

Artigos científicos no ensino superior de Ciências: ênfase no ensino de Química

Luciana Massi¹, Gelson R. dos Santos² e Salete L. Queiroz³

¹Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo – São Carlos, SP, Brasil. E-mail: lu_massi@yahoo.com.br

²Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo – São Carlos, SP, Brasil. E-mail: gelsonsts@uol.com.br

³Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo – São Carlos, SP, Brasil. E-mail: salete@iqsc.usp.br

Resumo: O uso de artigos científicos por professores de química, física e biologia em cursos de graduação tem sido crescente. Estudos recentes revelam as potencialidades de tal uso no desenvolvimento de habilidades importantes para a formação dos profissionais dessas áreas. Neste trabalho identificamos, através de uma revisão da literatura, as atividades realizadas e os objetivos buscados quando artigos de literatura primária são empregados como recurso didático no ensino superior de ciências, em particular no ensino superior de química.

Palavras-chave: Ensino superior, artigos científicos, Ciências, Química.

Title: Primary research articles in undergraduate Science teaching: emphasizing Chemistry teaching

Abstract: The use of scientific articles by professors of chemistry, physics and biology in undergraduate courses is increasing. Recent studies show the potential of these texts in the development of important skills for the professional qualifications and achievements in these areas. In this work we identify, through a review of the literature, the objectives and activities employed by these authors while using the primary research articles in the teaching of higher scientific education, especially in the area of chemistry.

Keywords: Undergraduate education; primary research articles; Science; Chemistry.

Introdução e justificativa

A preocupação em associar questões de linguagem – escrita e leitura – e educação em ciências encontra-se presente em vários artigos publicados principalmente a partir das últimas décadas do século XX. Algumas das pesquisas reportadas dizem respeito ao movimento *Writing Across the Curriculum*, iniciado no Reino Unido na década de sessenta com o nome *Language Across the Curriculum Movement* que, na década de setenta, ganhou força nas instituições de ensino superior nos Estados Unidos (Lester et.al.,

2004). O movimento incentiva a implementação da escrita nas diferentes áreas disciplinares e vários autores que a ele se filiaram têm utilizado textos de natureza distinta daquela do livro didático em aulas de ciências (Rosenthal, 1987; Knabb, 1997; Alber, 2001).

A adoção de textos alternativos ao livro didático em aulas de ciências também tem sido sugerida por vários pesquisadores brasileiros. Os encontros realizados sobre as relações entre o ensino de ciências, leitura e literatura nos Congressos de Leitura, promovidos pela Associação de Leitura do Brasil, servem para mostrar o interesse por tal prática, em esfera nacional. As discussões e palestras que ocorreram nestes encontros culminaram em publicações como *Caderno Cedes 41*, intitulado *Ensino da Ciência, Leitura e Literatura*, e os livros *Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência* e *Textos de Palestras e Sessões Temáticas: III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência*. Podem ser encontrados nestas publicações artigos de Zanetic (1997) e Assis (1998), sobre a utilização de textos literário-científicos de Galileu, Kepler e Newton, com o objetivo de integrar o ensino de física à literatura universal. Entre as vantagens decorrentes desta utilização está a formação do espírito crítico dos alunos a partir do conhecimento de obras literárias influentes no campo da ciência. Almeida (1998) e Almeida e Silva (1998) propõem a utilização de textos diversificados no ensino de ciências, mais especificamente no ensino de física, com ênfase em textos de divulgação científica. Dentre as vantagens resultantes da utilização de tais textos está a possibilidade mais efetiva de constituição de um vínculo entre os estudantes e o conhecimento científico trabalhado nestes textos.

A adoção de textos alternativos em aulas de química também tem sido sugerida em trabalhos brasileiros, embora com pouca frequência. Dentre os trabalhos apresentados nos últimos nove anos nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências, promovidos pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, existem apenas dois que mencionam tal procedimento: um deles se refere à utilização de artigos científicos como recurso didático em uma disciplina de Físico-Química (Santos; Sá; Queiroz, 2005), oferecida em um curso de Bacharelado em Química, e o outro trata da leitura e discussão de um capítulo do livro da área de sociologia da ciência, escrito por Bruno Latour e Steve Woolgar, *Vida de Laboratório: A Produção dos Fatos Científicos*, por alunos matriculados em uma disciplina de comunicação científica, também oferecida em um curso de Bacharelado em Química.

Neste manuscrito temos como objetivo discutir as atividades realizadas e os objetivos buscados através da adoção de um texto alternativo ao livro didático como recurso para o ensino-aprendizagem de ciências, e em particular de química, no nível superior: o artigo científico. Para tanto, consultamos trabalhos relacionados à utilização do artigo científico em uma revista de caráter mais amplo, que publica artigos da área de educação em ciências, o *Journal of College Science Teaching* (no intervalo de novembro de 1994 a agosto de 2007), e em uma revista da área de educação em química, o *Journal of Chemical Education* (no intervalo de setembro de 1964 a agosto de 2007). Tais escolhas justificam-se pelo fato de grande parte dos artigos publicados

nestes periódicos se referir ao ensino superior, que é o nível de escolaridade tratado neste manuscrito. Ademais, ambas possuem ampla penetração internacional.

Cabe destacar que neste manuscrito consideramos como artigos científicos aqueles cuja organização é destacada pela divisão em seções – introdução, materiais e métodos, resultados e discussão – e descrevem resultados originais de uma investigação científica, conforme define Campanário (2004).

Esclarecemos ainda que optamos por enfatizar os trabalhos relacionados à área de química, por termos adotado artigos científicos como recurso didático, com sucesso, nos últimos anos no Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo (Santos; Sá; Queiroz, 2006; Santos; Queiroz, 2007), o que nos estimula a divulgar as possibilidades de utilização do material, em especial, para os professores da área.

Localizamos na revista *Journal of College Science Teaching* vinte e dois trabalhos, no intervalo de tempo mencionado, apresentados em ordem cronológica e classificados por área de conhecimento no Anexo A. Na revista *Journal of Chemical Education* localizamos, no intervalo de tempo citado, vinte e cinco trabalhos sobre o assunto em foco, apresentados em ordem cronológica e classificados por área de conhecimento no Anexo B.

Os seguintes aspectos foram destacados nos trabalhos consultados e serão discutidos nos tópicos a seguir:

- *Atividades realizadas em salas de aulas e em laboratórios de ensino com base na utilização do artigo científico;*
- *Objetivos ambicionados com a utilização do artigo científico em salas de aulas e em laboratórios de ensino.*

Acreditamos que a discussão de tais aspectos pode ser de grande valia para professores do ensino superior que desejem diversificar as suas aulas e contribuir para o desenvolvimento de importantes habilidades dos alunos de graduação da área de ciências.

Atividades realizadas em salas de aulas e em laboratórios de ensino com base na utilização do artigo científico

Embora a consulta aos trabalhos apresentados nos Anexos A e B, tenha revelado uma gama relativamente ampla de atividades realizadas em ambientes de ensino, pautadas na utilização do artigo científico, verificamos a existência de duas formas principais de utilização do mesmo no ensino superior: na primeira delas o artigo funciona principalmente como uma fonte de informação útil para a realização de atividades solicitadas aos alunos em uma determinada disciplina; na segunda o artigo é o foco do trabalho e as atividades realizadas visam desenvolver habilidades relacionadas à sua localização, leitura e interpretação, bem como à elaboração de textos em formato específico. Em outras palavras, poderíamos dizer que na primeira forma de utilização o artigo científico funciona como um coadjuvante em um

determinado processo (*utilização do conteúdo do artigo*), enquanto que na segunda forma ele desempenha o papel principal, a partir do qual as ações educativas são desencadeadas nas salas de aulas e nos laboratórios de ensino (*localização, leitura, interpretação e elaboração de textos*).

