

Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional no Ensino de Ciências: panorama das pesquisas (1996 – 2012).

Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral¹ (PG)*, Nilcimar dos Santos Souza¹ (PG), Salete Linhares Queiroz¹ (PQ) *petycabral@gmail.com.

¹Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

Palavras-Chave: CSCL, ciências, computadores

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo apresentar uma breve contextualização sobre a Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional (CSCL) e analisar artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, que contemplam o uso da metodologia, classificados pelo programa QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Foram analisados 34 trabalhos, considerando os indicadores: a produção e sua distribuição no tempo; a produção e sua distribuição de acordo com os níveis de escolaridade; a produção e sua distribuição de acordo com a área investigada; a produção e sua distribuição de acordo com o foco temático. Os resultados apontam para um maior número de trabalhos publicados a partir do ano 2004, dos quais a maioria não se destina a um nível de escolaridade específico e pode ser aplicada a diversas áreas do conhecimento.

INTRODUÇÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química salientam que a qualificação científica tornar-se-á inoperante se não for acompanhada da atualização didático-pedagógica, especialmente no que se relaciona a um melhor aproveitamento do material abundante que é renovado constantemente pela informática e a tecnologia (ZUCCO; PESSINE; ANDRADE, 1999). Nesse contexto destaca-se a velocidade atribuída à geração de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, rapidamente absorvidos e difundidos pela sociedade em geral e pelo setor produtivo e a inadequação do paradigma atual do ensino em todos os níveis, principalmente no Ensino Superior (BRASIL, 2001).

Diante desse cenário abrangente, daremos enfoque ao quadro específico que expõe o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e o seu papel na Sociedade da Informação (SI). Essa sociedade está ancorada em um novo paradigma tecnológico, no qual profundas mudanças sociais e culturais são percebidas (COLL; MONEREO, 2010). Inserida nesse contexto, a *Internet* surge como uma manifestação, caracterizada como um espaço global de atuação social que amplia as possibilidades de ensino e aprendizado, por meio de uma nova metodologia, a Comunicação Mediada por Computador (CMC) (FISS; AQUINO, 2013).

Ainda no âmbito educacional, o uso dos computadores nas escolas se iniciou nos anos 80 e diversas pesquisas indicaram que esse seria um ramo da educação promissor para as próximas gerações (BRANSFORD et al., 2000; BINGIMLAS, 2009). De fato, a partir dessa data e ao longo das últimas duas décadas, avanços consideráveis têm sido reportados na literatura envolvendo inserção das TIC na educação como potencial transformador de indivíduos. Em meio a novas abordagens, o termo CSCL, referente à Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional (em língua inglesa *Computer-Supported Collaborative Learning*) é encontrado. A CSCL sugere o desenvolvimento de novos sistemas computacionais e aplicações que propiciem a aprendizagem em grupo e que ofereçam atividades criativas de exploração intelectual e interação social (STAHL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006).

A CSCL é uma forma específica de aprendizagem e está peculiarmente ligada à educação, sendo aplicada a todos os níveis da educação formal, desde o Ensino Infantil até o Ensino Superior, e não formal, como os museus. Dessa forma, o uso do computador via CSCL torna-se imprescindível e crescente, levando a um aumento do uso da *Internet* por estudantes que são encorajados a adquirir conhecimento em pequenos grupos (STAHL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006). Algumas das vantagens do emprego da CSCL são:

- Melhora a qualidade das soluções propostas a problemas apresentados pelo professor, por representar a solução do grupo, e não uma solução individual;
- Possibilita a exposição de várias perspectivas e interpretações;
- Permite a disponibilização de resultados de pesquisas para serem consultados e utilizados pelos envolvidos no processo, reforçando o caráter intencional da aprendizagem;
- Promove a argumentação, o que pode ser um grande fator motivacional;
- Favorece a construção social do conhecimento e a mudança conceitual do indivíduo; promove outros tipos de comunicação (par-par, aluno-professor) além da via tradicional do professor para o aluno (LUDVIGSEN; MORCH, 2010).

Partindo desse pressuposto, temos como objetivo apresentar um panorama das pesquisas nacionais e internacionais referentes à temática CSCL.

PANORAMA DAS PESQUISAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Com o intuito de traçarmos o panorama mencionado anteriormente, buscamos na literatura investigações relacionadas à CSCL. Inicialmente, pesquisamos trabalhos publicados sobre o tema nas revistas que constam na área de avaliação do programa QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). O Programa QUALIS consiste em um conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Consultamos os periódicos QUALIS A1, nas áreas de Educação e Ensino, e realizamos uma seleção prévia de revistas relacionadas à Tecnologia e ao Ensino de Ciências. A partir disso, os artigos foram examinados no período compreendido de janeiro de 1996 a dezembro de 2012.

