

## COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA: UMA REVISÃO

Jane Raquel Silva de Oliveira<sup>a</sup> e Salete Linhares Queiroz<sup>b,\*</sup><sup>a</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, CP 676, 13565-905 São Carlos – SP, Brasil<sup>b</sup>Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, CP 780, 13560-970 São Carlos – SP, Brasil

Recebido em 02/11/2014; aceito em 27/11/2014; publicado na web em 03/03/2015

SCIENTIFIC COMMUNICATION IN UNDERGRADUATE CHEMISTRY COURSES: A REVIEW. The importance of teaching scientific communication skills in undergraduate chemistry courses is well recognized. This paper provides an overview of didactic activities in which students engage to improve these skills. The study was based on an extensive literature review performed on the Journal of Chemical Education and on the Journal of College Science Teaching, in the years spanning from 1991 to 2010, and on The Chemical Educator, from 1996 to 2010. The findings from the study provided an opportunity to expand the knowledge on the variety of methods and contents used to teach scientific communication skills in undergraduate chemistry education, as well as to deepen our understanding of the effects of different approaches to teaching on performance in practice.

Keywords: scientific language; chemistry; higher education.

## INTRODUÇÃO

Segundo Lemke,<sup>1</sup> a comunicação é um processo social: comunicamo-nos melhor com pessoas que são membros da nossa própria comunidade, isto é, com aqueles que têm utilizado a linguagem da mesma forma que nós a empregamos. No contexto do ensino de ciências, os professores representam os membros da comunidade que empregam corriqueiramente a linguagem da ciência. Os estudantes, por outro lado, ao menos inicialmente, nem sempre têm seu domínio plenamente estabelecido. Por esse motivo, ensinar ciências pode ser visto como um processo social no qual o estudante é introduzido dentro dessa comunidade de pessoas que “falam ciência” e compartilham significados específicos. Portanto, aprender ciência significa se apropriar do discurso da ciência; significa, dentre outras coisas, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, teorizar, concluir, generalizar.<sup>1</sup>

Apesar da enorme importância dos processos de comunicação e da linguagem científica no desenvolvimento da ciência, este é um dos aspectos menos abordados no seu ensino. Os livros-texto, bem como as aulas, não costumam discutir o processo de construção do conhecimento e a luta pela sua aceitação por parte da comunidade científica. Características que permeiam os artigos originais de pesquisa, como os recursos que os autores empregam para convencer os leitores da relevância de seus trabalhos, raramente são analisadas de forma crítica por parte daqueles que fazem ciência. Inclusive em carreiras universitárias, pouca atenção é dada às questões relacionadas à comunicação científica.<sup>2</sup>

Com o intuito de contribuir para a alteração desse quadro, ações têm sido desencadeadas em cursos universitários de ciências/química, tendo em vista a compreensão e a apropriação da linguagem científica por parte dos estudantes. Neste trabalho descrevemos os resultados de uma pesquisa bibliográfica, realizada com o objetivo de mapeá-las e discuti-las. Pretendemos, dessa forma, fornecer subsídios para mudanças e inovações na prática pedagógica dos professores do ensino superior alinhados com o entendimento de que o reconhecimento de particularidades da linguagem e da comunicação científica é importante para que o ensino de ciências possa ocorrer de maneira efetiva.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Realizamos a pesquisa nas revistas *Journal of Chemical Education* (JCE) e *Journal of College Science Teaching* (JCST), no período de 1991 a 2010, e *The Chemical Educator* (CE), no período de 1996 (primeiro ano de sua publicação) a 2010. O critério adotado na escolha das revistas foi o fato de publicarem trabalhos direcionados ao ensino superior de cursos da área de ciências. Selecionamos nas revistas todos os trabalhos que descrevem experiências relacionadas ao aprimoramento da comunicação em linguagem científica em cursos universitários, ou seja, artigos que reportam a aplicação de atividades didáticas nas quais se objetiva, dentre outros aspectos, desenvolver habilidades de pesquisa, interpretação e/ou produção de trabalhos de natureza científica. A partir da leitura dos títulos e dos resumos de todos os artigos nelas disponibilizados nos períodos especificados selecionamos aqueles referentes à temática em foco.

Analisamos os artigos no intuito de identificarmos e discutirmos os seguintes aspectos: (a) o contexto no qual as atividades foram aplicadas, isto é, no âmbito de quais disciplinas ou de projetos de qual natureza; (b) os principais objetivos das atividades relacionados à comunicação científica; (c) os conteúdos abordados nas atividades relacionados à comunicação científica; (d) as estratégias didáticas empregadas nas atividades; (e) os recursos didáticos utilizados nas atividades; (f) as percepções dos alunos no que diz respeito à avaliação das atividades.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificamos 65 artigos sobre o tema em pauta no JCE, 44 no JCST e apenas cinco no CE, listados e numerados, respectivamente nos Quadros 1S, 2S e 3S (Material Suplementar). O JCE apresentou uma maior quantidade de trabalhos, o que pode ser parcialmente atribuído ao fato de publicar mais números ao ano, quando comparado ao JCST e CE.

## O contexto de aplicação das atividades didáticas

Quanto ao contexto no qual as atividades foram aplicadas, agrupamos os trabalhos da seguinte forma: aqueles cujas atividades foram aplicadas em disciplinas da área de ciências (química, física,

\*e-mail: salete@iqsc.usp.br

biologia etc.); e aqueles cujas atividades foram desenvolvidas em disciplinas ou projetos voltados especificamente ao aprimoramento de diversas habilidades relacionadas à comunicação científica. A Tabela 1S (Material Suplementar) indica os artigos (cujos números estão listados, respectivamente, nos Quadros 1S, 2S e 3S, citados anteriormente) selecionados do JCE, do JCST e do CE classificados em cada um dos grupos.

Nas revistas pesquisadas, a maior parte dos artigos – 44 do JCE, 34 do JCST e cinco do CE – corresponde a trabalhos que reportam atividades relacionadas ao aprimoramento da comunicação científica aplicadas em disciplinas da área de ciências. Os dados corroboram as colocações de Robinson *et al.*,<sup>3</sup> os quais ressaltam que, para incorporar a escrita científica aos currículos de química, os educadores têm usado como espaço tanto as disciplinas teóricas quanto as experimentais, bem como as experiências de pesquisa na graduação. Forest e Raine,<sup>4</sup> por outro lado, lembram que determinados fatores dificultam a implementação dessas propostas, como o aumento no volume de trabalho para os estudantes e para os professores e a falta de tempo e espaço no currículo.

Uma das vantagens da inserção das atividades em disciplinas científicas é que os conteúdos nelas abordados podem ser empregados como ponto de partida para a produção e apresentação de documentos que circulam no meio acadêmico. As disciplinas experimentais, em particular, são apontadas por Renaud, Squier e Larsen,<sup>5</sup> como espaço profícuo no fomento às habilidades de comunicação oral, uma vez que os estudantes já dispõem de dados coletados no laboratório para apresentação, por exemplo, na forma de seminários. Para Somerville e Cardinal,<sup>6</sup> as habilidades de busca de informação na literatura científica podem também ser continuamente desenvolvidas quando integradas às atividades nas várias disciplinas do currículo.

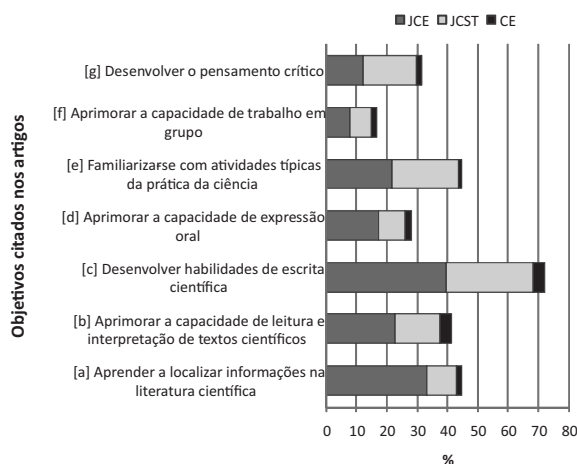
Além das disciplinas de natureza científica, o outro contexto no qual as habilidades de comunicação científica podem ser desenvolvidas são as disciplinas ou projetos especificamente criados para tal finalidade. Localizamos trabalhos desse tipo: 21 no JCE, dez no JCST e nenhum no CE. A principal vantagem de atividades aplicadas nesse contexto é o maior tempo que os estudantes dedicam ao estudo dos diversos aspectos da comunicação científica.<sup>7</sup> De fato, embora as disciplinas de ciências disponibilizem dados utilizáveis na produção de trabalhos dos estudantes nem sempre as questões de estrutura e linguagem do texto são objeto de análise cuidadosa por parte do docente. Dessa forma, mesmo quando solicitam aos estudantes a produção de textos científicos, sua análise e avaliação podem resumir-se a observar os conteúdos apresentados e alguns aspectos superficiais de organização do texto.<sup>4</sup>