Exemplos da utilização dos artigos, na perspectiva de consideração principalmente do conteúdo neles apresentado, encontram-se em trabalhos nos quais são relatadas a elaboração de questionários e de questões de prova, cujas respostas são buscadas pelos alunos nos artigos (O'Malley, 1964; Wubbles, 1972; Parker, 1973).

O emprego de artigos científicos, com o intuito de utilização principalmente do conteúdo neles expresso, aparece também em algumas disciplinas experimentais. Na tentativa de oferecer atividades distintas daquelas nas quais os alunos executam os procedimentos apresentados nos roteiros de laboratório como se estivessem diante de "receitas" de cozinha, alguns autores sugerem que os alunos sintetizem e caracterizem compostos de coordenação (Baldwin, 2003) ou executem rotas sintéticas de química orgânica (French, 1992) através da leitura e reprodução de experimentos descritos em artigos.

Ainda considerando o primeiro tipo mais comum de utilização encontramos também trabalhos, nos quais o conteúdo do artigo serviu como subsídio para a elaboração de casos investigativos (Camill, 2000; Cornely, 1998; White III, 2001; Klemm, 2002), numa abordagem PBL – *Problem Based Learning* (Duch; Groh; Allen, 2001; Bould; Feletti, 1997).

A utilização de artigos científicos, em uma perspectiva mais ampla do que a anteriormente citada, faz parte de propostas pedagógicas, nas quais o professor ensina o aluno a localizar, ler e discutir artigos publicados em revistas científicas, bem como produzir textos e fazer apresentações orais sobre os conteúdos neles expostos. Nesse contexto, a questão da localização dos artigos científicos é tomada como foco principal em vários trabalhos e em alguns deles são descritos cursos especificamente voltados para o desenvolvimento da habilidade de pesquisa bibliográfica dos graduandos (Epling; Franck, 1979; Chisman, 1998). Com relação à leitura e interpretação de artigos científicos, alguns autores sugerem maneiras eficazes para a sua realização (Drake; Acosta; Smith Jr., 1997; Herman, 1999). Existem também vários trabalhos voltados para a questão da escrita científica, nos quais são descritos cursos que tratam sobre técnicas de redação científica e, especificamente, de redação de textos no formato de artigos científicos (Rice, 1998; Kroen, 2004). Alguns deles relatam a solicitação aos alunos da elaboração de textos dessa natureza, a partir de conteúdos presentes em artigos publicados em revistas científicas. Alguns cursos de escrita científica incluem a elaboração, orientada pelo professor, de resumos de artigos lidos pelos alunos e também de apresentações orais e de painéis (Bowyer; Kaydos, 1997; Houde, 2000; Rossi, 1997).

Em vários trabalhos anteriormente mencionados, as atividades propostas incluíam discussões em grupo. A modalidade de trabalho em grupo mais frequentemente adotada foi o *jigsaw* (Barbosa; Jófili, 2004), na qual o material

sob investigação é dividido em pequenas partes e cada membro do grupo é designado a estudar apenas uma parte. Os alunos de grupos originais diferentes, mas que foram designados a estudar a mesma parte, estudam e discutem seus materiais juntos. Depois da discussão, cada aluno retorna ao seu grupo de origem e ensina sua parte para os outros membros. O esquema de formação dos grupos encontra-se ilustrado na figura 1.

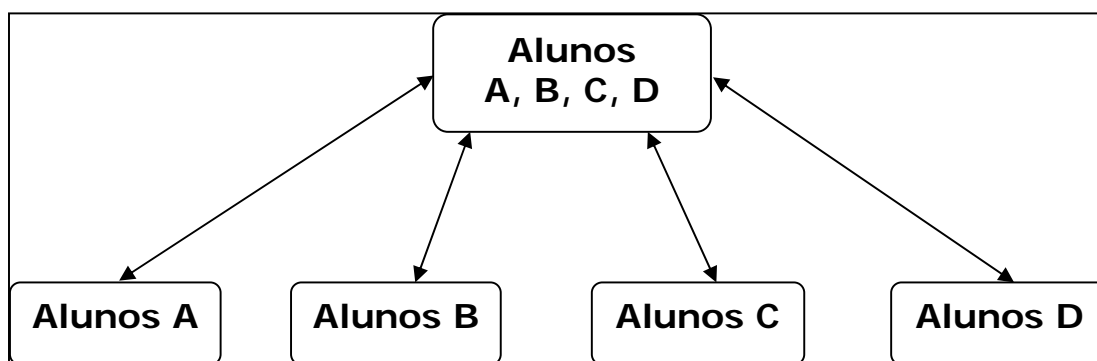


Figura 1.- Esquema de formação de pequenos grupos de discussão pelo método *jigsaw* (Barbosa; Jófili, 2004). Existe apenas um grupo de origem, que é formado por alunos A, B, C e D. Existem quatro sub-grupos, que são formados por alunos A, B, C ou D. As setas indicam a movimentação dos alunos nos grupos: todos são provenientes do grupo de origem e a ele retornam, na etapa final da atividade.

Objetivos ambicionados com a utilização do artigo científico no ensino superior de ciências

Os objetivos ambicionados com a realização das atividades acima descritas englobam:

- *O ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos de disciplinas dos cursos de graduação;*
- *O aperfeiçoamento de habilidades de comunicação oral e escrita dos alunos em linguagem científica;*
- *A familiarização dos alunos com a literatura primária (localização e reconhecimento de características principais);*
- *O entendimento dos alunos sobre o processo de construção da ciência e a familiarização com as atividades de pesquisa científica.*

Dentre os trabalhos localizados destacam-se aqueles que privilegiam o ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos de uma determinada disciplina, o aperfeiçoamento de habilidades de comunicação em linguagem científica e a familiarização dos alunos com a literatura primária. Em quantidade menor são encontrados trabalhos que priorizam o entendimento dos alunos sobre o processo de construção da ciência e a sua familiarização com atividades de pesquisa científica. Cabe salientar que, embora alguns trabalhos destaquem a intenção de alcançar apenas um dos objetivos acima citados (que se constitui no seu foco principal), outros apresentam mais de um

objetivo, possuindo, portanto, além do foco principal, um ou mais focos secundários. A classificação dos trabalhos, apresentados nos Anexos A e B, de acordo com os objetivos buscados com a utilização do artigo científico, encontra-se na tabela 1. Ressaltamos que alguns trabalhos aparecem em mais de uma classificação, pois, como mencionamos anteriormente, apresentam mais de um objetivo (possuem foco principal e foco(s) secundário(s)).