A sistemática de busca e seleção dos periódicos se deu em 2 etapas, primeiramente pela verificação de menções a termos relacionados à aprendizagem colaborativa e o uso do computador, como *collaborative*, *colaborativo* e *collaboration*, nos títulos dos trabalhos, resumo, palavras-chave e corpo do texto. Na segunda etapa selecionamos os trabalhos que faziam menção ao termo *computer-supported collaborative learning* ou à sigla CSCL.

Além das revistas classificadas no QUALIS A1, buscamos trabalhos sobre o tema em 2 revistas relevantes na área de Educação em Química no contexto nacional, Química Nova (seção “Educação”) e Química Nova na Escola. Consultamos todos os números das revistas, sendo estas editadas desde 1978 e 1995, respectivamente, e não encontramos artigos, o que sugere que as suas possibilidades educacionais ainda não foram suficientemente exploradas.

Dessa forma, classificamos os trabalhos internacionais encontrados na busca com relação à produção de acordo com a distribuição no tempo, com a área de pesquisa, com os níveis de escolaridade e com o foco temático privilegiado nos estudos. Na Tabela 1 são apresentadas as revistas internacionais nas quais

encontramos trabalhos sobre a temática, a quantidade de trabalhos localizada em cada uma delas e os respectivos períodos em que o levantamento foi realizado.

Tabela 1: Revistas internacionais analisadas, quantidade de trabalhos localizados em cada uma delas e os respectivos períodos em que o levantamento foi realizado.

Periódicos	Período	Nº de trabalhos
Comunicar	1996 a 2012	1
Computers & Education	1996 a 2012	21
Enseñanza de las Ciências	2003 a 2012	1
IEEE Transactions on Learning Technologies	1996 a 2012	2
Innovación Educativa	2005 a 2012	1
International Journal of Science Education	1996 a 2012	5
Journal of Science Education and Technology	1996 a 2012	1
Journal of Research in Science Teaching	1996 a 2012	1
Science & Education	1996 a 2012	1
Total		34

A PRODUÇÃO E SUA DISTRIBUIÇÃO NO TEMPO

Com base no levantamento bibliográfico realizado, constatamos que o número de trabalhos publicados com questões referentes ao tema em foco aumentou significativamente a partir do ano de 2003, apresentando duas quedas consideráveis nos anos de 2008 e 2012, conforme ilustra a Figura 1.

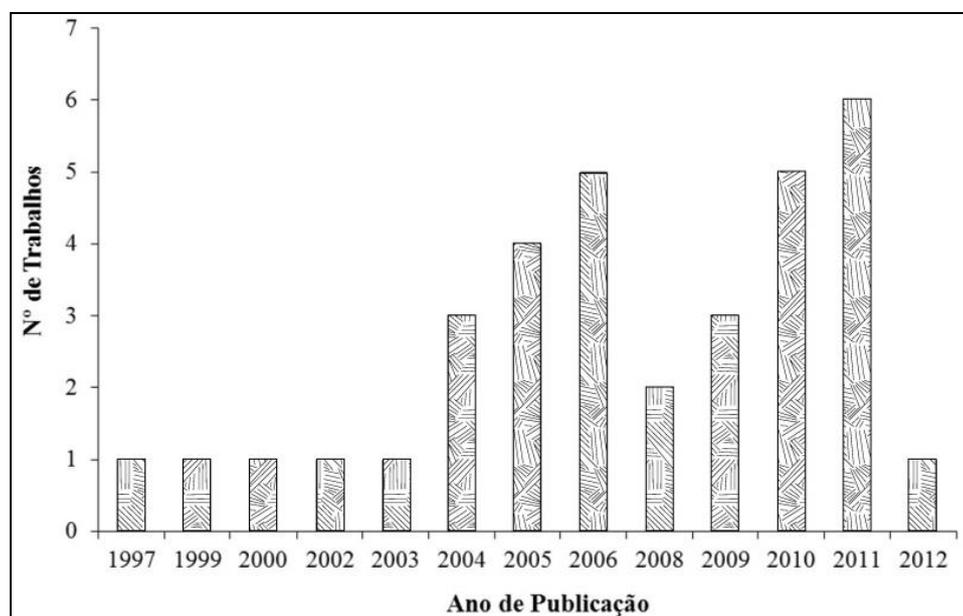


Figura 1: Quantidade de trabalhos localizados nas revistas internacionais.