As disciplinas específicas sobre comunicação científica permitem ainda a abordagem de assuntos que raramente estão presentes nos currículos tradicionais (convenções da escrita científica;<sup>3</sup> discussões pertinentes à credibilidade de fontes de informações sobre ciência para o público em geral;<sup>8</sup> aspectos éticos;<sup>9</sup> questões relacionadas ao desenvolvimento da carreira profissional.<sup>10</sup>) e podem estar organizadas de modo a envolver parcerias entre professores de vários cursos, ou ainda profissionais da biblioteca e estudantes de outras áreas.<sup>11,12</sup>

Em síntese, considerando ambos os contextos, constatamos que as disciplinas específicas representam um rico espaço para abordagem e aprofundamento de aspectos inerentes à comunicação científica, possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento de habilidades e fornecimento aos estudantes de informações que, no âmbito das disciplinas tradicionais da área de ciências, dificilmente seria possível. Por outro lado, o potencial das disciplinas dessa área como cenário passível de abrigar atividades direcionadas ao desenvolvimento das habilidades de comunicação não deve ser negligenciado pelo professor.

## Objetivos das atividades didáticas

Analizamos os artigos selecionados quanto aos objetivos das atividades didáticas que estão relacionadas com o desenvolvimento de habilidades de comunicação científica. Identificamos na revisão apenas os objetivos expressos de maneira explícita no texto. A Tabela 2S (Material Suplementar) indica os artigos selecionados do JCE, do JCST e do CE que citam os objetivos em questão. Na Figura 1 apresentamos a distribuição percentual dos artigos de acordo com os objetivos citados nos artigos e com a revista pesquisada. É importante esclarecer que na maioria dos artigos o autor menciona mais de uma categoria de objetivos didáticos e, por esse motivo, o somatório dos percentuais indicados no gráfico é superior a 100%.



**Figura 1.** Distribuição percentual ( $n=114$ ) dos artigos selecionados do *Journal of Chemical Education* (JCE), do *Journal of College Science Teaching* (JCST) e do *The Chemical Educator* (CE) de acordo com os objetivos relacionados à comunicação científica citados pelos autores

O objetivo mais citado pelos autores foi o *desenvolvimento da habilidade de escrita científica* (71,9%), os quais apresentam vários argumentos no intuito de justificar a importância a ele atribuída. Hollenbeck *et al.*<sup>13</sup> destacam que escrever sobre ciência é inerente ao próprio fazer ciência e, portanto, instruções sobre escrita científica devem fazer parte de qualquer curso da área. Gordon *et al.*<sup>14</sup> ressaltam que a escrita, além de ser um meio de se comunicar efetivamente com os outros, é também uma forma de melhorar a aprendizagem.

Para McClure,<sup>15</sup> a habilidade de expor conceitos científicos por meio da escrita é vital para a divulgação dos novos conhecimentos da área. O autor também chama a atenção para o fato de que, embora em várias áreas da ciência o aprimoramento da escrita científica seja altamente enfatizado, instruções desse teor são frequentemente fornecidas apenas nos últimos anos dos cursos de graduação.

O segundo e terceiro objetivos mais citados pelos autores foram o *aprendizado da localização de informações na literatura científica* (44,7%) e o *aprimoramento da capacidade de leitura e interpretação de textos científicos* (42,9%). Segundo Currano,<sup>16</sup> o uso eficiente da literatura científica é uma habilidade imperativa entre aqueles que estudam ou produzem ciência. Dessa forma, o autor destaca a importância de atividades didáticas nas quais os estudantes possam familiarizar-se com as principais fontes de informação em áreas específicas, compreendendo suas potencialidades e limitações, a maneira como estão organizadas, bem como possam aprender a selecionar aquelas mais adequadas às demandas das tarefas solicitadas. É consensual a ideia de que saber diferenciar e usar as diversas fontes de informação, bem como analisar criticamente os diversos materiais disponíveis na literatura científica e interpretá-los são habilidades necessárias

não somente nas atividades de pesquisa científica, mas também em inúmeras tarefas requeridas nas disciplinas do curso.<sup>17</sup>

O quarto objetivo mais citado pelos autores foi a *familiarização com atividades típicas da prática da ciência* (44,7%). Segundo Jacques-Fricke, Hubert e Miller,<sup>18</sup> os estudantes manifestam maior interesse pela ciência quando esta é apresentada de forma mais real, isto é, como um processo dinâmico e não apenas como fatos estagnados. Para esses autores, a leitura e discussão da literatura primária é uma excelente maneira de introduzir os estudantes à dinâmica da ciência. Consonante com essa ideia, Houde<sup>19</sup> afirma que, além de fornecer aos estudantes a noção de como a ciência é construída por meio de atividades de pesquisa, é também imprescindível dar-lhes oportunidades de se comunicar, trocar e discutir informações da mesma forma como os cientistas expressam os resultados de seus trabalhos.

O quinto objetivo mais citado pelos autores foi o *desenvolvimento do pensamento crítico* (31,6%), o qual estabelece relação bem próxima com aqueles discutidos anteriormente, como aprimorar a capacidade de leitura e interpretação de texto e familiarizar o estudante com práticas típicas da ciência. Dessa forma, várias atividades foram aplicadas no sentido de desenvolver a capacidade dos estudantes de analisar criticamente a ciência e suas aplicações na sociedade,<sup>8,20</sup> suas práticas de pesquisa,<sup>21,22</sup> as questões éticas que permeiam seu processo de construção<sup>23,24</sup> e a dinâmica de divulgação do conhecimento produzido.<sup>25,26</sup> Existem também propostas elaboradas com o intuito de estimulá-los a analisar criticamente a credibilidade de distintas fontes de informação na literatura.<sup>17,27</sup>

O sexto objetivo mais citado pelos autores foi o *aprimoramento da capacidade de expressão oral* (28,1%). Considerando que frequentemente os cientistas precisam comunicar oralmente seus trabalhos, tem sido recorrente na literatura o alerta para a importância da inclusão de espaços no currículo dos cursos de ciências para a realização de atividades que potencializem essa habilidade.<sup>19,28</sup> Whelan e Zare<sup>29</sup> reforçam esse entendimento, porém destacam que a maioria dos estudantes recebe poucas orientações para falar em público e somente quando se depara com a necessidade de realizar atividades dessa natureza é que começa a praticar a organização das ideias, da fala e dos aspectos visuais importantes em uma apresentação oral.

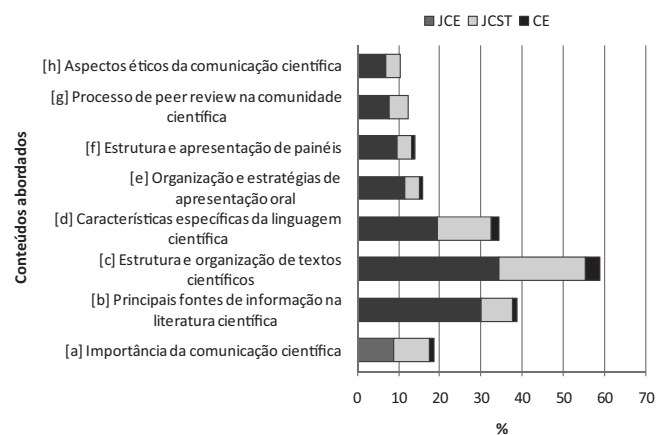
O sétimo objetivo mais citado pelos autores foi o *aprimoramento da capacidade de trabalho em grupo* (16,7%). Esse valor é menor que o percentual de trabalhos que reportaram o uso da atividade em grupo como estratégia didática, conforme veremos adiante. Portanto, embora as tarefas em grupo sejam bastante utilizadas, nem sempre os autores fazem referência explícita no texto à intenção de desenvolvimento dessa habilidade. A sua importância é destacada por Knabb,<sup>22</sup> tendo em vista o fato dos cientistas raramente trabalharem sozinhos e dependerem fortemente da interação colaborativa com outros membros da comunidade científica. Nesse sentido, Carpenter e Pappenfus<sup>30</sup> também sugerem que os estudantes devem aprender a trabalhar juntos de forma produtiva, desenvolvendo a capacidade de resolver problemas.

