada aluno.

A principal motivação do trabalho proposto foi a bem conhecida redução de créditos destinados às disciplinas de Desenho Técnico e Geometria que vem ocorrendo há anos nas universidades de todo o mundo. Diante desta situação, o aumento da eficiência de aprendizagem, bem como a necessidade de apoiar os alunos no estudo fora da sala de aula, tornaram-se metas importantes para a atenuação do problema.

Uma forma de reduzir o isolamento individual que ocorre, muitas vezes, nas classes tradicionais, e aumentar a eficiência de aprendizagem é o uso de aprendizagem colaborativa. Em vários estudos (DAVIDSON; REYNOLDS; ROGERS, 2001; DAVIDSON, 1990; DUBINSKY; MATHEWS; REYNOLDS, 1997; HAGEMGANS et al., 1995), há a defesa da utilização de pequenos grupos para o aprendizado colaborativo em matemática, utilizando abordagens instrucionais que incluem também a representação compartilhada ou técnicas de visualização para fomentar a aprendizagem cooperativa (O'DONNELL; DANSE-REAU, 1995).

Esta pesquisa tem como objetivo central aplicar a aprendizagem colaborativa como uma ferramenta de ensino de geometria para os processos de ensino e aprendizagem de geometria gráfica, sendo norteada pela seguinte questão de investigação: De que maneira o uso de colaboração pode favorecer os processos de ensino e aprendizagem dos conceitos de Geometria Gráfica?

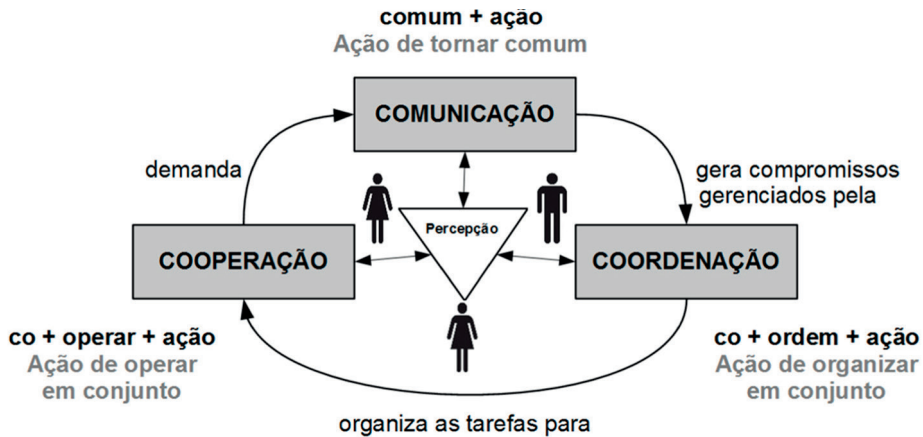
2 Aprendizagem colaborativa

Várias técnicas de ensino baseadas em pequenos grupos são estudadas desde os anos 1960. Nos anos 1990, Johnson & Johnson (1990) divulgaram uma meta-análise a partir de mais de 120 pesquisadores que indicava que os trabalhos em grupo para aprendizagem foram considerados mais eficazes que outras estruturas com objetivos competitivos ou individualistas.

Segundo Bjuland (2004), o mesmo se aplica ao aprendizado colaborativo de geometria, os professores devem estimular seus alunos para refletir sobre a sua colaboração em pequenos grupos. O autor destaca também a dificuldade na captura dos diálogos entre os participantes dos grupos.

Para colaborar, precisamos de comunicação para a troca de mensagens, coordenação para o gerenciamento de pessoas, atividades e recursos e cooperação por meio de operações em um espaço compartilhado para a execução das tarefas. Este modelo denomina-se **Modelo 3C de Colaboração**, e foi originalmente proposto no artigo de Ellis, Gibbs e Rein (1991) com modificações Fuks, Raposo e Gerosa (2003).

FIGURA 1 – O MODELO 3C



Fonte: Adaptada de Fuks; Raposo; Gerosa (2003).

O modelo 3C de colaboração analisa em três dimensões: comunicação, coordenação e cooperação. Onde:

- > Comunicação – troca de mensagens, pela argumentação e pela negociação entre os indivíduos;
- > Coordenação – gerenciamento dos indivíduos, atividades e recursos;
- > Cooperação – atuação conjunta no espaço compartilhado para a produção de objetos ou informações.