De acordo com a Figura 1, o primeiro trabalho encontrado nos periódicos analisados sobre a temática foi publicado em 1997 no *Computers & Education*. O tema voltou a ser abordado no ano de 1999, tendo sido encontrados 2 trabalhos na década de 90, o que mostra o aumento da relevância que o assunto ganhou no decorrer do tempo, visto que no período de 2000 a 2012 foram publicados 33 artigos.

Percebemos um fato interessante, além do aumento do volume de publicações dos anos 2000 a 2012, que os trabalhos, embora pertencentes ao Ensino de Química,

Física e Biologia, foram publicadas em revistas que abrangem diversas áreas, como Comunicação, Ensino de Ciências, Inovação no Ensino e Tecnologia. A CSCL é multidisciplinar e pode ser aplicada a diversas áreas do conhecimento (STAHL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006). Nesse período, observamos a maior incidência de trabalhos no ano de 2011 (6 artigos), publicados em sua maior parte na revista *Computers & Education* (5 artigos).

A PRODUÇÃO E SUA DISTRIBUIÇÃO DE ACORDO COM OS NÍVEIS DE ESCOLARIDADE

Classificamos os trabalhos selecionados quanto ao nível de escolaridade de acordo com os níveis fundamental, médio, superior e geral. Para identificar o nível escolar ao qual se relacionam os trabalhos, levamos em consideração os sujeitos participantes da pesquisa e a descrição das atividades didáticas realizadas. Foram classificados na categoria geral os trabalhos que abordam os diferentes níveis escolares de forma genérica ou não específica, que não apresentaram em seus relatos direcionamento para nenhum nível escolar ou aqueles que indicavam a aplicação da proposta em mais de um nível escolar. A classificação pode ser observada na Figura 2.

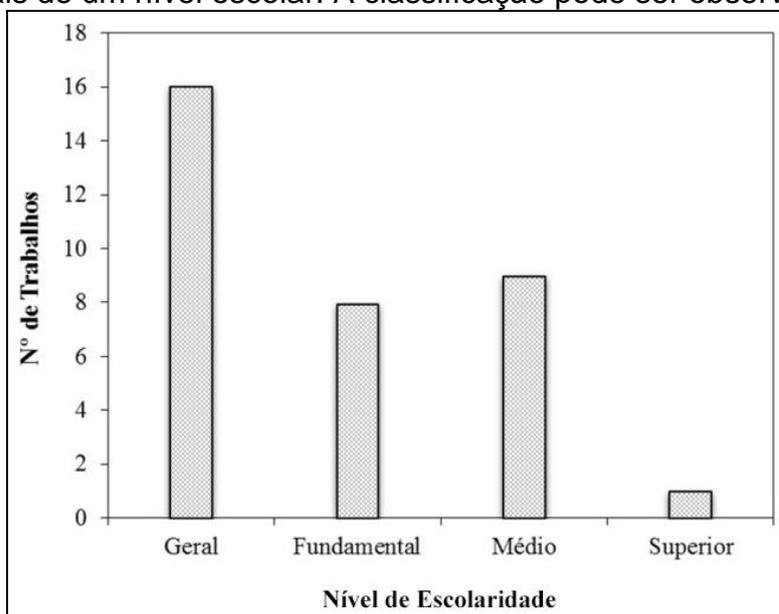


Figura 2: Distribuição dos trabalhos de acordo com os níveis de escolaridade.

A Figura 2 mostra que a maior parte das experiências reportadas com uso da CSCL foi realizada com foco no ensino em geral, sendo que dos 34 trabalhos, 16 possuem essa perspectiva, representando 47,06% do total. O elevado número de trabalhos pode ser justificado devido ao fato da CSCL ser aplicável a qualquer nível de educação, formal ou não formal, dando enfoque na aprendizagem em grupo com o auxílio do computador, visando o potencial da *Internet* como forma inovadora de conectar as pessoas (STAHL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006). Dentre os trabalhos classificados nessa categoria, diversas abordagens foram tomadas, como o desenvolvimento e teste de simulações em um ambiente virtual (TAO; GUNSTONE, 1999); a aproximação conceitual dos termos utilizados em trabalhos que envolvem a tecnologia e a educação (SEVILLA, 2000); a análise de atividades didáticas propostas por professores (LAKKALA; LALLIMO; HAKKRAINEN, 2005); o uso de tutoriais *online* no ensino (BRAVO et al., 2009); a implementação de um ambiente virtual colaborativo na *University of North Texas (UNT)* para que os alunos pudessem interagir em diversos locais, como sua casa (SWIGGER et al., 1997), entre outros.