Ao mencionar explicitamente os objetivos didáticos buscados no desenvolvimento de atividades voltadas ao aprimoramento da comunicação científica, os autores deixam transparecer aspectos que a comunidade científica tem considerado como relevantes na formação dos estudantes de cursos de ciências no ensino superior.

É fortemente almejado o desenvolvimento de habilidades de localização, escrita, leitura e interpretação de textos científicos. Tais habilidades são, de fato, necessárias na formação dos estudantes de ciências do ensino superior, não somente pelo papel que a linguagem científica exerce na construção da ciência, mas também por possibilitar a sua apropriação e a dos conceitos por ela veiculados.

## Conteúdos abordados nas atividades didáticas

Para analisarmos quais assuntos relacionados à comunicação científica foram apresentados aos estudantes, consideramos como conteúdos abordados apenas aqueles que foram citados nos textos como assuntos ou tópicos discutidos de forma direta nas aulas ou durante a aplicação das atividades didáticas. A Tabela 3S (Material Suplementar) indica os artigos selecionados do JCE, do JCST e do CE que citam cada um dos conteúdos abordados nas atividades propostas. Na Figura 2 apresentamos a distribuição percentual dos artigos de acordo com os conteúdos abordados e com a revista pesquisada.



**Figura 2.** Distribuição percentual total (n=114) dos artigos selecionados do *Journal of Chemical Education* (JCE), do *Journal of College Science Teaching* (JCST) e do *The Chemical Educator* (CE) de acordo com os conteúdos relacionados à comunicação científica abordados em aulas nas atividades didáticas

O conteúdo mais citado pelos autores foi a *estrutura e organização de textos científicos* (58,7%). Nessa perspectiva, Jensen Jr., Narske e Ghiuzzi<sup>17</sup> abordaram o uso de citações e referências bibliográficas no padrão adotado pela comunidade científica, a diferenciação entre um texto acadêmico e um de divulgação científica ou entre um artigo original de pesquisa e um artigo de revisão. Em outras atividades foram ainda consideradas as características típicas de cada uma das seções que compõem um relatório de laboratório,<sup>13,29,31</sup> assim como as diferenças entre os relatórios tradicionais e aqueles no formato do artigo científico.<sup>32</sup>

Bressette e Breton<sup>33</sup> trataram também de conteúdos mais específicos, como a padronização textual (fontes adotadas, espaçamento, layout), a apresentação de reações e estruturas químicas etc.. Nas atividades descritas por Robinson *et al.*<sup>3</sup> foram enfatizados aspectos referentes à apresentação e citação de figuras, números, abreviaturas e outros elementos dos textos científicos.

O segundo e terceiro conteúdos mais citados pelos autores dizem respeito às principais *fontes de informação na literatura científica* (38,5%) e a *características específicas da linguagem científica* (34,2%). Com relação ao último assunto, foram abordados, principalmente, aspectos retóricos e características próprias da linguagem científica como, por exemplo, clareza e precisão. Robinson, Stoller e Jones<sup>7</sup> enfatizaram o uso da voz passiva e da voz ativa em artigos científicos da área de química, as seções nas quais cada tipo de voz verbal costuma ser mais empregada, a frequência com que tais elementos estão presentes na literatura científica e a “força” que conferem ao texto. Nesse trabalho foram ressaltados também elementos de subjetividade do texto científico como o uso de pronomes pessoais na primeira pessoa e o emprego de palavras assertivas ou que conferem ao texto *status* de incerteza.

Com o intuito de desenvolver nos estudantes habilidades de produzir textos de natureza científica para audiências não especializadas, Sivey e Lee<sup>34</sup> discutiram características linguísticas que diferenciam a escrita científica para o público não especializado daquela direcionada aos pares. Outros aspectos também foram introduzidos, tais como coesão entre as sentenças, coerência entre as seções e o texto como um todo e recursos que lhe conferem credibilidade.<sup>12,23,35,36</sup>

As questões de linguagem e, sobretudo, os aspectos persuasivos dos textos científicos, embora essenciais para a produção de manuscritos contudentes, são raramente abordados em sala de aula. Poucas atividades são dedicadas a habilitar os estudantes a reconhecer e empregar as características da linguagem na elaboração de seus trabalhos. Nessa perspectiva, alguns autores alertam para a importância de fornecer-lhes informações sobre as práticas mais comuns na escrita dos cientistas para que, dessa forma, possam não somente analisá-las criticamente, mas empregar tais recursos em sua própria escrita.<sup>7,37</sup>

Com relação à relevância do conhecimento sobre fontes de informação na literatura científica, Jensen Jr., Narske e Ghinazzi<sup>17</sup> descreveram aulas nas quais estiveram em pauta as formas de acesso a livros e artigos disponíveis na biblioteca, mecanismos de buscas em bases de dados *online* e uso adequado da internet como fonte de informação. Em outros trabalhos, os estudantes também receberam instruções sobre o uso de bases de dados, como o *PubMed* e o *Web of Science*,<sup>11,25</sup> e sobre a seleção apropriada das mesmas para a realização de pesquisas bibliográficas em uma área específica.<sup>4</sup> Foram ainda disseminadas informações sobre as revistas mais importantes dentro de uma determinada área da ciência<sup>38</sup> e sobre mecanismos de buscas de trabalhos em bibliotecas digitais disponíveis em sites de universidades.<sup>13</sup>

No trabalho de Walczak e Jackson,<sup>27</sup> fontes de informação importantes para os químicos foram apresentadas, como o *Scifinder Scholar Online* e o *Chemical Abstracts* impresso, os catálogos de laboratórios químicos, livros e monografias específicos da área.

O quarto conteúdo mais citado pelos autores foi a *importância da comunicação científica na formação dos estudantes* (18,5%). Ordman,<sup>39</sup> por exemplo, introduziu tópicos com o intuito de levá-los a reconhecer a necessidade de habilidades de comunicação científica para uma carreira de sucesso. De forma similar, Renaud, Squier e Larsen<sup>5</sup> ressaltaram nas primeiras aulas a relevância da comunicação dentro da ciência.

O quinto conteúdo mais citado pelos autores foi a *organização e estratégias de apresentação oral* (15,8%). No trabalho de Renaud, Squier e Larsen<sup>5</sup> foram ministradas aulas sobre elaboração de slides em *Power Point*, critérios usados na avaliação de apresentações orais: aspectos da fala, da expressão corporal e de outras características visuais das apresentações. Nas atividades relatadas por Schepmann e Hughes,<sup>40</sup> os estudantes também receberam instruções sobre como organizar as informações, padronizar os slides e usar adequadamente a linguagem corporal. Segundo Brown,<sup>41</sup> em geral, quando recebem orientações adequadas, estes conseguem organizar suas apresentações orais, elaborando slides mais apropriados à comunicação de resultados de natureza científica.

O sexto conteúdo mais citado pelos autores foi a *estrutura e apresentação de painéis* (14,0%). Para orientar os estudantes na realização dessa tarefa Tribe e Cooper<sup>38</sup> discutiram características das sessões de painéis que ocorrem nas reuniões científicas e, além disso, disponibilizaram para a turma modelos de painéis. Em seguida, explicaram os itens e seções que são requeridos em um painel. Mills *et al.*<sup>42</sup> também abordaram as características visuais dos painéis, a pertinência dos conteúdos neles inseridos e sua apresentação ao público. Henderson e Busing<sup>20</sup> destacaram a importância da postura do estudante durante a apresentação do painel, o seu entusiasmo, domínio do assunto e disposição para se comunicar de forma clara e eficiente.

O sétimo e oitavo conteúdos mais citados pelos autores foram o *processo de peer review na comunidade científica* (12,2%) e *aspectos éticos da comunicação científica* (10,5%). Com relação ao primeiro assunto, Widanski e Courtright-Nash<sup>11</sup> exibiram em sala de aula vídeo relacionado ao processo e promoveram discussões a seu respeito. Em outras atividades didáticas foram fornecidas orientações sobre como avaliar um trabalho de forma crítica e construtiva.<sup>43</sup>

Conteúdos relacionados à ética na comunicação científica foram abordados no trabalho reportado por Hollenbeck *et al.*<sup>13</sup> Nessa perspectiva, os autores ressaltaram que os estudantes devem ter conhecimentos básicos sobre os procedimentos éticos que envolvem a prática da ciência, porém o que observam é que, em geral, a maioria tem poucas oportunidades de participar de discussões formais sobre o assunto. Em outros trabalhos foram tratados tópicos relacionados à ética nas publicações científicas, como o plágio na produção de textos científicos, o uso adequado das citações bibliográficas e a modificação apropriada das sentenças extraídas da literatura.<sup>44,23</sup> Mabrouk,<sup>10</sup> por sua vez, abordou conteúdos como fabricação e falsificação de dados, conflitos de interesse, falsificação de currículo etc..