Segundo Fuks, Raposo e Gerosa (2003) há dois tipos de classificação para as ferramentas de comunicação, podendo ser analisadas quanto ao tipo de resposta e quanto ao nível de aplicação.

- > Quanto ao tempo de resposta: podem ser síncronas e assíncronas.
- > Quanto ao nível de aplicação:
 - > Sistemas de mensagens – suportam a troca de mensagens de texto entre usuários;
 - > Editores multiusuários – nos quais códigos podem ser alterados por vários usuários;
 - > Decisão em grupo – oferecem mecanismos para tomada de decisão em grupo;
 - > Conferências – são, em geral, módulos com apoio de áudio e vídeo;
 - > Agentes inteligentes – são sistemas de *software* autônomos;
 - > Sistemas de coordenação – permitem o controle e gerência das atividades do grupo.

3 Sistema de apoio

A utilização de um ambiente educacional baseado em grupos de alunos verdadeiramente dinâmicos, é uma tarefa desafiadora, uma vez que as técnicas tradicionais de gestão do grupo, quando aplicadas a grupos dinâmicos, incorre numa carga demasiado elevada sobre o instrutor e torna as implementações impraticáveis (SCHIPER, 2006). A viabilidade desta ideia e sua aplicação prática dependem da concepção e da implementação de um sistema de *Computer Supported Collaborative Learning* (CSCL) baseado em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para a colaboração que prevê apoio flexível e eficiente à gestão dinâmica dos grupos.

O AVA ou *Learning Management System* (LMS) consiste em um sistema de gestão que possui um conjunto de funcionalidades para promover aprendizado. Essas funcionalidades relacionam-se com distribuição, acompanhamento, monitoramento e administração de conteúdo de aprendizagem e com o progresso e interações dos aprendizes, entre outros. O termo AVA pode ser aplicado a sistemas simples de gerenciamento de cursos ou a complexos ambientes distribuídos.

O Moodle é um LMS de código aberto que se tornou muito popular entre os educadores de todo o mundo como uma ferramenta para ofertar conteúdo dinâmico para os alunos. No entanto, o Moodle funciona melhor quando usado para a construção de entendimento com e para os outros, de acordo com a filosofia do construcionismo social, que está no coração do projeto (DOUGIMAS; TAYLOR, 2003). No Moodle, o aluno é orientado por intermédio de uma filosofia de aprendizagem na qual os alunos ativamente constroem novos conhecimentos, adotando uma postura mais subjetiva para o conhecimento que está sendo criado, e aprendendo ainda mais, explicando o que aprenderam para outros.

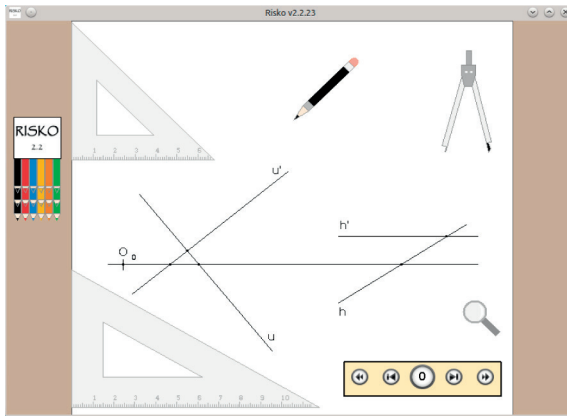
O Moodle contém, em sua forma padrão, uma ampla gama de ferramentas que permite facilmente a comunicação, a colaboração e a cooperação. Além das ferramentas principais citadas, pode-se também incorporar extensões à plataforma Moodle para gerar novas funcionalidades baseadas nas ferramentas padrão do sistema.

4 Software de apoio

A ferramenta de apoio utilizada na pesquisa foi o *Realistic Interface for Simulating a Kit of Objects* (Risiko) que é um *software* desenvolvido para a aprendizagem de geometria gráfica (SANTOS; LOURENZONI; OLIVEIRA, 2006) com um diferencial, como indica o nome: apresentar uma interface que simula a

aparência e o comportamento reais de um conjunto de objetos, neste caso, instrumentos de desenho.

FIGURA 2 – INTERFACE DO RISKO



Fonte: Elaborada pelos autores.