Objetivos buscados com a utilização do artigo científico	Número do trabalho de acordo com o Anexo A (classificação do foco)	Número do trabalho de acordo com o Anexo B (classificação do foco)
Ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos de disciplinas dos cursos de graduação	2(FS), 3(FS), 9(FS), 10(FP), 14(FS), 16(FP), 17(FP), 19(FS)	1(FP), 2(FP), 3(FP), 6(FP), 8(FP), 9(FP), 10(FS), 14(FP), 16(FS), 19(FP), 20(FS), 21(FS), 22(FS), 24(FP), 25(FP)
Aperfeiçoamento de habilidades de comunicação oral e escrita em linguagem científica	2(FS), 4(FS), 5(FP), 9(FS), 10(FS), 11(FP), 14(FS), 15(FP), 20(FP), 22(FP)	5(FP), 7(FS), 8(FS), 9(FS), 11(FP), 13(FS), 15(FP), 16(FP), 17(FS), 18(FS), 19(FS), 20(FP), 21(FS), 22(FS), 23(FP), 25(FS)
Familiarização com a literatura primária (localização e reconhecimento de características principais)	1(FP), 2(FS), 3(FP), 4(FS), 5(FS), 6(FS), 7(FP), 8(FP), 12(FP), 14(FS), 18(FP), 19(FP), 21(FP)	2(FS), 3(FS), 4(FP), 6(FS), 7(FP), 9(FS), 10(FP), 12(FP), 13(FS), 15(FS), 17(FP), 20(FS), 21(FP), 22(FP), 23(FS), 24(FS), 25(FS)
Entendimento sobre o processo de construção da ciência e a familiarização com as atividades de pesquisa científica	1(FS), 2(FP), 4(FP), 6(FP), 9(FP), 11(FS), 13(FP), 14(FP), 15(FS)	8(FS), 10(FS), 13(FP), 17(FS), 18(FP)

Tabela 1.– Classificação dos trabalhos apresentados nos Anexos A e B de acordo com os objetivos buscados com a utilização do artigo científico. O foco primário e o(s) foco(s) secundário(s) de cada trabalho encontram-se indicados pelas abreviações FP e FS, respectivamente.

A seguir discutimos alguns dos trabalhos localizados, de acordo com os principais objetivos neles apresentados.

- *Trabalhos nos quais o artigo científico é utilizado visando, principalmente, o ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos de disciplinas dos cursos de graduação*

O primeiro trabalho que trata da utilização de artigos da literatura primária em cursos de graduação em química foi publicado na década de sessenta, por O'Malley (1964). O autor, com o intuito de deixar clara aos estudantes a relação existente entre o conteúdo de química ensinado em sala de aula e o conhecimento gerado a partir das pesquisas na área, propôs que resolvessem problemas em uma disciplina de Química Geral, formulados com base em

informações extraídas de artigos científicos. No referido trabalho foram apresentados trinta e seis problemas relacionados a vários tipos de cálculos químicos (composição percentual, fórmula empírica, gases ideais etc) e, ao final de cada um deles, foram indicadas referências que conduziam o leitor aos artigos científicos com os quais os problemas estavam relacionados.

A aplicação de avaliações com questões baseadas no conteúdo de artigos científicos foi a maneira encontrada por Wubbels (1972) e por Burness (1996) para aliar o conteúdo presente nos artigos científicos ao aprendizado de química. As avaliações foram aplicadas em disciplinas de Química Orgânica e Química Geral, respectivamente. Wubbels (1972) sugeriu que o sucesso da atividade depende das características dos artigos disponibilizado como referência, sendo os artigos que apresentam conteúdos compreensíveis e relevantes para os alunos, os mais desejáveis. Burness (1996) destacou a boa aceitação do novo formato de avaliação por parte dos alunos e observou que as médias das notas por eles alcançadas nesse tipo de avaliação foram praticamente as mesmas, se comparadas às médias alcançadas em exames convencionais. Em contrapartida, apontou a dificuldade na obtenção de artigos científicos com conteúdos condizentes com alguns dos tópicos ministrados.

Parker (1973), por sua vez, descreveu as características de uma disciplina de Análise Instrumental, na qual o oferecimento semanal de questões extraídas de artigos científicos aos alunos era uma prática comum. Porém, frisou que o lado negativo da aplicação dessa prática era a excessiva dedicação exigida por parte do professor, responsável pela busca de artigos relacionados ao tópico estudado em uma determinada semana e por propiciar situações que levassem os alunos a adquirir outras informações para a discussão de um determinado assunto em sala de aula.

Camill (2000) e Cornely (1998) solicitaram aos alunos a resolução de casos investigativos (Sá; Francisco; Queiroz, 2007), elaborados a partir de conteúdos presentes em artigos científicos publicados em periódicos como o *Journal of Pediatrics* e o *Soil Science Society of America Journal*, na tentativa de favorecer a compreensão a respeito de alguns conceitos ministrados em disciplinas de Biologia Ambiental e Bioquímica, respectivamente. Ambos avaliaram a performance dos alunos tomando por base textos por eles produzidos sobre a resolução dos casos.

Assim como O'Malley (1964) e Parker (1973), Levine (2001) elaborou questões baseadas no conteúdo de artigos científicos e as aplicou no contexto de uma disciplina de Genética Molecular. No entanto, a estratégia por ela sugerida difere das anteriormente citadas devido a duas peculiaridades: a autora fez a edição dos artigos trabalhados, removendo alguns detalhes técnicos, de modo que os estudantes se dedicassem apenas à leitura e discussão das seções de metodologia, resultados e conclusões. Além disso, por se tratar de uma atividade que priorizava a compreensão dos conceitos básicos presentes nos artigos, foi empregada para a condução das discussões a abordagem *jigsaw* (Barbosa; Jófili, 2004). Os artigos selecionados, publicados nos últimos cinquenta anos, traziam em seu bojo experimentos, hipóteses e

conclusões que se mostraram cruciais para o estabelecimento da área em foco. As suas leituras e discussões, segundo Levine, facilitaram o entendimento dos alunos sobre o conteúdo ministrado na disciplina.

No que diz respeito à utilização de artigos científicos em aulas práticas, destacamos o trabalho de Baldwin (2003). A necessidade do oferecimento de um curso de laboratório que proporcionasse a aquisição de novos conhecimentos, a partir de outros já adquiridos anteriormente, levou-o a propor uma disciplina de Química Inorgânica Experimental que colocou os estudantes em contato com uma série de técnicas experimentais de síntese, separação e métodos físicos de caracterização de compostos inorgânicos. O contexto desejado pelo autor foi criado a partir da solicitação aos estudantes da reprodução de experimentos extraídos de artigos publicados no *Journal of the American Chemical Society*. Para a realização dos experimentos os alunos sintetizaram, caracterizaram e avaliaram a reatividade e as propriedades físicas de complexos metálicos que se destacam pelas suas propriedades químicas. Baldwin (2003) concluiu que, embora a atividade tenha sido bem sucedida na abordagem de conteúdos da disciplina de Química Inorgânica, a incorporação à estratégia de uma aula na qual sejam discutidas as características inerentes à linguagem presente no artigo científico deve ser considerada em iniciativas futuras, com o intuito de facilitar a execução das tarefas solicitadas aos estudantes.

- *Trabalhos nos quais o artigo científico é utilizado visando, principalmente, o aperfeiçoamento de habilidades de comunicação oral e escrita dos alunos em linguagem científica*

O desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita em linguagem científica é frequentemente mencionado na literatura como importante para a formação de graduandos da área de ciências (Queiroz, 2001; Oliveira; Queiroz, 2007). A recomendação de que haja exposição dos alunos a situações semelhantes àsquelas vivenciadas pelos cientistas, seja através da confecção e apresentação de painéis sobre um determinado assunto, seja através da confecção de slides e apresentação oral em eventos científicos (reais ou simulados, no contexto de algumas disciplinas), pode ser encontrada em vários trabalhos (Tilstra, 2001; Henderson; Busing, 2001). Nessa perspectiva, alguns autores sugerem que os conteúdos presentes nos artigos científicos podem servir de base para tais apresentações. Bowyer e Kaydos (1997), por exemplo, ministram uma disciplina na qual os alunos apresentam seminários pautados em artigos científicos. As atividades realizadas na disciplina têm como objetivo, principalmente, aprimorar as habilidades anteriormente mencionadas, embora também aproximem os estudantes da literatura primária em química e estimulem discussões acerca do conteúdo dos artigos científicos e das estratégias de pesquisa adotadas na aquisição e discussão dos dados.