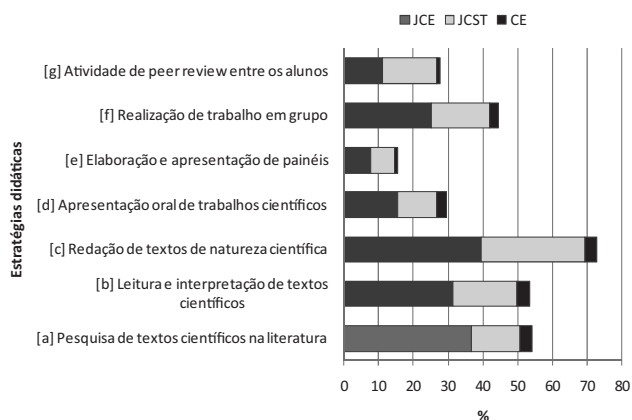
É ampla a gama de temas relacionados à comunicação científica aos quais os estudantes são apresentados. Esse fato nos remete à importância de se proporcionar espaços dentro dos currículos dos cursos de ciências no ensino superior nos quais estes assuntos possam ser inseridos, sejam em disciplinas especificamente voltadas para essa finalidade ou distribuídos de forma planejada nas diversas disciplinas do curso.

### Estratégias didáticas empregadas

Analisamos nos artigos selecionados as principais estratégias didáticas empregadas no sentido de aprimorar as habilidades de comunicação científica dos estudantes. A Tabela 4S (Material Suplementar) indica os artigos selecionados do JCE, do JCST e do CE que citam as estratégias didáticas colocadas em funcionamento nas atividades propostas. Na Figura 3 apresentamos a distribuição percentual dos artigos de acordo com as estratégias identificadas e com a revista pesquisada. Cabe destacar que, embora apresentemos uma análise isolada de cada uma das categorias nas quais as estratégias foram agrupadas, na maioria das vezes os autores adotaram um conjunto de estratégias dentro de uma mesma proposta didática.

Coerente com a relevância atribuída à escrita científica, a estratégia mais citada pelos autores foi a *redação de textos de natureza científica* (72,8%). Os relatórios de laboratório se configuram no tipo de texto mais requerido e, em vários trabalhos, é solicitada a sua produção de acordo com o padrão típico de artigos originais publicados em uma determinada revista da área.<sup>15,31,45</sup> Para motivar os estudantes na realização da atividade, a publicação dos melhores textos é viabilizada em um jornal ou site da universidade, de tal forma que o material possa ser lido por outros colegas.<sup>25,46</sup>

Witzig *et al.*<sup>32</sup> argumentam que os relatórios no formato de miniartigos reproduzem a maneira como os cientistas se comunicam com os pares. Nessa perspectiva, os autores destacam várias vantagens e diferenças significativas do relatório de laboratório no formato de miniartigos em relação ao tradicional *cookbook*: o título, por exemplo, geralmente é vago em um relatório tradicional, enquanto no artigo o título procura reproduzir o principal aspecto investigado no experimento; no miniartigo é necessária a elaboração de um resumo, o que raramente é solicitado em um relatório tradicional; em um miniartigo a introdução não se limita à apresentação de informações teóricas conhecidas, mas traz também as justificativas e informações que servem de base à investigação proposta, além de apresentar as questões de pesquisa e as hipóteses que a norteiam; os métodos e os materiais empregados estão descritos ao longo de um texto contínuo



**Figura 3.** Distribuição percentual total ( $n=114$ ) dos artigos selecionados do *Journal of Chemical Education* (JCE), do *Journal of College Science Teaching* (JCST) e do *The Chemical Educator* (CE) de acordo com as estratégias didáticas aplicadas nas atividades relacionadas à comunicação científica

em um miniartigo e não como uma lista de materiais separada da descrição metodológica, como ocorre no relatório tradicional; neste último a apresentação dos dados nem sempre está bem organizada no texto na forma de figuras e tabelas e sua discussão, sobretudo se com base na literatura, costuma ser escassa; além disso, as citações bibliográficas raramente são empregadas nos relatórios tradicionais. Dessa forma, a produção de textos no formato exigido nas publicações científicas oferece aos estudantes oportunidades de aprimorarem tanto sua capacidade de escrever quanto de refletir sobre as etapas de uma investigação científica.

Rudd II, Greenbowe e Hand<sup>47</sup> adotaram outro “formato” de escrita para a produção dos relatórios de laboratório: a escrita científica heurística. Nesse caso, em substituição às seções típicas dos artigos científicos, o que serve como guia para a produção do relatório são as respostas fornecidas pelos estudantes a algumas questões que os levam a refletir sobre as etapas da atividade experimental de natureza investigativa, as quais colocam em foco os seguintes aspectos: questionamentos iniciais sobre a atividade (quais são minhas questões sobre esse experimento?); procedimento experimental (o que eu irei fazer para responder minhas questões?); resultados (o que eu observei quando concluí os testes e procedimento?); discussão (o que eu posso afirmar sobre os resultados do experimento?); análise das evidências (que evidências eu tenho para sustentar minhas afirmações? Como eu conheço essas evidências? Por que eu estou fazendo essas afirmações?); reflexões (como são minhas ideias quando comparadas com a de outros? Minhas próprias ideias foram transformadas?).<sup>48,49</sup>

Outras estratégias envolvendo a redação de textos científicos requerem a produção de textos de divulgação científica. Segundo Moy *et al.*,<sup>50</sup> a maioria dos currículos não contempla na formação dos estudantes habilidades de comunicação de conceitos avançados de ciência para o público em geral. Nessa perspectiva, são propostas aos graduandos atividades nas quais criam e/ou editam páginas da *wikipedia* sobre tópicos relacionados à química. Os autores acreditam que, dessa forma, os estudantes aprofundam conhecimentos científicos, aprimoram suas habilidades de escrita, aprendem a trabalhar cooperativamente e desenvolvem a capacidade de adequar a linguagem da ciência para o público em geral. Na mesma perspectiva, Sivey e Lee<sup>34</sup> requisitaram a produção de artigos de divulgação científica a partir de um artigo original de pesquisa. Nas atividades propostas por McMillan e Huerta<sup>26</sup> os estudantes produziram textos para múltiplas audiências: redigiram inicialmente um artigo de revisão para os pares sobre um tópico de seu interesse e a partir deste elaboram um artigo

direcionado a revistas de divulgação científica e depois um pequeno texto para um jornal impresso diário.

Para aprimorar aspectos da linguagem científica, como a clareza e a precisão na produção de textos, Reynolds e Vogel<sup>36</sup> relataram estratégia na qual os estudantes receberam um sistema mecânico simples, contendo várias peças, que deveria ser desmontado e entregue a outro colega juntamente com um texto fornecendo orientações para remontá-lo. A maioria deles, ao receber as peças e o texto produzido pelo colega, usualmente, percebe a dificuldade de escrever um texto com informações precisas.

A segunda e terceira estratégias mais citadas pelos autores foram a *pesquisa de textos científicos na literatura* (54,3%) e a *leitura e interpretação de textos científicos* (53,5%). A pesquisa de textos em bases de dados sobre um tema previamente selecionado pelo professor ou pelo estudante é recorrente, embora ocorra mais como suporte a outras tarefas do que como foco central.<sup>44,27</sup> Existem, no entanto, trabalhos que descrevem estratégias cuja ênfase principal é a pesquisa de informações na literatura. Henderson,<sup>51</sup> por exemplo, relatou a aplicação do jogo *The Chemical Instrumentation Game*, no qual cada um dos grupos participantes pesquisou informações sobre algum instrumento analítico para laboratório químico recentemente lançado no mercado. Em seguida, com base na literatura, reuniram o máximo de argumentos que justificassem a compra do equipamento escolhido. Ao final do semestre ocorreu uma sessão de apresentações orais nas quais os grupos expuseram os seus argumentos e um júri formado por professores da instituição apontou o grupo vencedor. A credibilidade e relevância das fontes de informações serviram como critério de avaliação do trabalho do grupo.