A interface do Risko difere dos aplicativos tradicionais de geometria, desenvolvidos com interface tradicional (como *Windows, Icons, Menu & Pointing device – WIMP*). Normalmente estes trazem uma quantidade grande de recursos, implicando o aumento da complexidade da interface e o aumento do tempo de adaptação dos alunos. O uso da interface *WIMP* pode parecer algo fortemente necessário em um *software* didático, porém, no caso deste, a aplicação

tem correspondido aos objetivos da geometria gráfica.

Em continuidade ao projeto do Risko iniciado por Lourenzoni, Oliveira e Santos (2003) foram adicionadas as seguintes funcionalidades (Figura 2):

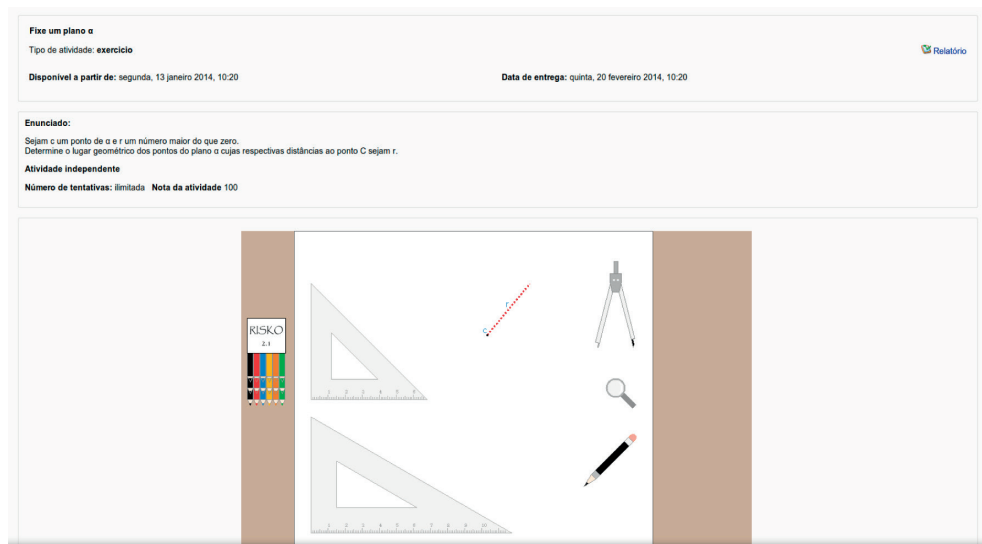
- > **Paleta de cores:** a possibilidade de desenhar com diferentes cores, de uma paleta com seis cores diferentes;
- > **Tipos de linhas:** a possibilidade de usar diferentes tipos de linha (contínua, tracejada, pontilhada e traço-ponto);
- > **Espessura da linha:** a possibilidade de uso de diferentes espessuras de linha (fina, média e grossa);
- > **Símbolos matemáticos:** o uso de uma tabela de símbolos matemáticos que podem ser inseridos por meio de códigos;
- > **Sobrescrito e subscrito:** a possibilidade de utilizar textos e símbolos matemáticos como sobrescritos ou subscritos;
- > **Player:** recurso que permite a separação das etapas de construção de um desenho.

Segundo Oliveira (2005), a falta dessas funcionalidades acarretou prejuízo no uso da ferramenta em sala de aula, sendo que o autor propõe a extensão dessas funcionalidades que foram, agora, implementadas para este trabalho.

Outra necessidade implementada foi a integração do Risko ao Moodle, utilizando o *plugin* iTarefa. O iTarefa ou Tarefa Interativa (RODRIGUES; BRANDAO, 2010) é uma extensão que incorpora o conceito de Módulo(s) de Aprendizagem

Interativo(s) (iMA) ao Moodle. Um iMA é um módulo de aprendizagem interativo (BRANDÃO; ISOTANI; MOURA, 2006), sendo este um programa na forma de *applet*¹, que dispõe de recursos para comunicação com um servidor, tanto para receber conteúdos quanto para enviá-los. Esse servidor, no caso, é a plataforma Moodle. Esses iMA acoplados ao iTarefa permitem a aplicação de tarefas com uma interação direta de envio de arquivos gerados com o *applet* pelo aluno e/ou pelo professor, sem sair da plataforma Moodle.

FIGURA 3 – TELA DO RISKO COMO UM IMA EM UMA ATIVIDADE DO ITAREFA



Fonte: Elaborada pelos autores.