Houde (2000) relatou uma atividade desenvolvida em uma disciplina de Comportamento Animal, na qual os alunos leram artigos científicos e, em seguida, fizeram apresentações orais sobre os seus conteúdos, em uma

espécie de simpósio, simulando situações vivenciadas em um encontro profissional. O objetivo foi motivar o alunado a ler e a entender os artigos científicos, de forma a comunicar tais informações aos colegas, promovendo o aprimoramento das suas habilidades de comunicação oral e proporcionando também a prática de leitura científica. Segundo a autora, a atividade alcançou os objetivos propostos e, de uma maneira geral, a avaliação dos alunos mostrou que a atividade os havia auxiliado na quebra de algumas barreiras antes existentes, no que diz respeito à apresentação de seminários e ao desenvolvimento dos seus próprios projetos de pesquisa.

Tendo em vista o aprendizado de alunos do primeiro ano de graduação em química de aspectos relacionados à escrita de um relatório experimental, Tilstra (2001) sugeriu que artigos científicos, extraídos do *Journal of the American Chemical Society*, fossem empregados como modelo na confecção dos relatórios, produzidos em uma disciplina de Química Geral. Uma série de atividades relacionadas a técnicas de escrita em linguagem científica foi oferecida aos estudantes durante o período letivo. Em contrapartida, o grau de exigência a respeito da confecção dos relatórios experimentais mostrou-se crescente neste período. Inicialmente, os relatórios demandavam uma descrição dos procedimentos realizados em laboratório. Em seguida, a classificação e a organização dos dados experimentais de modo apropriado eram exigidas, incorporando, num estágio posterior, informações mais elaboradas a respeito dos resultados e discussões. Como resultado da aplicação da estratégia, Tilstra (2001) destacou o fato de muitos estudantes terem passado a utilizar as instruções que lhes foram oferecidas na disciplina de Química Geral também na confecção de relatórios de outras disciplinas experimentais. Em especial, os alunos demonstraram uma mudança significativa na forma de apresentação dos relatórios, no que diz respeito à linguagem utilizada para a descrição e discussão de dados obtidos nas aulas de laboratório.

Levando em conta elementos citados em trabalhos anteriores sobre o aperfeiçoamento de habilidades de escrita científica no ensino superior de química, Paulson (2001) relatou as características de uma disciplina que envolveu buscas na literatura sobre artigos que tratassem de um determinado tópico, a ser selecionado pelos alunos, dentre vários sugeridos pelo professor. Visando o desenvolvimento das habilidades de comunicação, foi solicitada aos alunos a escrita de resumos sobre um artigo de revisão e sobre um artigo científico, relacionados ao tópico escolhido. Paulson (2001) relatou que, a princípio, os alunos reclamaram da grande quantidade de trabalho que as atividades demandaram em relação ao número de créditos oferecidos. Entretanto, muitos alunos egressos se pronunciaram a favor da disciplina, relatando os benefícios da mesma no desenvolvimento de suas atividades profissionais.

A preocupação com a dificuldade que muitos estudantes concluintes dos cursos de graduação em ciências têm em interpretar e comunicar os seus resultados de pesquisa, mesmo após já terem cursado disciplinas experimentais que exigem a redação de vários relatórios, impulsionou Kroen

(2004) à realização de um projeto, aplicado no contexto de uma disciplina de Limnologia. No projeto ocorreu a simulação do processo de produção de um artigo científico: os estudantes interpretaram dados, construíram gráficos e produziram um texto, nos moldes exigidos pelo periódico *Limnology and Oceanography*, concernentes a resultados extraídos de análises sobre a qualidade da água de um determinado rio. Estes textos foram revisados pelos próprios estudantes, em um sistema de avaliação por pares (*peer-review*), que costuma ser realizada com freqüência na academia. Como resultado, o autor revelou que a maioria dos estudantes se manifestou a favor da atividade, no que diz respeito à sua contribuição na melhora do entendimento sobre o processo de escrita de um artigo.

- *Trabalhos nos quais o artigo científico é utilizado visando, principalmente, a familiarização dos alunos com a literatura primária (localização e reconhecimento de características principais)*

É amplamente reconhecida a necessidade do oferecimento, durante o curso de graduação em ciências, de condições que façam com que os alunos se desloquem de uma posição de completa dependência com relação ao livro didático para uma outra posição que os capacite a procurar informações nas fontes primárias da área e criticá-las (Epling; Franck, 1979). Essa preocupação é compreensível, uma vez que as informações contidas nessas fontes são inestimáveis para a resolução de muitos dos problemas que os alunos terão que enfrentar na carreira profissional, especialmente se optarem pela carreira acadêmica. Ações que podem facilitar esse processo de transição incluem a implementação na grade curricular de projetos/disciplinas que treinem os estudantes nas tarefas de busca e localização de documentos que reportam resultados originais de pesquisa e os torne conscientes das peculiaridades da linguagem e do formato adotados pelos autores na redação destes documentos.

Tendo em vista o desenvolvimento das habilidades de busca e localização de fontes primárias dos alunos, Epling e Franck (1979) aplicaram uma estratégia em disciplina de Química Orgânica. Em uma primeira etapa foi programada uma visita dos alunos à biblioteca da universidade, com o objetivo de familiarizá-los com o local onde os periódicos se encontravam. Logo em seguida, cada aluno tomou conhecimento da fórmula estrutural de um composto orgânico, sobre o qual deveria buscar o maior número possível de artigos publicados. A atividade final da disciplina consistiu na entrega de um relatório contendo a bibliografia completa dos artigos relevantes localizados sobre o composto e a descrição das relações existentes entre esses artigos. Segundo Epling e Franck (1979), a estratégia suscitou comentários animadores por parte dos alunos a respeito da sua relevância, uma vez que muitos deles relataram que passaram a perceber melhor a existência da infinidade de informações e detalhes sobre compostos químicos que estão disponíveis na literatura primária.

A proposta apresentada por Sherman (1988) foi aplicada junto a alunos ingressantes no curso de química e visava desenvolver tanto as suas

habilidades de busca e localização de artigos científicos, quanto o entendimento no que diz respeito à estruturação do artigo científico. Sherman (1988) solicitou a confecção de um trabalho, que deveria ser entregue no final do semestre, baseado na localização, leitura e crítica de um artigo da área de bioquímica, publicado em periódico que se encontrasse disponível na biblioteca da instituição onde os alunos estavam matriculados. No início do semestre foram discutidas algumas características do artigo científico, ocorrendo o primeiro contato dos alunos com esse tipo de literatura. Com base no trabalho apresentado pelos alunos – composto por uma seção *background*, onde descreveram os princípios básicos envolvidos no tópico abordado pelo artigo; um resumo do artigo e opinião crítica acerca do artigo – Sherman (1988) verificou que as críticas dos estudantes refletiam a falta de experiência dos mesmos na leitura desse tipo de texto. No entanto, considerou a atividade como relevante, uma vez que os estudantes tiveram que recorrer a diversas fontes de informação para a sua realização.

Drake e colaboradores (1997) desenvolveram um método, denominado de Método Japonês *Kenshu*, com o objetivo de auxiliar os alunos no ganho de confiança no trabalho de leitura, entendimento e utilização da informação contida no artigo científico. Nessa abordagem, os alunos analisam detalhadamente a forma como os dados e os resultados são reportados pelos membros da comunidade científica. Os autores recomendam que, inicialmente, sejam utilizados artigos que contenham informações de fácil compreensão e que a complexidade, no que diz respeito ao formato e às informações contidas no artigo, seja crescente. Selecionado o artigo, o método *Kenshu* demanda as seguintes etapas: (i) dividir o artigo em seções; (ii) ler e discutir cada seção com um estudante mais experiente na área em foco; (iii) traduzir cada uma das seções discutidas (para artigos de língua estrangeira); (iv) escrever um resumo sobre o conteúdo do artigo, apresentando gráficos e tabelas mais importantes; (v) apresentar os aspectos mais relevantes do artigo em um mini-simpósio. Para cada seção, o método sugere instruções para a leitura do artigo científico e espera-se que os alunos extraiam o máximo de informações contidas no artigo para o entendimento do trabalho como um todo. Os autores concluíram que o método é eficaz para aprimorar a prática do uso da literatura primária.