As estratégias de leitura e interpretação de textos científicos são diversificadas. Nas atividades relatadas por Whelan e Zare,<sup>29</sup> os estudantes analisaram um artigo e escreveram um resumo a respeito, no qual expuseram seu entendimento sobre as principais ideias expostas no texto, descreveram as palavras-chaves citadas, os métodos empregados na investigação e a organização das figuras e tabelas etc.. Na proposta de Robinson *et al.*,<sup>3</sup> uma série de exercícios elaborados a partir de trechos de artigos científicos foi sugerida no sentido de levar os estudantes a ler e analisar aspectos relacionados ao conteúdo, linguagem e organização dos dados em cada uma das seções dos textos científicos.

A quarta estratégia mais citada pelos autores foi a *realização de trabalho em grupo* (44,7% dos artigos). Conforme mencionado anteriormente, embora esta seja bastante empregada, na maioria das vezes os autores não a citam explicitamente com o objetivo de desenvolver habilidades de trabalho em grupo. Por outro lado, identificamos artigos nos quais são relatadas atividades em grupo organizadas com o propósito de estimular o trabalho cooperativo. A título de exemplo, citamos o trabalho de Elliot III e Fraiman,<sup>46</sup> no qual os estudantes utilizaram um *software online* para produção de texto cooperativo. O *jigsaw*<sup>52,53</sup> é uma estratégia de trabalho cooperativo que também foi localizada nos artigos analisados.<sup>24,54</sup> No sentido de potencializar os benefícios do trabalho em grupo. Mangurian *et al.*<sup>55</sup> ressaltam a importância da formação de grupos heterogêneos na promoção da aprendizagem, uma vez que os estudantes podem ser mutuamente beneficiados ao entrarem em contato com as diferentes experiências dos demais colegas. Henderson e Busing,<sup>20</sup> com o intuito de estimular a contribuição efetiva de todos os membros do grupo na realização das tarefas, empregaram uma ferramenta de avaliação intragrupal, de modo que cada um dos membros analisa anonimamente o grau de participação dos demais no grupo, atribuindo-lhes uma nota de acordo com critérios fornecidos pelo professor.

A quinta estratégia mais citada pelos autores foi a *apresentação oral de trabalhos científicos* (29,8%). Um aspecto comum é a realização de várias apresentações, cuja complexidade do tema e/ou

tempo requerido vão aumentado progressivamente.<sup>25</sup> Na atividade proposta por Meyer,<sup>56</sup> foram realizadas várias apresentações orais que estimularam os estudantes a desenvolver gradativamente suas habilidades. Inicialmente as tarefas foram realizadas em grupo e depois individualmente. As primeiras exposições foram realizadas a partir de textos de divulgação científica, depois de artigos cujos temas eram escolhidos livremente pelo estudante e, para as últimas apresentações, o professor passou a especificar o tipo de fonte e tema a ser adotado. Além disso, o tempo exigido para cada apresentação foi aumentando (de 2 a 3 minutos para cada estudante no primeiro dia até 12 minutos nas últimas apresentações).

A sexta estratégia mais citada pelos autores foi a *atividade de peer review* (28,0%), na qual documentos científicos são produzidos e avaliados por pares. Na proposta relatada por Gragson e Hagen,<sup>57</sup> os estudantes redigiram inicialmente relatórios de laboratório e os avaliaram por meio de uma estratégia de *peer review* denominada Ciclo da Escrita. Organizados em grupos formados por três membros, foi atribuído a cada um dos estudantes um dos seguintes papéis: o de autor, que redige o relatório, seguindo os padrões exigidos; o de revisor, que faz as correções do texto seguindo um guia para revisão do texto; e o de editor, que analisa as sugestões do revisor, repassando-as ao autor, e verifica as correções realizadas no texto final. Na redação dos demais relatórios solicitados na disciplina, os papéis dos estudantes foram invertidos, de tal forma que se favorecesse o desenvolvimento da capacidade de escrita científica, leitura crítica do texto e tomada de decisões frente às sugestões indicadas pelo revisor.

A estratégia de *peer review* nem sempre ocorre apenas entre estudantes de ciências. Existem iniciativas nas quais ela se pauta na colaboração entre estudantes de cursos de letras e de química<sup>11</sup> e biologia.<sup>12</sup> Nesses casos, os graduandos em química e biologia produziram textos que foram avaliados quanto a seus aspectos linguísticos por colegas de cursos de letras. A parceria revelou-se proveitosa: os estudantes de letras tiveram a oportunidade de conhecer melhor características típicas de textos científicos e aplicaram os conhecimentos próprios de sua área na correção dos mesmos; e os estudantes de ciências aprimoraram suas habilidades de escrita a partir dos comentários fornecidos pelos colegas de letras.

Outro aspecto importante verificado nas atividades que aplicam estratégias de *peer review* é a quantidade de informações e orientações que os estudantes recebem para realizar tarefas dessa natureza. Em alguns casos, o professor apenas instrui os estudantes a fazer comentários gerais sobre cada uma das seções do trabalho analisado ou sobre questões mais amplas como organização do texto, linguagem etc., não esclarecendo os detalhes a serem observados ou estabelecendo critérios bem definidos para o processo de avaliação.<sup>13,40,46</sup> Em outras situações, no entanto, o professor prepara um material específico para orientar o processo de *peer review*, fornecendo-lhes detalhes sobre os aspectos a serem considerados na análise de tipos específicos de trabalhos, tais como textos no formato de artigos científicos,<sup>32</sup> apresentações orais<sup>25,56</sup> e painéis.<sup>20</sup> Em alguns casos, são fornecidos guias para avaliação tipicamente usados em revistas científicas da área ou até mesmo exemplos de pareceres sobre trabalhos analisados pelo professor.<sup>43,58</sup>

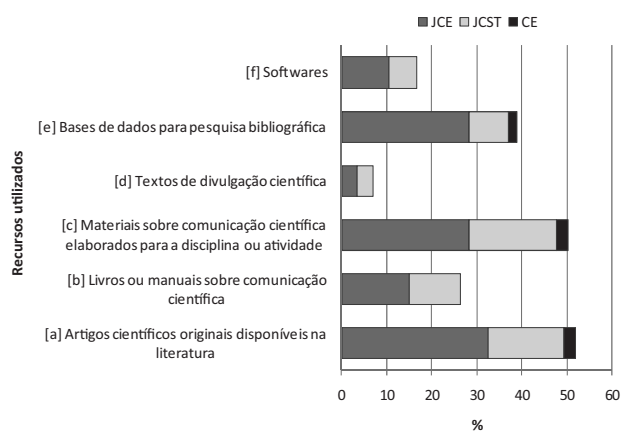
A sétima estratégia mais citada pelos autores foi a *elaboração e apresentação de painéis* (15,8%). Muitos trabalhos relatam a requisição de elaboração de painéis, a partir de dados obtidos no laboratório, e a sua apresentação para os demais colegas em sessão organizada com esse propósito.<sup>59</sup> Segundo Wimpfheimer,<sup>60</sup> a apresentação de painéis como estratégia didática estimula a criatividade, é menos exigente que uma apresentação oral formal, é mais motivadora que a redação de relatórios tradicionais e ainda possibilita a avaliação de trabalhos dos colegas.

Em algumas estratégias, os painéis foram apresentados durante a aula, apenas para os colegas e professor da turma,<sup>61</sup> sendo empregados como ferramenta de avaliação da aprendizagem, em substituição às provas escritas tradicionais.<sup>42</sup> Por outro lado, em várias atividades envolvendo esse tipo de documento científico os trabalhos produzidos foram expostos também para os demais membros da faculdade durante sessões de painéis abertas ao público,<sup>5,13,20</sup> proporcionando um ambiente mais próximo ao que ocorre em um encontro científico propriamente dito.

Com base na análise das estratégias didáticas adotadas pelos autores percebemos que estas são muito diversificadas, embora tarefas envolvendo a pesquisa, leitura e escrita de textos científicos foram mais uma vez priorizadas nas escolhas dos professores. As demais estratégias mencionadas também mimetizam algumas práticas de comunicação científica comuns entre pesquisadores – possivelmente reflexo da própria formação e atuação dos professores dos cursos nas quais as atividades foram aplicadas. Apesar da importância desse componente formativo para os estudantes de cursos de ciências do ensino superior, consideramos também bastante válidas algumas estratégias nas quais estes puderam explorar outros campos de atuação da química que não a pesquisa científica. Essa perspectiva também é apontada por Zucco,<sup>62</sup> o qual critica o fato de que “a maioria dos Químicos é formada com orientação tipicamente voltada para uma pós-graduação como um fim em si mesma” e, além disso, muitos desconhecem “universo ligado à prática da Química: empresas, produtos, processos, patentes e aplicações” (p.13).