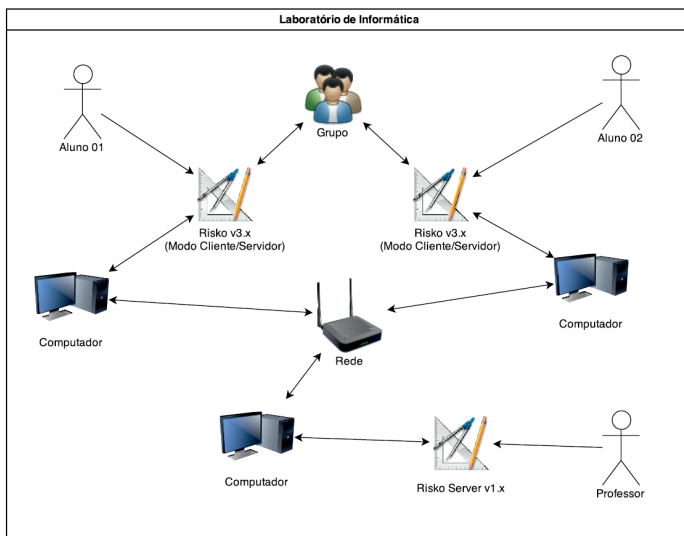
Os módulos de aprendizagem interativos incluídos por padrão no iTarefa são dedicados para apoiar o ensino de conteúdos específicos de Geometria, Combinatória e Funções, porém pode ser implementado para qualquer área. Em virtude do fato de a proposta da criação do iTarefa ter como requisito a fácil integração de módulos, a inclusão de novos iMA ao iTarefa é simples, sendo necessário adaptar em qualquer *applet* apenas três métodos de comunicação (BRANDÃO; ISOTANI; MOURA, 2006). O módulo de aprendizagem do Risko foi incluído ao iTarefa e hoje compõe sua gama de iMA por padrão (Figura 3).

¹ *Applet* é um *software* aplicativo que é executado no contexto de outro programa (por exemplo, em um navegador web). Nesse trabalho, um *applet* é um programa feito em linguagem Java que executa funções bem específicas em um navegador de internet.

Para permitir a colaboração no Risko para utilizar em sala de aula, mais precisamente em um laboratório de informática, foi implementado os protocolos de comunicação *Java Socket* e *Java RMI*. A escolha do *Java RMI* foi feita em razão da maior eficiência quanto ao uso de *Webservice* e *Corba* (JURIC et al., 2004; SILVA, 2010), além de mostrar boa eficiência com o paralelismo de vários clientes conectados (MAASSEN et al., 2001). Essa implementação permite duas formas de interação (Figura 4):

- > **Colaboração entre professor e alunos:** o professor tem acesso às atividades dos alunos em tempo real, inclusive a visualização de uma construção sendo realizada podendo, assim, interagir e se comunicar com os alunos, por meio de um *chat*.
- > **Colaboração entre alunos:** os alunos, em pares ou grupos, podem realizar atividades colaborativas interagindo em uma mesma construção e se comunicando por meio de um *chat*. O professor também tem acesso para interagir com cada grupo.

FIGURA 4 – EXEMPLO DA DINÂMICA DE USO DO RISKO COLABORATIVO EM SALA DE AULA



Fonte: Elaborada pelos autores.

5 Aspectos metodológicos da pesquisa

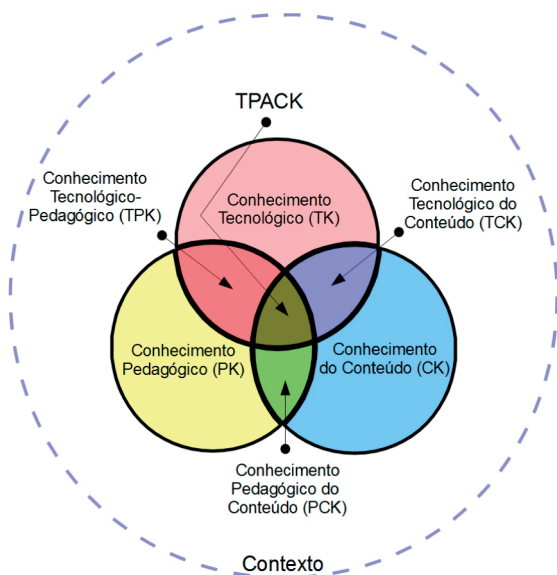
Como formatação do uso de tecnologias educacionais utilizou-se o modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). O TPACK é um modelo conceitual voltado ao uso de tecnologias em educação, baseado em três

vertentes: Conteúdo, Pedagogia e Tecnologia e o inter-relacionamento entre elas (MISHRA; KOEHLER, 2008). A Figura 5 demonstra a intersecção do conhecimento de um professor em três setores: conhecimento dos conteúdos curriculares, dos métodos pedagógicos e competências em nível tecnológico.