Com o intuito de encontrar instrumentos capazes de despertar a atenção dos estudantes para características peculiares da linguagem científica e para o papel importante que o seu domínio pode ter na carreira de um cientista, Moore (1994) analisou um dos mais importantes artigos científicos já escritos, *A Structure of Deoxyribonucleic Acid*, publicado por James Watson e Francis Crick, em 1953, na revista *Nature*, sobre a estrutura do DNA. A sua análise o fez concluir que o tremendo impacto causado pelo artigo de James Watson e Francis Crick foi devido, em grande parte, à maneira como os dados foram apresentados e discutidos. Assim, na visão de Moore (1994), o artigo pode ser utilizado em aulas de ciências para evidenciar a importância da retórica na criação de argumentos que produzam a “verdade” científica. A conveniência no uso do artigo, segundo Moore (1994), também se deve aos seguintes

aspectos: não traz dados experimentais (Watson e Crick oferecem uma solução teórica para o problema estudado, com base em dados experimentais produzidos por outros cientistas); é conciso (não se verifica a ocorrência de palavras ou idéias desnecessárias); cita apenas artigos que se relacionam com a problemática em foco (são mencionados apenas seis trabalhos); é de fácil leitura.

A estratégia proposta por Kuldell (2003) vincula a leitura e discussão de artigos científicos a atividades experimentais desenvolvidas em uma disciplina de Genética Molecular. Os alunos leram e discutiram três artigos científicos extraídos das revistas *Cell* e *Science*. Nas discussões, conduzidas no formato *jigsaw* (Barbosa; Jófili, 2004), foram analisados os dados apresentados nos artigos e destacados aspectos técnicos da escrita científica, sobretudo no que diz respeito às diferentes formas de apresentação do saber científico, exemplificado a partir da discussão da estrutura das publicações das revistas *Cell* e *Science*. Esta última tem formato diferenciado de apresentação dos seus artigos em relação à primeira revista, não apresentando a divisão tradicional em seções. A discussão foi benéfica aos estudantes, pois fez com que percebessem a existência de formatos distintos para publicação científica. A autora concluiu que os trabalhos realizados na disciplina contribuíram para desmistificar o processo de leitura do artigo científico pelos alunos e os auxiliou na produção dos seus relatórios.

- *Trabalhos nos quais o artigo científico é utilizado visando, principalmente, a familiarização dos alunos com o processo de construção da ciência e com as atividades de pesquisa científica*

O ensino de ciências tradicionalmente caracterizou-se por enfatizar o produto final da atividade científica (fatos, conceitos, teorias, modelos, leis etc) e não o processo através do qual os cientistas conseguiram produzir tais conhecimentos. No entanto, conforme afirmam Flick e Lederman (2004), parece existir forte concordância acerca de pelo menos um dos objetivos da instrução científica: o desenvolvimento de um entendimento adequado da natureza da ciência. Essa concordância se reflete na ampla literatura a respeito (Ryder; Leach; Driver, 1999; Lakin; Wellington, 1994; Roth; Lucas, 1997; Shapiro, 1989). Acredita-se que o conhecimento sobre a forma como os cientistas trabalham pode tornar os indivíduos mais críticos e engajados na discussão de questões que trazem em seu bojo julgamentos sobre a ciência.

Nesse sentido, alguns autores têm visto o artigo científico como um instrumento capaz de fomentar discussões a respeito do processo de construção da ciência (Campanario, 2004; Santos; Sá; Queiroz, 2006). No entanto, poucos trabalhos fazem uso do artigo científico visando este propósito. Choe e Drennam (2001) descreveram a aplicação de uma estratégia de ensino, em uma disciplina de Ciências Ambientais, que envolveu a leitura e discussão de artigos científicos por meio da abordagem *jigsaw* (Barbosa; Jófili, 2004). Foram disponibilizados aos alunos diferentes artigos científicos que tratavam de um mesmo assunto, sendo que cada um deles apresentava uma conclusão diferente: coube aos estudantes discutir e compartilhar o

entendimento dos diversos pontos de vista expressos pelos cientistas. Choe e Drennam (2001) apontaram como sendo importante a discussão gerada a partir de artigos científicos, uma vez que nele o conhecimento científico é apresentado de uma maneira distinta daquela usualmente presente no livro didático, que não costuma possibilitar questionamento a respeito do processo de construção da ciência.

Rossi (1997), com o objetivo de discutir como se dá o progresso da ciência, propôs uma atividade em uma disciplina de Química Orgânica na qual foi solicitada aos alunos a escrita de um documento que relatasse o desenvolvimento de uma determinada área de pesquisa em química. Os alunos foram orientados a localizar o artigo original no qual foram publicadas as primeiras informações sobre a pesquisa em foco e, em seguida, a localizar alguns trabalhos citados nesse artigo. Dessa forma, pretendia-se apurar o que motivou, inicialmente, o(os) pesquisador(es) a executar tal trabalho, delineando o modo pelo qual o tema foi sendo desenvolvido em publicações subseqüentes e, posteriormente, se transformou em base para a pesquisa de outros cientistas. Segundo Rossi (1997), muitos alunos reconheceram a atividade como a melhor parte da disciplina, apesar de terem admitido o excesso de trabalho requerido para a sua execução. Além disso, o autor percebeu que eles passaram a reconhecer melhor a importância que há no fato dos pesquisadores incorporarem em suas pesquisas outros trabalhos já realizados em suas áreas, pois isto sinaliza o reconhecimento do caráter colaborativo do progresso científico.

A familiarização dos estudantes com as atividades de pesquisa científica é apontada por vários pesquisadores como de primordial importância para a formação dos graduandos de ciências (Queiroz; Almeida, 2004; Ball et. al., 2004; Hutchinson; Atwood, 2002). Essa familiarização pode ocorrer a partir da atuação como alunos de iniciação científica em laboratórios de pesquisa. No entanto, considerando que a atividade de iniciação científica não é uma prática universalmente adotada e acessível a todos os estudantes, a utilização do artigo científico é sugerida por alguns autores como uma alternativa para o estabelecimento de uma ponte entre as atividades realizadas em sala de aula e as atividades de pesquisa científica.

Stukus e Lennox (1995) desenvolveram, em uma disciplina de Microbiologia Geral, um componente investigativo que incorporou as várias recomendações de estudos anteriores acerca da familiarização dos estudantes com o processo de pesquisa científica. Nessa abordagem, a elaboração e execução de um projeto de pesquisa por parte dos alunos durante o semestre escolar foram realizadas, sendo esse projeto relacionado com o conteúdo da disciplina ministrada. No final do semestre, pediu-se aos estudantes que produzissem um relatório no formato de artigos científicos publicados na revista *Applied and Environmental Microbiology*, expondo os resultados alcançados.

Considerando a importância do bom entendimento das atividades de um cientista, a partir da vivência dessas situações, McGraw (1999) apresentou em seu trabalho, desenvolvido em uma disciplina experimental de Biologia, uma

abordagem diferenciada que se mostrou eficiente para tornar os estudantes aptos a entenderem as tarefas, satisfações e até mesmo as frustrações decorrentes do dia-a-dia da carreira de um pesquisador da área de ciências biológicas. Tal abordagem enfatiza a utilização de artigos científicos como modelos a serem seguidos no estágio da atividade no qual o aluno submete um projeto de pesquisa que deve conter citações de artigos científicos relevantes, o que, na opinião do autor, sugere um projeto bem fundamentado.