## Materiais e recursos didáticos utilizados

Localizamos ainda nos artigos selecionados os materiais e recursos didáticos mais utilizados nas atividades direcionadas ao aprimoramento das habilidades de comunicação científica. A Tabela 5S (Material Suplementar) indica os artigos selecionados do JCE, do JCST e do CE que citam a utilização dos recursos didáticos identificados. Na Figura 4 apresentamos a distribuição percentual dos artigos de acordo com os recursos e com a revista pesquisada.



**Figura 4.** Distribuição percentual total (n=114) dos artigos selecionados do *Journal of Chemical Education* (JCE), do *Journal of College Science Teaching* (JCST) e do *The Chemical Educator* (CE) de acordo com os materiais e recursos didáticos empregados nas atividades relacionadas à comunicação científica

O recurso mais citado pelos autores foi o *artigo científico original* (51,8%), uma vez que pode servir como suporte, direta ou indiretamente, a diversas estratégias didáticas e aos mais variados objetivos relacionados à comunicação científica. Os seguintes critérios foram, usualmente, adotados na seleção dos artigos e se relacionam aos

próprios objetivos da atividade didática: razoavelmente curtos, bem redigidos, com linguagem simples e abarcando assuntos que façam parte do currículo do curso e despertem o interesse dos estudantes.<sup>63</sup>

Embora os artigos selecionados sejam geralmente trabalhos publicados recentemente, identificamos atividades que utilizaram tanto artigos atuais quanto artigos clássicos (que foram emblemáticos na divulgação de um novo método ou teoria), com o intuito de levar os estudantes a explorar as diferenças entre os dois tipos de textos e a compreender a construção do conhecimento científico.<sup>24</sup> Na perspectiva da promoção de discussões sobre aspectos da construção do conhecimento científico, foram também selecionados artigos que expressam posicionamentos distintos frente a um mesmo assunto.<sup>54</sup>

O segundo recurso mais citado pelos autores foi o *material sobre comunicação científica, elaborado especificamente para a disciplina ou atividade* (50,0%). Alguns materiais se caracterizam como recortes de artigos científicos, que são fornecidos aos estudantes no intuito de destacar sutilezas da escrita científica. No trabalho de McClure,<sup>15</sup> por exemplo, foi produzido pelo professor um manual contendo descrição detalhada de cada seção de um trabalho de natureza científica. Carlson,<sup>64</sup> por sua vez, para auxiliar os estudantes no processo da escrita científica, elaborou uma ferramenta apresentando diversas questões – “o que você fez?”, “onde?”, “como?”, “quando?”, “por quê?”, “o que você encontrou?” – seguidas de exemplos extraídos de textos científicos que as respondem.

Identificamos também uma grande variedade de materiais didáticos que foram produzidos para as mais distintas finalidades: manuais para a redação de relatórios de laboratórios e para produção de painéis científicos;<sup>13</sup> exercícios para a realização de buscas de informações em fontes de pesquisa na literatura;<sup>55</sup> exercícios relacionados aos uso correto de citações bibliográficas e ao plágio na escrita científica;<sup>23</sup> guia para orientação aos estudantes na leitura e análise crítica de artigos científicos e produção de resumo sobre os mesmos;<sup>65</sup> materiais abordando aspectos sobre a dinâmica das publicações científicas e o processo de *peer review*.<sup>4</sup>

O terceiro recurso mais citado pelos autores foi *base de dados para pesquisa bibliográfica* (38,6%). Na área de química, por exemplo, foram empregadas tanto fontes de pesquisa impressas, como o tradicional *Chemical Abstracts*,<sup>16</sup> quanto sua versão *online*, o *Scifinder Scholar*.<sup>30</sup> Várias bases de dados para pesquisa de artigos em periódicos científicos também foram utilizadas, como *PubMed*, *MathSciNet*, *Medline*, *ISI Web of Science*, dentre outras.

O quarto recurso mais citado pelos autores foi *livro ou manual sobre comunicação científica* (26,3%). Nas atividades descritas por Schepman e Hughes<sup>40</sup> são utilizados livros como *A Short Guide to Writing About Chemistry*,<sup>66</sup> o qual descreve de forma simples e concisa como realizar pesquisa bibliográfica, ler e resumir artigos científicos, escrever propostas de pesquisas ou revisão da literatura e preparar apresentações orais. O livro *Dazzle 'em with Style: the art of oral scientific presentation*<sup>67</sup> foi usado por Meyer<sup>56</sup> para discutir com os estudantes aspectos sobre a fala e a estrutura de apresentações orais. Outro livro adotado pelos autores é o *The ACS Style Guide*,<sup>68</sup> empregado para orientar os estudantes em diversos aspectos da produção e apresentação de trabalhos científicos. O livro, publicado pela *American Chemical Society*, foi utilizado com frequência nas atividades didáticas.

As discussões sobre ética na ciência são geralmente implementadas em sala de aula a partir da leitura e discussão de estudos de casos envolvendo dilemas éticos descritos no livro *On Being a Scientist: responsible conduct in research*.<sup>69</sup> Para auxiliar os estudantes na compreensão de aspectos inerentes à pesquisa científica, Fielzen e Cooper<sup>21</sup> adotaram o livro *The Transformed Cell: unlocking the mysteries of cancer*,<sup>70</sup> dividido em cinco partes que exemplificam as etapas de uma investigação científica.

O quinto recurso mais citado pelos autores foi *software* (16,6%). Os softwares foram empregados, via de regra, para auxiliar os estudantes na elaboração de painéis e/ou slides para apresentações orais, tais como o *Power Point* ou *ISIS/Draw*.<sup>51,56</sup> Foram também utilizados softwares para a construção de estruturas químicas, como o *ChemDraw*.<sup>13,30</sup>

Os softwares serviram, em geral, apenas como suporte às atividades didáticas. No entanto, em determinados casos, representaram o ponto central das tarefas relacionadas à comunicação científica. No trabalho de Elliot III e Fraiman,<sup>46</sup> por exemplo, os estudantes elaboraram relatórios de laboratório de forma colaborativa em um espaço virtual denominado *chem-wiki*.<sup>50</sup> O uso desse recurso na elaboração de textos, segundo os autores, trouxe vantagens: os relatórios apresentados nas *wikis* possibilitaram ao estudante ler, escrever e aprofundar as informações de forma não linear, criando e/ou acessando os *hiperlinks* de seu interesse; nas *wikis*, os *hiperlinks* foram criados e/ou editados ao longo do semestre, em um processo que permitiu o aprimoramento gradual de conhecimentos científicos e escrita científica; por meio da *wiki*, o professor acompanhou o processo de produção do texto, observou os erros cometidos e redirecionou o trabalho em grupo.

O sexto recurso mais citado pelos autores foi *texto de divulgação científica* (7,0%). Nas atividades descritas por Sivey e Lee,<sup>34</sup> foram utilizados tanto artigos publicados em revistas de divulgação científica quanto artigos científicos originais. Além dos textos publicados em revistas de divulgação científica, algumas atividades empregaram também jornais voltados ao grande público.

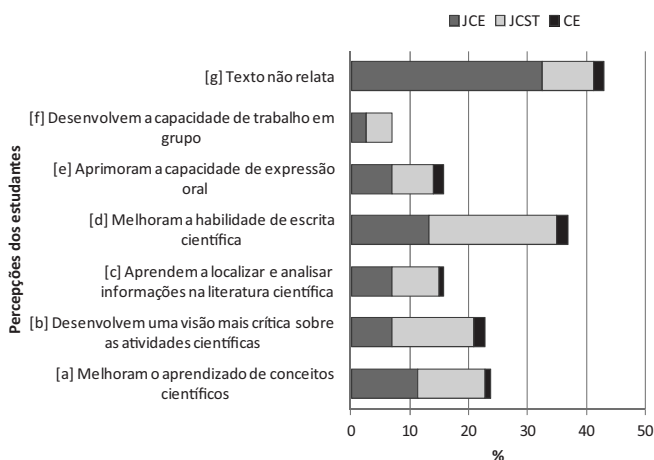
Com relação aos materiais e recursos didáticos adotados nas atividades, verificamos que a maioria é empregada como subsídio às tarefas de escrita científica. Assim, muitos dos artigos científicos da área, livros ou materiais didáticos elaborados e/ou usados na aplicação das atividades são adotados no sentido de fornecer orientações sobre a organização geral de trabalhos de natureza científica.