Cabe destacar que a alta representatividade desses trabalhos se justifica pelo fato de se relacionarem ao campo abrangente das tecnologias educacionais, incluindo a criação de *sites*, *softwares*, ferramentas etc. sem especificar o nível de ensino dos estudantes que pretender alcançar, e que podem ser de interesse do público em geral (FRANCISCO; QUEIROZ, 2008).

O nível de escolaridade fundamental foi representado por 8 trabalhos, equivalente a 23,53% do total. Dentre os trabalhos classificados nessa categoria, podemos citar algumas abordagens tomadas, como a investigação das diferenças entre os grupos que se comunicam *online*, por meio da classificação deles em 4 tipos: passivo ou reticente; frequentemente fora da tarefa; participando ativamente; enfatizando o conhecimento (CHIU; HSIAO, 2010).

O nível de escolaridade médio foi representado por 9 trabalhos, equivalente a 26,47% do total. Dentre os trabalhos classificados nessa categoria, podemos citar algumas abordagens tomadas, como a análise da influência do gênero dos estudantes em seus desempenhos em atividades envolvendo CSCL (DING et al., 2011); a elaboração e aplicação de *games* colaborativos para o entendimento de eletrostática (ECHEVERRÍA et al., 2011); o desenvolvimento da habilidade de leitura e interpretação de gráficos no Ensino de Física (MITNIK et al., 2009), entre outros.

Finalmente, o nível de escolaridade superior foi representado apenas por 1 trabalho, equivalente a 2,94% do total. O trabalho localizado se refere à investigação de como duas estudantes do sexo feminino articularam seus conhecimentos na resolução de um caso disponibilizado em um ambiente baseado em casos multimídia (KANG; LUNDEBERG, 2010).

A PRODUÇÃO E SUA DISTRIBUIÇÃO DE ACORDO COM A ÁREA INVESTIGADA

No que se refere à área investigada, 14 trabalhos são pertencentes à área geral, que comporta os trabalhos que não foram direcionados para nenhuma área específica, 3 à área de Biologia, 7 à área de Ciências, 10 à área de Física e apenas 1 à área de Química, conforme ilustra a Figura 3. Cabe destacar que o trabalho de Hakkarainen e Sintonen (2002) foi classificado nas áreas de Física e Biologia, pois contou com atividades ministradas em duas disciplinas simultaneamente.

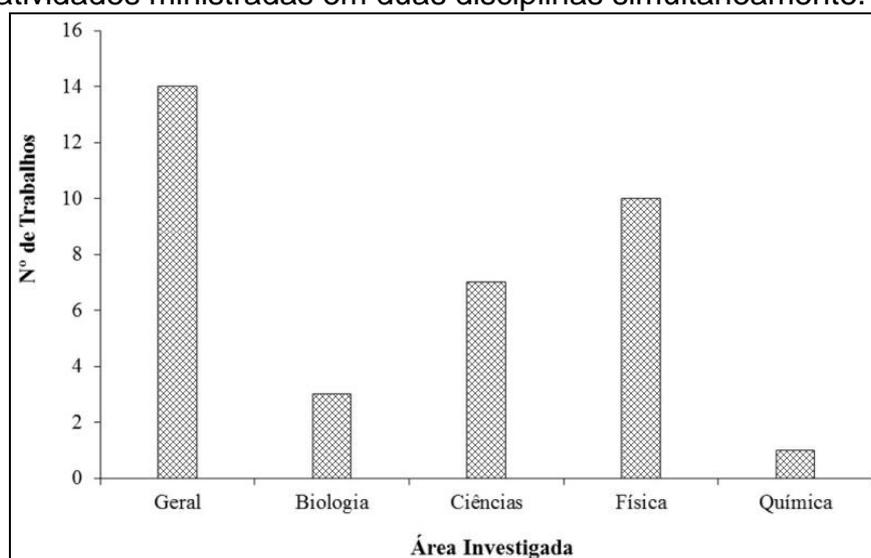


Figura 3: Distribuição dos trabalhos de acordo com a área investigada.