Em termos teóricos, segundo Mishra e Koehler [2008], o TPACK resulta da intersecção de três tipos diferentes de conhecimento:

- > **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK):** a capacidade de ensinar um determinado conteúdo curricular;
- > **Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK):** conhecer e selecionar os recursos tecnológicos mais adequados para comunicar um determinado conteúdo curricular;
- > **Conhecimento Tecnológico-pedagógico (TPK):** saber usar esses recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem.

FIGURA 5 – MODELO TPACK



Fonte: Adaptada de Mishra e Koehler (2006, p. 1025).

Em termos práticos, segundo Mishra e Koehler (2008), o TPACK é uma proposta de um ensino eficaz com o uso de tec-

nologias educacionais e a condição para uma eficiente inserção das TIC nas atividades acadêmicas. O seu uso efetivo exige um domínio por parte do professor das técnicas pedagógicas que possibilitam que as tecnologias sejam usadas na construção do conhecimento pelo aluno e não como um apoio ao professor para ensinar. A formação de professores deve ser aplicada para o desenvolvimento do TPACK em etapas e de forma escalonada, iniciando a formação com as tecnologias mais simples e com o conhecimento prévio dos professores, seguindo até as aplicações cada vez mais complexas e sofisticadas.

Esta definição de metodologia do modelo TPACK propõe o uso de atividades de aprendizagem. O planejamento, segundo Harris e Hofer (2009), deve seguir as etapas a seguir:

- > Escolha dos objetivos de aprendizagem;

- > Decisões pedagógicas sobre a natureza da experiência de aprendizagem;
- > Seleção e sequenciamento de tipos de atividades apropriadas que combinam para formar a experiência de aprendizagem do conteúdo curricular;
- > Seleção de ferramentas e recursos que melhor ajudam os alunos a se beneficiarem da experiência de aprendizagem planejada;
- > Seleção de estratégias de avaliação formativa e somativa, que revelam o que e como os alunos estão aprendendo.

6 Conclusões

Este estudo concluiu que o uso da ferramenta Risko pode ajudar os estudantes de engenharia para compreender melhor os conceitos de Geometria Gráfica. A colaboração é um recurso em potencial para permitir resolução de problemas complexos visto que, com a ferramenta, os alunos desenvolvem melhor a aprendizagem significativa pela forma com que se conduzem as atividades por meio da interação e da comunicação em pares.

A pesquisa caminhou na definição dos conceitos que deverão ser utilizados para avaliar a ferramenta Risko, por meio de atividades de aprendizagem do modelo TPACK integrada ao ambiente de aprendizagem Moodle.

Outro ganho importante foi a expansão da ferramenta iTarefa para permitir melhor a integração de outros IMA e também permitir a colaboração por meio de sua interface.

Espera-se identificar ganhos de aprendizagem com o uso da metodologia TPACK e o modelo 3C que está sendo desenvolvida na pesquisa não somente para validar uma ferramenta computacional, mas também para demonstrar a eficiência do uso de tecnologias educacionais aplicadas conforme os modelos.

Use of collaborative learning in the teaching of geometry graphic

Abstract_This research is to propose and evaluate the use of learning activities for teaching Graphic Geometry using the *Risko* educational tool and collaborative learning. The motivation for this work is to validate the formal implementation of collaborative learning for teaching Graphic Geometry to investigate the efficiency of this approach. The research strategy adopted is to use the TPACK model as a foundation for the learning activities, teaching strategies, educational technologies and the evaluation that will be used. It is expected that the developed strategy becomes an instrument to support learning of Graphic Geometry, as well as a contribution to the study of the use of learning activities based on TPACK in the area of Graphic Geometry.

Keywords_geometry teaching, collaboration, TPACK.