Com o objetivo de integrar o aprendizado em sala de aula com os projetos individuais que os alunos desenvolvem em suas atividades de iniciação científica Schildcrout (2002) elaborou algumas atividades que foram aplicadas em uma disciplina de Metodologia de Pesquisa. Os alunos são apresentados, por exemplo, a definições de pesquisa e a critérios para identificarem o que é ou não é pesquisa. Espera-se que eles apliquem tais critérios na análise de artigos científicos, de teses e também das suas próprias propostas de pesquisa. Schildcrout (2002) ressaltou que, participando das atividades oferecidas na disciplina, os alunos se beneficiaram de um melhor entendimento de aspectos ligados ao trabalho de iniciação científica.

Darling (2001) também relatou as características de uma disciplina sobre Comportamento Animal, na qual buscou integrar projetos independentes de pesquisa dos alunos com as atividades do curso por ele ministrado, que tem como objetivo propiciar aos estudantes a autonomia necessária que eles precisam para a condução dos seus projetos. Como parte das atividades da disciplina, os alunos foram conduzidos à leitura e discussão de artigos científicos originais da área para, em seguida, discutir os métodos experimentais e os procedimentos de testes de hipóteses usados pelos pesquisadores. A análise dos pontos fortes e fracos descritos nos métodos apresentados nos artigos foi feita com cuidado especial.

Considerações finais

O emprego de artigos científicos como recurso didático em disciplinas de cursos de graduação da área de ciências vem crescendo substancialmente nos últimos anos. Tal tendência está estreitamente relacionada com a atual facilidade de acesso a esses artigos (muitos deles disponíveis gratuitamente e *on-line*) e com a ênfase que tem sido dada em vários países à necessidade de implementação de estratégias de ensino que conduzam a uma aprendizagem significativa (Novak, 1984) e cooperativa (Barbosa; Jófili, 2004) por parte dos alunos e a uma compreensão do processo de construção da ciência (Flick; Lederman, 2004).

Com o intuito de contribuir com elementos que possam vir a fomentar a adoção do artigo científico (como ferramenta didática) nas instituições de ensino superior reunimos e discutimos aqui vários trabalhos que apontam para um amplo leque de possibilidades de sua utilização. Acreditamos que os professores interessados em adicionar o artigo científico ao rol dos recursos que apóiam as suas ações em salas de aula e em laboratórios de ensino encontrarão importantes subsídios nesse manuscrito.

Por fim, chamamos atenção para o fato de que nenhum dos artigos citados nos Anexos A e B se pauta em referenciais teóricos para subsidiar a análise dos resultados obtidos a partir da aplicação das propostas de ensino neles relatadas. São ainda raros os trabalhos que analisam a utilização de artigos científicos como recurso didático a partir de tal perspectiva (Santos; Queiroz, 2007). Acreditamos que a adoção mais freqüente de referenciais teóricos em trabalhos dessa natureza poderia vir a contribuir com elementos importantes para a melhoria do ensino de ciências no nível superior.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Processo nº 03/06107-0) e ao CNPq (Processo nº 306077/2006-0) pelo auxílio financeiro.

Referências bibliográficas

Alber, M. (2001). Creative writing and chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78, 478-480.

Almeida, M.J.P.M. (1998). O texto escrito na educação em física: enfoque na divulgação científica. In: Almeida, M.J.P.M. e H.C. Silva (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência* (pp. 53-68). Campinas: Mercado de Letras (Leituras no Brasil).

Almeida, M.J.P.M. e H.C. Silva (1998). Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. In: Almeida, M.J.P.M. e H.C. Silva (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência* (pp. 131-162) Campinas: Mercado de Letras (Leituras no Brasil)

Assis, A.K.T. (1998). Newton e suas grande obras: o Principia e a Óptica. In: Almeida, M.J.P.M. e H.C. Silva (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência* (pp. 37-52). Campinas: Mercado de Letras (Leituras no Brasil)

Baldwin, M.J. (2003). A literature-based, one-quarter inorganic chemistry laboratory course. *Journal of Chemical Education*, 80, 307-310.

Ball, D.B., Wood, M., Lindsley, C., Mollard, P., Buzard, D.J., Vivian, R., Mahoney, M. e B.R. Taft (2004). Research, teaching and professional development at a comprehensive university. *Journal of Chemical Education*, 81, 1796-1800.

Barbosa, R.M.N. e Z.M.S. Jófili (2004). Aprendizagem colaborativa de química – parceria que dá certo. *Ciência & Educação*, 10, 55-61.

Bould, D. e G. Feletti (1997). *The challenge problem of problem based learning*. London: Cogan Page.

Bowyer, W.J. e J.A. Kaydos (1997). A novel format for seminar during the senior year of the college chemistry curriculum. *Journal of Chemical Education*, 74, 184-185.

Burness, J.H. (1996). A general chemistry final exam based on the chemical literature. *Journal of Chemical Education*, 73, 1120-1122.

Camill, P. (2000). Using journal articles in an environmental biology course. Wetland ecosystems: valuable natural habitat or real estate goldmine. *Journal of College Science Teaching*, 30, 38-43.

Campanario, J.M. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 365-378.

Chisman, J. (1998). Introducing college students to the scientific literature and the library. *Journal of College Science Teaching*, 28, 39-42.

Choe, S.W.T. e P.M. Drennan (2001). Analyzing scientific literature using a jigsaw group activity. Piecing together student discussions on environmental research. *Journal of College Science Teaching*, 30, 328-330.

Cornely, K. (1998). The use of case studies in an undergraduate biochemistry course. *Journal of Chemical Education*, 75, 475-478.

Darling, R. (2001). Don't settle for imitation laboratory assignments. Introducing students to semester-long independent study projects. *Journal of College Science Teaching*, 31, 102-105.

Drake, B.D., Acosta, G.M. e R.L. Smith Jr. (1997). An effective technique for reading research articles – the Japanese Kenshu method. *Journal of Chemical Education*, 74, 186-188.

Duch, B., Groh, S. e D.E. Allen (2001). *The problem of problem-based learning: a practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia: Stylus Publishing.

Epling, G.A. e R.W. Franck (1979). Developing familiarity with the primary literature of chemistry. A student exercise. *Journal of Chemical Education*, 56, 388-389.

Flick, L.B. e N.G. Lederman (2004). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

French, L.G. (1992). Teaching organic synthesis. An advanced organic chemistry course that uses the primary literature. *Journal of Chemical Education*, 69, 287-289.

Henderson, L. e C. Buising (2001). A research-based molecular biology laboratory. Turning novice researchers into practicing scientists. *Journal of College Science Teaching*, 30, 322-327.

Herman, C. (1999). Reading the literature in the jargon-intensive field of molecular genetics. Making molecular genetics accessible to undergraduates using a process-centered curriculum. *Journal of College Science Teaching*, 28, 252-253.

Houde, A. (2000). Student symposia on primary research articles. A window into the world of scientific research. *Journal of College Science Teaching*, 30, 184-187.

Hutchinson, A. e D.A. Atwood (2002). Research with first and second year undergraduates: a new model for undergraduate inquiry at research universities. *Journal of Chemical Education*, 79, 125-126.

Klemm, W.R. (2002). Forum for case study learning. *Journal of College Science Teaching*, 31, 298-302.