Percebemos por meio da análise dos dados referentes à classificação dos trabalhos de acordo com o nível de escolaridade e à área investigada, que a maioria

dos trabalhos classificados no nível de ensino geral, também são pertencentes a essa categoria em relação à área investigada (14 trabalhos), devido à interdisciplinaridade da CSCL que promove o encontro da tecnologia com outras áreas, como Psicologia, Filosofia e Pedagogia, de forma que os *designers*, desenvolvedores de *software*, teóricos em aprendizagem, cientistas da computação e até mesmo os sociólogos estejam interessados nessa área de pesquisa (LIPPONEN, 2002).

Foram encontrados 3 trabalhos relacionados à área de Biologia, 2 deles referentes ao nível de escolaridade fundamental e 1 referente ao nível médio. Em relação à área de Ciências, foram classificados 7 trabalhos, dos quais 5 são referentes ao nível de escolaridade fundamental, 1 ao nível médio e 1 geral. Na área de Física, foram classificados 10 trabalhos, dos quais 8 são referentes ao nível de escolaridade médio, 1 ao nível fundamental e 1 geral. Os resultados indicam que a temática vem sendo investigada em todas as áreas das Ciências, com a existência de trabalhos interdisciplinares que abrangem áreas distintas e envolvem o uso de tecnologia (celulares, computadores, *games* etc.) em apoio ao conhecimento.

A PRODUÇÃO E SUA DISTRIBUIÇÃO DE ACORDO COM O FOCO TEMÁTICO

A análise dos 34 trabalhos encontrados permitiu a determinação dos focos temáticos mais recorrentes, que são descritos brevemente a seguir:

- *CSCL e suas possibilidades*: trabalhos que discutem possibilidades geradas com o uso da CSCL;
- *CSCL em parceria com metodologias de ensino/recursos didáticos diversos*: trabalhos que discutem as contribuições da CSCL quando usada em parceria com metodologias de ensino/recursos didáticos diversos;
- *CSCL apresentada em perspectiva teórica*: trabalhos que apresentam considerações exclusivamente teóricas sobre a CSCL.

CSCL E SUAS POSSIBILIDADES

Dentre os 34 trabalhos internacionais, 17 tratavam de analisar as possibilidades geradas com a aplicação da CSCL.

No trabalho *The role of diagrams in collaborative argumentation-based learning* (MUNNEKE et al., 2003) são discutidas as possibilidades da CSCL na promoção ou aprimoramento da argumentação dos alunos. Para tanto, diagramas argumentativos são adicionados em uma ferramenta CSCL, como suporte para as discussões entre os estudantes. Os diagramas se assemelham a fluxogramas nos quais em cada caixa são colocados os argumentos elaborados pelos estudantes durante uma discussão sobre os organismos geneticamente modificados e os resultados indicam que o seu uso não promove necessariamente o aprimoramento da argumentação.

Nos trabalhos *The Virtual Collaborative University* (SWIGGER et al., 1997) e *Design of web-based collaborative learning environments. Translating the pedagogical learning principles to human computer interface* (RUBENS et al., 2005), por exemplo, são discutidas as possibilidades da CSCL no subsídio à realização de atividades investigativas. Estes apontam que a CSCL propicia um ambiente no qual os alunos produzem melhores respostas e por isso têm seu desempenho investigativo aperfeiçoado. Ademais, nele são desenvolvidos/aplicados *softwares* para as discussões entre os estudantes que maximizam o seu desempenho investigativo. No trabalho *Sensitivities to early exchange in synchronous computer-supported collaborative learning (CSCL) groups* (KAPUR et al., 2008) o desempenho investigativo

foi tido como sensível aos primeiros 30-40% da discussão dos estudantes durante a resolução de um problema no qual eles são colocados no papel de advogados e devem basear suas conclusões sobre um acidente de trânsito em conceitos de cinemática e leis de atrito. Uma interação desigual nesse período pode “bloquear” a participação e influenciar no desempenho do grupo.

No trabalho *Using Co-Lab to build system dynamics models: students' actions and on-line tutorial advice* (BRAVO et al., 2009) um tutor *online* é desenvolvido e implementado para a melhora do desempenho investigativo durante a resolução de um problema de Física sobre o vazamento de água em um tanque. Para tanto, o tutor identifica as dificuldades dos estudantes durante a resolução do problema e fornece conselhos para guiar a aprendizagem. No trabalho *Participation in science practices while working in a multimedia case-based environment* (KANG; LUNDEBERG, 2010) o desempenho investigativo foi relacionado ao contexto no qual a atividade se insere, durante a resolução de um caso multimídia sobre doenças infecciosas, no qual os estudantes deveriam interpretar resultados, ler e escrever textos e participar de discussões *online*.