7 Referências

- BRANDÃO, L. DE O.; ISOTANI, S.; MOURA, J. G. Imergindo a geometria dinâmica em sistemas de educação a distância: IGEOM e SAW. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 41-49, abr. 2006.
- BJULAND, R. Student teachers' reflections on their learning process through collaborative problem solving in geometry. *Educational Studies in Mathematics*, Berlin, v. 55, n. 1-3, p. 199-225, 2004.
- DAVIDSON, N. *Cooperative learning in mathematics: a handbook for teachers*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley, 1990. 409p.
- DAVIDSON, N. A.; REYNOLDS, B. E.; ROGERS, E. C. Introduction to cooperative learning in undergraduate mathematics. In: ROGERS, E. C.; REYNOLDS, B. E.; DAVIDSON, N. A.; THOMAS, A. D. *Cooperative learning in undergraduate mathematics: issues that matter and strategies that work*. Washington, DC: Mathematical Association of America, 2001. p. 1-11.
- DOUGIAMAS, M.; TAYLOR, P. Moodle: using learning communities to create an open source course management system. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA AND TELECOMMUNICATIONS 2003, Honolulu. *Proceedings...* Chesapeake, VA: AACE, 2003. p. 171-178.
- DUBINSKY, E.; MATHEWS, D.; REYNOLDS, B. E. *Readings in cooperative learning for undergraduate mathematics*: MAA Notes n. 44, Mathematical assn of amer. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1997. 324p.
- ELLIS, C. A.; GIBBS, S. J.; REIN, G. Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, Nova York, v. 34, n. 1, p. 39-58, jan. 1991.
- FUKS, H.; RAPOSO, A. B.; GEROSA, M. A. Do modelo de colaboração 3c à engenharia de groupware. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA E WEB-WEB-MÍDIA, 9. 2003, Salvador. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2003, p. 445-452.
- HAGELGANS, N. L. et al. A practical guide to cooperative learning in collegiate Mathematics. v. 37. Washington: Mathematical Association of America, 1995.
- HARRIS, J. B.; HOFER, M. J. *Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development*. Research highlights in technology and teacher education. Chesapeake: Society for information technology in teacher education [Site], 2009.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Social skills for successful group work. *Educational Leadership*, Alexandria, VA, v. 47, n. 4, p. 29-33, dez. 1989/jan. 1990.
- JURIC, M. B. et al. Java RMI, RMI tunneling and web services comparison and performance analysis. *ACM Sigplan Notices*, New York, v. 39, n. 5, p. 58-65, maio 2004.

- LOURENZONI, L.; OLIVEIRA, A. L. L.; SANTOS, E. T. Desenvolvimento de ferramenta computacional inovadora para o ensino e aprendizagem de geometria. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., 2003. São Carlos. *Anais...* São Paulo: USP, 2003. p. 2208.
- MAASSEN, J. et al. Efficient Java RMI for parallel programming. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, New York, v. 23, n. 6, p. 747-775, nov. 2001.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2008.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Introducing technological pedagogical content knowledge. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2008, New York. *Proceedings...* Washington, DC: AERA, 2008. p. 16.
- O'DONNELL, A. M.; DANSEREAU, D. F. Scripted cooperation in student dyads: A method for analyzing and enhancing academic learning and performance. In: HERTZ-LAZAROWITZ, R; MILLER, I. *Interaction in cooperative groups: the theoretical anatomy of group learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995. p. 120-141.
- OLIVEIRA, A. L. L. de. *Avaliação comparativa de diferentes modelos de interfaces gráficas empregadas no ensino de geometria, segundo os conceitos de usabilidade*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- RODRIGUES, P. A.; BRANDAO, L. O. i-Tarefa: incrementando a interatividade em cursos via Web com o Moodle. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 30., 2010, Belo Horizonte. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2010, p. 1354-1363.
- SANTOS, E. T.; LOURENZONI, L.; OLIVEIRA, A. L. L. DE. RISKO, an educational geometry drawing software with an innovative interface. *Journal for Geometry and Graphics*, Berlin, v. 10, n. 1, p. 115-124, jan. 2006.
- SCHIPER, A. Dynamic group communication. *Distributed Computing*, Berlin, v. 18, n. 5, p. 359-374, abr. 2006.
- SILVA, B. N. de P. *Comunicação remota em uma arquitetura de suporte a simulação distribuída*. Monografia (Graduação em Ciência da Computação)–Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.