Knabb, M. (1997). Creating a research environment in an introductory cell physiology course. A West Chester University class molds students into "scientists-in-training". *Journal of College Science Teaching*, 27, 205-209.

Kroen, W. (2004). Modeling the writing process. Using authentic data to teach students to write scientifically. *Journal of College Science Teaching*, 34, 50-53.

Kuldell, N. (2003). Read like a scientist to write like a scientist. Using authentic literature in the classroom. *Journal of College Science Teaching*, 33, 32-35.

Lakin, S. e J. Wellington (1994). Who will teach the "nature of science"?: teacher's views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16, 175-190.

Lester, N., Bertram, C., Erickson, G., Lee, E., Tchako, A., Wiggins, K.D. e J. Wilson (2004). Writing across the curriculum. A college snapshot. *Urban Education*, 38, 5-34.

Levine, E. (2001). Reading your way to scientific literacy. Interpreting scientific articles through small-group discussions. *Journal of College Science Teaching*, 31, 122-125.

McGraw, J.B. (1999). The total science experience laboratory for sophomore biology majors. Transcending the laboratory to learn much more than just biology. *Journal of College Science Teaching*, 28, 325-330.

Moore, R. (1994). Using the literature to teach about science. Writing, rhetoric, and the structure of DNA. *Journal of College Science Teaching*, 24, 114-120.

Novak, J.D. (1984). Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 61, 67.

Oliveira, J.R.S. e S.L. Queiroz (2007). *Comunicação e linguagem científica: guia para estudantes de química*. Campinas: Editora Átomo.

O' Malley, R.F. (1964). The use of problems from the literature in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 41, 512-514.

Parker, G.A. (1973). Student use of the chemical literature. *Journal of Chemical Education*, 50, 606-607.

Paulson, D.R. (2001). Writing for chemists: satisfying the CSU upper-division writing requirement. *Journal of Chemical Education*, 78, 1047-1049.

Queiroz, S.L. e M.J.P.M. Almeida (2004). Do fazer ao compreender ciência: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. *Ciência & Educação*, 10, 41-53.

Queiroz, S.L. (2001). A linguagem escrita nos cursos de graduação em química. *Química Nova*, 24, 143-146.

Rice, R.E. (1998). "Scientific Writing" – a course to improve the writing of science students. Stressing the English language component of scientific writing. *Journal of College Science Teaching*, 27, 267-271.

Rosenthal, L.C. (1987). Writing across the curriculum: chemistry lab reports. *Journal of Chemical Education*, 64, 996-998.

Rossi, F.M. (1997). Writing in an advanced undergraduate chemistry course: an assignment exploring the development of scientific ideas. *Journal of Chemical Education*, 74, 395-396.

Roth, W.M. e K.B. Lucas (1997). From "truth" to "invented reality": a discourse analysis of high school physics student's talk about scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 145-179.

Ryder, J., Leach, J. e R. Driver (1999). Undergraduate science student's images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 210-219.

Sá, L.P., Francisco, C.A. e S.L. Queiroz (2007). Estudos de caso em química. *Química Nova*, 30, 731-739.

Santos, G.R., Sá, L.P. e S.L. Queiroz (2005). O artigo científico como recursos didático em uma disciplina de físico-química. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5; Bauru. Anais... Bauru. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, CD-Rom.

Santos, G.R., Sá, L.P. e S.L. Queiroz (2006). Uso de artigos científicos em uma disciplina de físico-química. *Química Nova*, 29, 1121-1128.

Santos, G.R. e S.L. Queiroz (2007). Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. *Ciência & Educação*, 13, 193-209.

Schildcrout, S.M. (2002). Learning chemistry research outside the laboratory: novel graduate and undergraduate courses in research methodology. *Journal of Chemical Education*, 79, 1340-1343.

Seetharaman, M. e K. Musier-Forsyth (2003). Does active learning through an antisense jigsaw make sense? *Journal of Chemical Education*, 80, 1404-1407.

Shapiro, B.L. (1989). What children bring to light: giving high status to learner's views and actions in science. *Science Education*, 73, 711-733.

Sherman, L.R. (1988). Using the chemical literature to write an interesting freshman term paper. *Journal of Chemical Education*, 65, 993-994.

Stukus, P. e J.E. Lennox (1995). Use of an investigative semester-length laboratory project in an introductory microbiology course. Acquainting students with the research process and the scientific frame of mind. *Journal of College Science Teaching*, 25, 135-139.

Tilstra, L. (2001). Using journal articles to teach writing skills for laboratory reports in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78, 762-764.

White III, H.B. (2001). Why does my crucorine change color? Using classic research articles to teach biochemistry topics. *Journal of College Science Teaching*, 31, 106-111.

Wubbels, G.G. (1972). An introduction to chemical literature through examination. A new approach at an intermediate level. *Journal of Chemical Education*, 49, 496-497.

Zanetic, J. (1997). Física e literatura: uma possível integração no ensino. In: Almeida, M.J.P.M.; Brito, L.P.L. (Org). *Ensino da ciência, leitura e literatura*. (pp. 46-61). Campinas: Cedes.

Anexo A – Trabalhos sobre a utilização de artigos científico no ensino superior de ciências publicados na revista *Journal of College Science Teaching (JCST)*, no intervalo de novembro de 1994 a agosto de 2007, distribuídos em ordem cronológica e por área de conhecimento.

N°	Referência Completa do Trabalho	Área
1	MOORE, R. Using the literature to teach about science. Writing, rhetoric, and the structure of DNA. <i>JCST</i> , v.24, n.2, p. 114-120, 1994.	G
2	STUKUS, P.; LENNOX, J.E. Use of an investigative semester-length laboratory project in an introductory microbiology course. Acquainting students with the research process and the scientific frame of mind. <i>JCST</i> , v. 25, n.2, p. 135-139, 1995.	M
3	JANICK-BUCKNER, D. Getting undergraduates to critically read and discuss primary literature. Cultivating students' analytical abilities in an advanced cell biology course. <i>JCST</i> , v.27, n.1, p. 29-32, 1997.	B
4	KNABB, M. Creating a research environment in an introductory cell physiology course. A West Chester University class molds students into "scientists-in-training". <i>JCST</i> , v.27, n.3, p. 205-209, 1997.	F
5	RICE, R.E. "Scientific Writing" – a course to improve the writing of science students. Stressing the English language component of scientific writing. <i>JCST</i> , v.27, n.4, p.267-271, 1998.	O
6	CHISMAN, J. Introducing college students to the scientific literature and the library. <i>JCST</i> , v.28, n.1, p.39-42, 1998.	CB
7	FORTNER, R.W. Using cooperative learning to introduce undergraduates to professional literature. Assembling the "jigsaw" pieces in the field of environmental communication. <i>JCST</i> , v.28, n.4, p. 261-265, 1999.	O
8	HERMAN, C. Reading the literature in the jargon-intensive field of molecular genetics. Making molecular genetics accessible to undergraduates using a process-centered curriculum. <i>JCST</i> , v.28, n.4, p. 252-253, 1999.	G
9	MCGRAW, J.B. The total science experience laboratory for sophomore biology majors. Transcending the laboratory to learn much more than just biology. <i>JCST</i> , v.28, n.5, p. 325-330, 1999.	B
10	CAMILL, P. Using journal articles in an environmental biology course. Wetland ecosystems: valuable natural habitat or real estate goldmine? <i>JCST</i> , v.30, n.1, p. 38-43, 2000.	B
11	HOUDE, A. Student symposia on primary research articles. A window into the world of scientific research. <i>JCST</i> , v. 30, n.3, p. 184-187, 2000.	CA
12	MUENCH, S.B. Choosing primary literature in biology to achieve specific educational goals. Some guidelines for identifying the strengths and weakness of prospective research articles. <i>JCST</i> , v.29, n.4, p. 255-260, 2000.	B
13	CHOE, S.W.T.; DRENNAN, P.M. Analyzing scientific literature using a jigsaw group activity. Piecing together student discussions on environmental research. <i>JCST</i> , v.30, n.5, p. 328-330, 2001.	CB
14	DARLING, R. Don't settle for imitation laboratory assignments. Introducing students to semester-long independent study projects. <i>JCST</i> , v.31, n.2, p. 102-105, 2001.	CA
15	HENDERSON, L.; BUISING, C. A research-based molecular biology laboratory. Turning novice researchers into practicing scientists. <i>JCST</i> , v.30, n.5, p.322-327, 2001.	B
16	LEVINE, E. Reading your way to scientific literacy. Interpreting scientific articles through small-group discussions. <i>JCST</i> , v.31, n. 2, p.122-125, 2001.	G
17	WHITE III, H.B. Why does my cruorine change color? Using classic research articles to teach biochemistry topics. <i>JCST</i> , v.31, n.2, p. 106-111, 2001.	BQ
18	KLEMM, W.R. Forum for case study learning. <i>JCST</i> , v.31, n.5, p.298-302, 2002.	O
19	KULDELL, N. Read like a scientist to write like a scientist. Using authentic literature in the classroom. <i>JCST</i> , v.33, n.2, p. 32-35, 2003.	G
20	KROEN, W. Modeling the writing process. Using authentic data to teach students to write scientifically. <i>JCST</i> , v.34, n.3, p. 50-53, 2004.	L
21	FIROOZNI, F.; ANDREADIS, D.K. Information literacy in introductory biology. <i>JCST</i> , v.35, n.6, p. 23-27, 2006.	B
22	KOLIKANT, Y. B.; GATCHELL, D.W.; HIRSCH, P.L.; LINSSENMEIER, R. A. A cognitive-apprenticeship-inspired instructional approach for teaching scientific reading and writing. <i>JCST</i> , v.36, n.3, p. 20-25, 2006.	F