CSCL EM PARCERIA COM OUTRAS METODOLOGIAS

Foram classificados nesse foco temático 10 trabalhos. Nos trabalhos *A framework for the design and integration of collaborative classroom games* (ECHEVERRÍA et al., 2011) e *Problem solving and collaboration using mobile serious games* (SÁNCHEZ; OLIVARES, 2011) são discutidos os usos da CSCL em parceria com jogos educativos. No trabalho primeiro deles é observado que as notas dos alunos melhoraram com o uso de um jogo para o ensino de conceitos básicos de eletrostática, como as forças de atração e repulsão entre cargas, baseados em resultados obtidos em pré-testes e pós-testes. Já no segundo trabalho os resultados apontaram que os alunos apresentaram melhora no desempenho a partir da aplicação de um jogo sobre as classes dos animais e suas espécies.

No trabalho *Group differences in computer supported collaborative learning: evidence from patterns of Taiwanese students' online communication* (CHIU; HSIAO, 2010) é discutido o uso da CSCL em parceria com os mapas conceituais, definidos como representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Para tanto, são construídos de forma colaborativa mapas conceituais acerca das relações estabelecidas em uma cadeia alimentar. Os resultados mostraram que a maior parte dos estudantes teve comportamento passivo frente à realização da atividade, enquanto os grupos que se mostraram mais engajados tiveram um melhor desempenho.

No trabalho *The nature of the discourse in web-based collaborative learning environments: case studies from four different countries* (VEERMANS; CESARENI, 2005) são discutidos os usos da CSCL em parceria com a resolução de exercícios. Neste são considerados os questionamentos feitos entre os grupos participantes de uma atividade em um museu. No trabalho *Problem solving and collaboration using mobile serious games* (SÁNCHEZ; OLIVARES, 2011) a habilidade de resolução de problemas foi aprimorada a partir da implementação de um jogo sobre as classes dos animais e suas espécies. Ainda sobre a parceria com a resolução de exercícios, no trabalho *Structured collaboration versus individual learning in solving physics problems* (HARSKAMP; DING, 2006) são resolvidos exercícios de Física por grupos colaborativos e individualmente. Os resultados mostraram que os grupos colaborativos são mais efetivos do que os estudantes que solucionaram o problema de forma

individual, mesmo quando o professor fornece dicas. Além disso, analisando os dois grupos separadamente, tanto os colaborativos quando os individuais se saem melhor quando são fornecidas dicas acerca da resolução do problema.

CSCL APRESENTADA EM PERSPECTIVA TEÓRICA

Foram classificados nesse foco temático 11 trabalhos. No trabalho *Telemática, enseñanza y ambientes virtuales colaborativos* (SEVILLA, 2000) os autores definiram os termos utilizados no mundo das telecomunicações e apresentaram sua relação com a educação e o trabalho. No trabalho *Learning and technologies, people and tools in co-ordinated activities* (SÄLJÖ, 2004) foi discutido o papel das tecnologias digitais no ensino como potenciais promotores da aprendizagem. No trabalho *Do EU funded projects enable collaboration between scientists? The case of R&D in web-based collaborative learning environments* (SCHWARZ, 2005) foi realizada uma pesquisa com o intuito de averiguar como os ambientes baseados na *web* e suas ferramentas podem contribuir para a promoção da aprendizagem colaborativa em sala de aula. No trabalho *Entornos constructivistas de aprendizaje basados em simulaciones informáticas* (BARNETO; MARTÍN, 2006) foi feito um levantamento sobre os aplicativos disponíveis na *Internet* sobre simulações orientadas para a resolução de problemas, seguido de uma proposta de uso de tais simulações para a resolução de problemas mediada por investigação orientada em sala de aula.

No trabalho *The Scalable Adapter Design Pattern: enabling interoperability between educational software tools* (HARRER et al., 2008) os autores desenvolveram e apresentaram um novo *software* que torna possível a integração de ferramentas independentes, como o *chat* e o *Fórum*, com o intuito de maximizar a aprendizagem colaborativa; no trabalho *Adaptive and intelligent systems for collaborative learning support: a review of the field* (MAGNISALIS et al., 2011) foi realizada uma revisão crítica da literatura sobre o desenvolvimento e aplicação de sistemas inteligentes para apoiar a aprendizagem colaborativa; no trabalho *Entornos virtuales colaborativos para la educación a distancia ¿Cuándo utilizar 3D?* (NEGRÓN, 2010) os autores apontaram diversas situações de aprendizagem nas quais o emprego de ambientes virtuais 3D é recomendado como forma de maximizar a aprendizagem colaborativa. No trabalho 31 foi realizada uma revisão sobre os modelos e as ferramentas existentes para dar suporte às atividades investigativas com o uso da CSCL.