BQ= Bioquímica; B= Biologia; CA= Comportamento Animal; CB= Ciências Ambientais; F= Fisiologia; G= Genética; L= Limnologia; M= Microbiologia; O= trabalhos que não estão relacionados diretamente a nenhuma das áreas citadas.

Anexo B – Trabalhos sobre a utilização de artigos científico no ensino superior de química publicados na revista *Journal of Chemical Education (JCE)*, no intervalo de setembro de 1964 a agosto de 2007, distribuídos em ordem cronológica e por área de conhecimento.

N°	Referência Completa do Trabalho	Área
1	O' MALLEY, R.F. The use of problems from the literature in general chemistry. <i>JCE</i> , v.41, n.9, p. 512-514, 1964.	QG
2	WUBBELS, G.G. An introduction to chemical literature through examination. A new approach at an intermediate level. <i>JCE</i> , v.49, n.7, p.496-497, 1972.	QO
3	PARKER, G.A. Student use of the chemical literature. <i>JCE</i> , v.50, n.9, p. 606-607, 1973.	QA
4	EPLING, G.A.; FRANCK, R.W. Developing familiarity with the primary literature of chemistry. A student exercise. <i>JCE</i> , v.56, n.6, p. 388-389, 1979.	QO
5	GOODMAN, W.D.; BEAN, J.C. A chemistry laboratory project to develop thinking and writing skills. <i>JCE</i> , v.60, n.6, p. 483-485, 1983.	QO
6	THOMAN, C.J. The <i>verbindung aus</i> : an interesting advanced organic chemistry term paper subject. <i>JCE</i> , v.63, n.10, p. 859, 1986.	QO
7	SHERMAN, L.R. Using the chemical literature to write an interesting freshman term paper. <i>JCE</i> , v.65, n.11, p. 993-994, 1988.	BQ
8	FIKES, L.E. Advanced Organic Chemistry: Learning from the primary literature. <i>JCE</i> , v.66, n.11, p.920-921, 1989.	QO
9	FRENCH, L.G. Teaching organic synthesis. An advanced organic chemistry course that uses the primary literature. <i>JCE</i> , v.69, n.4, p. 287-289, 1992.	QO
10	BURNESS, J.H. A general chemistry final exam based on the chemical literature. <i>JCE</i> , v.73, n.12, p. 1120-1122, 1996.	QG
11	BOWYER, W.J.; KAYDOS, J.A. A novel format for seminar during the senior year of the college chemistry curriculum. <i>JCE</i> , v.74, n.2, p. 184-185, 1997.	O
12	DRAKE, B.D.; ACOSTA, G.M.; SMITH JR., R.L. An effective technique for reading research articles – the Japanese Kenshu method. <i>JCE</i> , v.74, n.2, p.186-188, 1997.	O
13	ROSSI, F.M. Writing in an advanced undergraduate chemistry course: an assignment exploring the development of scientific ideas. <i>JCE</i> , v.74, n.7, p.395-396, 1997.	QO
14	CORNELY, K. Use of case studies in an undergraduate biochemistry course. <i>JCE</i> , v.75, n.4, p.475-478, 1998.	BQ
15	PAULSON, D.R. Writing for chemists: satisfying the CSU upper-division writing requirement. <i>JCE</i> , v.78, n.8, p. 1047-1049, 2001.	O
16	TILSTRA, L. Using journal articles to teach writing skills for laboratory reports in general chemistry. <i>JCE</i> , v.78, n.6, p. 762-764, 2001.	QG
17	GALLAGHER, G.J.; ADAMS, D.L. Introduction to the use of primary organic chemistry literature in an honors sophomore-level organic chemistry course. <i>JCE</i> , v.79, n.11, p. 1368-1371, 2002.	QO
18	SCHILDCROUT, S.M. Learning chemistry research outside the laboratory: novel graduate and undergraduate courses in research methodology. <i>JCE</i> , v. 79, n.11, p. 1340-1343, 2002.	O
19	BALDWIN, M.J. A literature-based, one-quarter inorganic chemistry laboratory course. <i>JCE</i> , v.80, n.3, p. 307-310, 2003.	QI
20	WHELAN R.J.; ZARE R.N. Teaching effective communication in a writing-intensive analytical chemistry course. <i>JCE</i> , v.80, n.8, p. 904-906, 2003.	QA
21	ROSENSTEIN, I.J. A literature exercise using SciFinder Scholar for the sophomore-level organic chemistry course. <i>JCE</i> , v.82, n.4, p.652-654, 2005.	QO
22	ALMEIDA, C.A.; LIOTTA, L.J. Organic chemistry of the cell: an interdisciplinary approach to learning with a focus on reading, analyzing, and critiquing primary literature. <i>JCE</i> , v.82, n. 12, p. 1794-1799, 2005.	QO
23	WIDANSKI, B.; COURTRIGHT-NASH, D. Peer review of chemistry journal articles: collaboration across disciplines <i>JCE</i> , v. 83, n.12, p. 1788-1792, 2006.	QO
24	DUNCAN, A.P.; JOHNSON, A.R. A "classic papers" approach to teaching undergraduate organometallic chemistry. <i>JCE</i> , v.84, n. 3, p. 443-446, 2007.	O
25	ROECKER, L. Introducing students to the scientific literature: an integrative exercise in quantitative analysis. <i>JCE</i> , V.84, n.8, p. 1380-1384, 2007.	QA

QG= Química Geral; QO= Química Orgânica; QI= Química Inorgânica; QA= Química Analítica; BQ= Bioquímica; O= trabalhos que não estão relacionados diretamente a nenhuma das áreas citadas.