Os trabalhos *Analyzing CMC content for what?* (NAIDU; JÄRVELÄ, 2006), *Content analysis: what are they thinking about?* (STRIJBOS et al., 2006) e *Content analysis schemes to analyze transcripts of online asynchronous discussion groups: a review* (WEVER et al., 2006) apresentaram considerações acerca da CSCL e a análise de conteúdo. No primeiro deles, os autores descreveram alguns esquemas e estruturas utilizados na metodologia de análise de conteúdo, entendida como a descrição e interpretação do conteúdo de um conjunto de documentos ou textos, aplicada na CMC. No segundo trabalho foram discutidas as unidades de análise adotadas nas pesquisas que envolvem a comunicação em meios eletrônicos; no terceiro trabalho foi apresentada uma revisão sobre os diferentes instrumentos empregados na análise de conteúdo em CSCL.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As formas de organização e a efetividade da CSCL têm sido objeto de estudo de diversos pesquisadores desde a década de 80. No entanto, no contexto nacional

ainda são escassas as investigações dedicadas à temática, especialmente no Ensino de Química. Ao reunirmos as informações apresentadas acerca dos 34 artigos encontrados na literatura, observamos que as publicações em periódicos internacionais se mostraram frequentes, ao passo que em periódicos nacionais a temática não foi encontrada, o que sugere uma lacuna para o desenvolvimento de pesquisas que apreciem atividades com a referida metodologia. O crescimento das publicações pode ser verificado do ano de 2004 até 2011, o que sugere uma maior aplicação de atividades que contemplam o uso da CSCL no Ensino de Ciências. Nesse sentido, ressaltamos que o presente trabalho colabora com a difusão da CSCL em âmbito nacional, mais especificamente no Ensino de Química no Ensino Superior e pode servir como inspiração para a implementação de novas estratégias, bem como a proposição de novos métodos e atividades utilizando a temática. Dessa forma, é possível se aproximar do novo modelo de aprendizagem proposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química (BRASIL, 2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNETO, A. G.; MARTÍN, M. R. G. Entornos constructivistas de aprendizaje basados em simulaciones informáticas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 304-322, 2006.

BINGIMLAS, K. A. Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: a review of literature. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 5, n. 3, p. 235-245, 2009.

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann. L.; COCKING, Rodney. R. **How people learn: brain, mind, experience and school**. Washington: National Academy Press, 2000. 384 p.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

BRAVO, C.; JOOLINGEN, W. R.; JONG, T. Using Co-Lab to build system dynamics models: students' actions and on-line tutorial advice. **Computers & Education**, v. 53, n. 2, p. 243-251, 2009.

CHIU, C-H.; HSIAO, H-F. Group differences in computer-supported collaborative learning: evidence from patterns of Taiwanese students' online communication. **Computers & Education**, v. 45, n. 2, p. 427-435, 2010.

COLL, C.; MONEREO, C. In: COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010. v. 1, p. 15-46.

DING, N.; BOSKER, R. J.; HARSKAMP, E. G. Exploring gender and gender pairing in the knowledge elaboration processes of students using computer-supported collaborative learning. **Computers & Education**, v. 56, n. 2, p. 325-336, 2011.

ECHEVERRÍA, A.; GARCÍA-CAMPO, C.; NUSSBAUM, M.; GIL, F.; VILLALTA, M.; AMÉSTICA, M.; ECHEVERRÍA, S. A framework for the design and integration of collaborative classroom games. **Computers & Education**, v. 57, n. 1, p. 1127- 1136, 2011.

FISS, D. M. L.; AQUINO, I. S. Tecnologias de informação e comunicação (TIC). Autoria colaborativa e produção de conhecimento no ensino superior. **Reflexão e Ação**, v. 21, n. 2, p. 199-226, 2013.

FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. A produção do conhecimento sobre o ensino de química nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química: uma revisão. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 2100-2110, 2008.

HAKKARAINEN, K.; SINTONEN, M. The interrogative model of inquiry and computer-supported collaborative learning. **Science & Education**, v. 11, n. 1, p.25-43, 2002.

HARRER, A.; PINKWART, N.; MCLAREN, B. M.; SCHEUER, O. The Scalable Adapter Design Pattern: enabling interoperability between educational software tools. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 1, n. 2, p. 131-143, 2008.

HARSKAMP, E. DING, N. Structured collaboration versus individual learning in solving physics problems. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 14, p. 1669-1688, 2006.

KANG, H.; LUNDEBERG, M. A. Participation in science practices while working in a multimedia case-based environment. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 9, p. 1116-1136, 2010.

KAPUR, M.; VOIKLIS, J.; KINZER, C. K. Sensitivities to early exchange in synchronous computer-supported collaborative learning (CSCL) groups. **Computers & Education**, v. 51, n. 1, p. 54-56, 2008.

LAKKALA, M.; LALLIMO, J.; HAKKARAINEN, K. Teachers' pedagogical designs for technology-supported collective inquiry: a national case study. **Computers & Education**, v. 45, n. 3, p. 337-356, 2005.

LIPPONEN, L. Exploring foundations for computer-supported collaborative learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COMPUTER SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING, 4., 2002, Boulder. **Proceedings...**New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2002, p. 72-81.

LUDVIGSEN, S. R.; MORCH, A. I. In: THE INTERNATIONAL **encyclopedia of education**. Amsterdam: Elsevier, 2010. v. 3, p. 290-296.

MAGNISALIS, I.; DEMETRIADIS, S.; KARAKOSTAS, A. Adaptive and intelligent systems for collaborative learning support: a review of the field. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 4, n. 1, p. 5-20, 2011.

MITNIK, R.; RECABARREN, M.; NUSSBAUM, M.; SOTO, A. Collaborative robotic instruction: a graph teaching experience. **Computers & Education**, v. 53, n. 2, p. 330-342, 2009.

MUNNEKE, L.; AMELSVOORT, M. V.; ANDRIESSEN, J. The role of diagrams in collaborative argumentation-based learning. **Computers & Education**, v. 39, n. 1-2, p. 113-131, 2003.

NAIDU, S.; JÄRVELÄ, S. Analyzing CMC content for what? **Computers & Education**, v. 46, n. 1, p. 96-103, 2006.

NEGRÓN, A. P. P. Entornos virtuales colaborativos para la educación a distancia ¿Cuándo utilizar 3D? **Innovación Educativa**, v. 10, n. 52, p. 25-33, 2010.

RUBENS, W.; EMANS, B.; LEINONEN, T.; SKARMETA, A.; SIMONS, R. Design of web-based collaborative learning environments. Translating the pedagogical learning principles to human computer interface. **Computers & Education**, v. 45, n. 3, p. 276-294, 2005.

SÄLJÖ, R. Learning and technologies, people and tools in co-ordinated activities. **International Journal of Educational Research**, v. 41, p. 489-494, 2004.

SÁNCHEZ, J.; OLIVARES, R. Problem solving and collaboration using mobile serious games. **Computers & Education**, v. 57, n. 3, p. 1943-1952, 2011.

SCHWARZ, B. B. Do EU funded projects enable collaboration between scientists? The case of R&D in web-based collaborative learning environments. **Computers & Education**, v. 45, n. 3, p. 375-382, 2005.

SEVILLA, J. C. L. Telemática, enseñanza y ambientes virtuales colaborativos. **Comunicar**, v. 7, n. 14, p. 191-199, 2000.

STAHL, G., KOSCHMANN, T.; SUTHERS, D. In: **CAMBRIDGE handbook of the learning sciences**. New York: Cambridge University Press, 2006. v. 1, p.409-426.

STRIJBOS, J-W.; MARTENS, R. L.; PRINS, F. J.; JOCHEMS, W. M. G. Content analysis: what are they thinking about? **Computers & Education**, v. 46, n. 1, p. 29-48, 2006.

SWIGGER, K. M.; BRAZILE, R.; LOPEZ, V.; LIVINGSTON, A The virtual collaborative university. **Computers & Education**, v. 29, n. 2/3, p. 55-61, 1997.

TAO, P-K.; GUNSTONE, R. F. Conceptual change in Science through collaborative learning at the computer. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 1, p. 39-57, 1999.

VEERMANS, M.; CESARENI, D. The nature of the discourse in web-based collaborative learning environments: case studies from four different countries. **Computers & Education**, v. 45, n. 3, p. 316-336, 2005.

WEVER, B. D.; SCHELLENS, T.; VALCKE, M.; KEER, H. V. Content analysis schemes to analyze transcripts of online asynchronous discussion groups: a review. **Computers & Education**, v. 46, n. 1, p. 6-28, 2006.

ZUCCO, C.; PESSINE, F. B. T.; ANDRADE, J. B. Diretrizes curriculares para os cursos de química. **Química Nova**, v. 22, n. 3, p. 454-461, 1999.