Cabe destacar que a dinâmica de produção do conhecimento, as questões éticas da pesquisa e o processo de *peer review* são assuntos que também foram levados em conta na seleção de alguns materiais didáticos adotados nas atividades. Dessa forma, percebemos que alguns autores reconhecem a importância do estudante vir a compreender outros aspectos da comunicação científica que não somente sua organização textual. Conforme Zucco, Pessine e Andrade,<sup>71</sup> “ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência, a sua natureza epistemológica, compreendendo o seu processo histórico-social de construção” (p.548) é uma das habilidades essenciais na formação dos graduandos em química.

### Percepções dos estudantes sobre as atividades didáticas

Por fim, analisamos nos artigos selecionados os relatos dos estudantes, bem como suas respostas a questionários aplicados sobre a proposta, com o intuito de identificarmos suas principais percepções quanto aos benefícios das atividades relacionadas à comunicação científica. A Tabela 6S indica os artigos selecionados do JCE, do JCST e do CE que reportam percepções dos estudantes sobre a comunicação científica. Na Figura 5 apresentamos a distribuição percentual dos artigos de acordo com as referidas percepções e com a revista pesquisada.

Verificamos que um percentual significativo dos artigos (42,1%) não descreve as impressões dos estudantes sobre as atividades relacionadas à comunicação científica. Dentre os periódicos pesquisados, o JCE foi o que menos apresentou informações dessa natureza. Talvez pelo fato de que os artigos nele publicados sejam bem menos extensos que aqueles presentes no JCST e CE, o que limitaria os autores quanto à quantidade de informações a serem inseridas no texto.



**Figura 5.** Distribuição percentual total (n=114) dos artigos selecionados do *Journal of Chemical Education* (JCE), do *Journal of College Science Teaching* (JCST) e do *The Chemical Educator* (CE) de acordo com as percepções relatadas pelos estudantes sobre as atividades relacionadas à comunicação científica

Coerente com o fato de que tanto os objetivos quanto as estratégias didáticas implementadas nas atividades foram principalmente direcionados à escrita científica, melhorar tal habilidade foi a impressão mais citada pelos estudantes nos artigos (36,9%). No trabalho de Gragson e Hagen,<sup>57</sup> por exemplo, os estudantes destacam o quanto as estratégias e, sobretudo, os guias produzidos pelos professores para orientá-los nas atividades foram úteis para melhorarem a redação de seus relatórios de laboratório. Com relação às atividades de *peer review* reportadas por Berry e Fawkes,<sup>31</sup> os estudantes, além de relatarem quais partes do texto tiveram mais dificuldades para analisar, ressaltaram a importância das mesmas no aprimoramento de suas habilidades de escrita científica. Os estudantes destacaram também que, por meio das atividades propostas, puderam perceber a importância de uma escrita clara e precisa e desenvolver tal habilidade.<sup>36</sup> O aprimoramento da capacidade de escrita científica também foi citado pelos estudantes no trabalho de Carlson,<sup>64</sup> os quais relataram ainda a importância da mesma para sua vida acadêmica.

As contribuições das atividades de comunicação científica para o aprendizado de conceitos científicos foram citadas pelos estudantes em 23,7% dos artigos analisados. Nessa perspectiva, trabalhos como o de Roecker<sup>63</sup> descrevem relatos nos quais os estudantes ressaltam o quanto as atividades os ajudaram a se preparar para as provas. Os estudantes também destacaram que, durante o processo de redação de relatórios de laboratório, à medida que são levados a explicar o que aconteceu e relatar as variáveis envolvidas no experimento, aprendem melhor.<sup>72</sup>

O desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre as atividades científicas também foi apontada pelos estudantes em 22,8% dos artigos analisados. No trabalho de Widanski e Courtright-Nash<sup>11</sup> os estudantes relatam que atividades como as de *peer review* são extremamente interessantes, pois os aproximam da prática “real” dos cientistas. Em outras atividades relacionadas à comunicação científica, os estudantes reconhecem a importância das mesmas para o desenvolvimento do pensamento crítico e para o melhor entendimento de seu próprio trabalho de pesquisa,<sup>40</sup> para compreender como a ciência é aplicada no mundo real<sup>73</sup> e para reconhecer as etapas de uma investigação científica.<sup>18</sup> Nas atividades descritas por Moran e Hook,<sup>74</sup> os estudantes relatam que puderam reconhecer as divergências que existem na literatura científica e com isso desenvolver novas formas de pensamento sobre a ciência.

Outra contribuição de atividades dessa natureza apontada pelos estudantes em 15,8% dos artigos foi a capacidade de localizar e analisar informações na literatura científica. Nas atividades propostas por Almeida e Liotta,<sup>73</sup> os estudantes comentam que melhoraram suas habilidades de leitura e interpretação de artigos científicos. Além dessa habilidade, os estudantes envolvidos nas atividades propostas por Jacques-Fricke, Hubert e Miller<sup>18</sup> citaram também o desenvolvimento da capacidade de usar adequadamente as fontes bibliográficas para obterem informações úteis em seus trabalhos de pesquisa.

O aprimoramento da capacidade de expressão oral também foi reportado pelos estudantes, conforme identificamos em 15,8% dos artigos. Alguns estudantes ressaltam que por meio das atividades aprenderam a se expressar melhor oralmente.<sup>5</sup> Relataram também que as atividades de apresentação oral os tornaram mais confiantes em relação a seu próprio conhecimento.<sup>75</sup>

O desenvolvimento da capacidade de trabalho em grupo foi relatado pelos estudantes em apenas 7,0% dos artigos. Os estudantes também ressaltam que as atividades lhes permitiram aprender a trabalhar nas atividades de pesquisa tanto de forma independente quanto em grupo.<sup>30</sup> Relataram também que o desenvolvimento da capacidade de trabalho em grupo foi útil na resolução de problemas.<sup>75</sup>

Cabe destacar que tais contribuições não são observadas pelos estudantes como ocorrências desconexas, mas como um conjunto de habilidades úteis diante de várias situações da vida acadêmica e profissional. Alguns estudantes, por exemplo, manifestam o desejo de que as habilidades desenvolvidas nas atividades lhes sejam úteis no futuro e em outros contextos e não somente na área que estão atuando no momento.<sup>30</sup> Essa visão expandida dos benefícios das atividades de comunicação científica também é apontada em outros trabalhos, como no questionário aplicado por Forest e Raine,<sup>4</sup> no qual 89% dos estudantes afirmam que as atividades realizadas poderão beneficiá-los nas futuras disciplinas do curso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferenças entre a linguagem científica e a linguagem comum ou cotidiana são ressaltadas por diversos pesquisadores.<sup>1,76,77</sup> Lombardi e Caballero,<sup>76</sup> por exemplo, apontam que a linguagem comum é mais automática, tem mais relação com o discurso oral e, pelo fato de ser linear, não há necessidade de uma reflexão a cada momento. A linguagem científica é mais semelhante à escrita e requer uma reflexão para compreender sua organização estrutural. Na linguagem cotidiana predominam narrações que relatam sequências lineares de eventos e que expressam um mundo dinâmico no qual os eventos estão constantemente se sucedendo. Na linguagem científica, os processos e eventos são transformados em nomes ou grupos nominais (processo de nominalização). A linguagem cotidiana caracteriza-se pela presença da polissemia, negociação de significados, redundância e variabilidade situacional. Por outro lado, na linguagem científica predominam os significados unívocos, pouco espaço para negociação, a economia e invariabilidade situacional. Transitar entre essas e outras características da linguagem cotidiana e aquelas típicas da linguagem científica se constitui etapa necessária à aprendizagem de ciências, a qual deve ser entendida como um movimento de reconstrução e ampliação de significados, processo pelo qual o aprendiz, por meio da fala, leitura e escrita vai elaborando pensamentos cada vez mais complexos e comunicando-os aos especialistas de modo a se fazer compreender e ser aceito dentro de sua comunidade.<sup>77</sup>

No presente manuscrito mapeamos e discutimos ações promovidas em cursos universitários tendo em vista a apropriação da linguagem científica por parte dos estudantes, o que nos permitiu a tessitura das seguintes considerações:



- Identificamos dois contextos nos quais as ações são desencadeadas: em disciplinas da área de ciências da natureza e em disciplinas ou projetos voltados diretamente para o aprimoramento da comunicação científica. Portanto, é possível afirmar que existe espaço para a efetivação de tais ações nos cursos de graduação em química, mesmo que estas se restrinjam às disciplinas específicas componentes da grade curricular. Nesse contexto, cabe ressaltar a importância da atuação dos professores na busca por estratégias e recursos que facilitem a aplicação e o sucesso de atividades didáticas destinadas à apropriação da linguagem científica.
  - Os dados demonstraram que, de um modo geral, o desenvolvimento de habilidades de escrita, leitura, interpretação e pesquisa de textos científicos é bastante almejado pelos autores promotores das ações. É importante ressaltar que essas habilidades apresentam-se atualmente como essenciais dentro da carreira acadêmica, sobretudo pelo fato de que os pesquisadores e as instituições que os abrigam são avaliados, dentre outros elementos, pelas suas publicações. Assim, o fato da literatura científica exercer um papel relevante no cotidiano da ciência pode explicar porque tais aspectos da comunicação científica estão entre os objetivos mais citados pelos autores. Percebe-se, portanto, a existência de um cenário no qual os estudantes são preparados para exercer tarefas valorizadas dentro do universo acadêmico, bem como seguir os passos adotados por seus professores e reproduzir formas de pesquisar e expressar o conhecimento científico. Por outro lado, são objetivos menos citados nos artigos o fomento ao pensamento crítico e à familiarização com atividades típicas da prática da ciência. O que pode sugerir que até mesmo aqueles professores que se dedicam a aprimorar as habilidades de comunicação científica nem sempre se preocupam em analisar criticamente questões também tão relevantes na formação dos estudantes.
  - A análise dos conteúdos relacionados à comunicação científica abordados nas ações indica a diversidade e a relevância de temas aos quais os estudantes são apresentados. Por outro lado, justamente devido a essa diversidade, a inserção dos temas pode ser viabilizada em distintas disciplinas usualmente presentes nas grades curriculares de cursos de graduação em química. Da mesma forma, a ampla gama de estratégias identificadas na presente revisão também sugere a adequação de algumas delas para aplicação em contextos bastante diversificados. Aspecto este que é de grande valia, pois o professor pode escolher a estratégia a ser colocada em funcionamento dentro de um amplo leque de opções.
- Por fim, embora não tenha sido nosso objetivo traçar um panorama das ações desenvolvidas no contexto nacional, não são muitos os artigos publicados a respeito no nosso país, o que sugere a necessidade de realização de mais investigações sobre o tema da apropriação da linguagem científica e do desenvolvimento da comunicação científica por parte de alunos de graduação em química. Nesse contexto, a presente revisão pretende contribuir de forma significativa para o progresso da discussão sobre a questão.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

Estão disponíveis como Material Suplementar os quadros contendo a lista completa e numeração de todos os artigos selecionados na pesquisa bibliográfica em cada uma das revistas: Quadro 1S, artigos do JCE; Quadro 2S, artigos do JCST; e Quadro 3S, artigos do CE. Também disponíveis como Material Suplementar estão as tabelas nas quais classificamos cada um dos artigos, numerados nos referidos quadros, de acordo com as categorias analisadas: contexto da disciplina, Tabelas 1S; objetivos das atividades, Tabela 2S; conteúdos abordados, Tabela 3S; estratégias didáticas, Tabela 4S; recursos didáticos, Tabela 5S; e percepções dos estudantes sobre as atividades, Tabela

6S. Todos esses materiais são de livre acesso a partir do website da revista Química Nova (<http://quimicanova.sbq.org.br/>).

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à CAPES e à FAPESP (Processo 2011/06555-9) pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

1. Lemke, J. L.; *Aprender a Hablar Ciencia*, Paidós: Buenos Aires, 1997.
2. Oliveira, J. R.; Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2014**, *37*, 1559.
3. Robinson, M. S.; Stoller, F. L.; Horn, B.; Grabe, W.; *J. Chem. Educ.* **2009**, *86*, 45.
4. Forest, K.; Raine, S.; *J. Chem. Educ.* **2009**, *85*, 592.
5. Renaud, J.; Squier, C.; Larsen, S. C.; *J. Chem. Educ.* **2006**, *83*, 1029.
6. Somerville, A. N.; Cardinal, S. K.; *J. Chem. Educ.* **2003**, *80*, 574.
7. Robinson, M. R.; Stoller, F. L.; Jones, J. K.; *J. Chem. Educ.* **2008**, *85*, 650.
8. Walczak, M. M.; *J. Chem. Educ.* **2007**, *84*, 961.
9. Paulson, D. R.; *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 1047.
10. Mabrouk, P. A.; *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 1628.
11. Widanski, B. B.; Courtright-Nash, D.; *J. Chem. Educ.* **2006**, *83*, 1788.
12. Kokkala, I.; Gessell, D. A.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2002**, *32*, 252.
13. Hollenbeck, J. J.; Wixson, E. N.; Geske, G. D.; Dodge, M. W.; Tseng, T. A.; Clauss, A. D.; Blackwell, H. E.; *J. Chem. Educ.* **2006**, *83*, 1835.
14. Gordon, N. R.; Newton, T. A.; Rhodes, G.; Ricci, J. S.; Stebbins, R. G.; Tracy, H. J. *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 53.
15. McClure, C.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2009**, *39*, 20.
16. Currano, J. N.; *J. Chem. Educ.* **2005**, *82*, 484.
17. Jensen Jr, D.; Narske, R.; Ghinazzi, C.; *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 700.
18. Jacques-Fricke, B. T.; Hubert, A.; Miller, S.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2009**, *39*, 24.
19. Houde, A.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2000**, *30*, 184.
20. Henderson, L.; Buising, C.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2001**, *30*, 322.
21. Felzien, L.; Cooper, J.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2005**, *34*, 42.
22. Knabb, M. T.; *J. Coll. Sci. Teach.* **1998**, *28*, 205.
23. Feldman, S.; Anderson, V.; Mangurian, L.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2001**, *30*, 446.
24. Levine, E.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2001**, *31*, 122.
25. Kitazono, A. A.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2010**, *40*, 20.
26. McMillan, V.; Huerta, D.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2002**, *32*, 241.
27. Walczak, M. M.; Jackson, P. T.; *J. Chem. Educ.* **2007**, *84*, 1385.
28. Rosenstein, I. J.; *J. Chem. Educ.* **2005**, *82*, 652.
29. Whelan, R. J.; Zare, R. N.; *J. Chem. Educ.* **2003**, *80*, 904.
30. Carpenter, N. E.; Pappenfus, T. M.; *J. Chem. Educ.* **2009**, *86*, 940.
31. Berry, D. E.; Fawkes, K. L.; *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 57.
32. Witzig, S. B.; Zhao, N.; Abell, S. K.; Weaver, J. C.; Adams, J. E.; Schmidt, F. J.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2010**, *40*, 14.
33. Bressette, A. R.; Breton, G. W.; *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 1626.
34. Sivey, J. D.; Lee, C. M.; *J. Chem. Educ.* **2008**, *85*, 55.
35. Mac, M.; *The Chemical Educator* **2006**, *11*, 29.
36. Reynolds, J.; Vogel, S.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2007**, *36*, 30.
37. Oliveira, J. R. S.; Queiroz, S. L.; *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* **2011**, *4*, 89.
38. Tribe, L.; Cooper, E. L.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2008**, *37*, 38.
39. Ordman, A. B.; *J. Chem. Educ.* **1996**, *73*, 753.
40. Schepmann, H. G.; Hughes, L. A.; *J. Chem. Educ.* **2006**, *83*, 1024.
41. Brown, L. R.; *The Chemical Educator* **2008**, *13*, 54.
42. Mills, P. A.; Sweeney, W. V.; Demeo, S.; Marino, R.; Clarkson, S.; *J. Chem. Educ.* **2000**, *77*, 1158.
43. Shibley Jr., I. A.; Milakofsky, L. M.; Nicotera, C. L.; *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 50.

44. Ablin, L.; *J. Chem. Educ.* **2008**, *85*, 237.
45. Gron, L. U.; Hales, D. A.; Teague, M. W.; *J. Chem. Educ.* **2007**, *84*, 1343.
46. Elliot III, E. W.; Fraiman, A.; *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 54.
47. Rudd II, J. A.; Greenbowe, T. J.; Hand, B.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2001**, *31*, 230.
48. Rudd II, J. A.; Greenbowe, T. J.; Hand, B. M.; Legg, M. J.; *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 1680.
49. Burke, K. A.; Hand, B.; Poock, J.; Greenbowe, T.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2005**, *35*, 36.
50. Moy, C. L.; Locke, J. R.; Coppola, B. P.; Mcneil, A. J.; *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 1159.
51. Henderson, D. E.; *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 412.
52. Johnson, D. W.; Johnson, R. T.; Holubec, E. J.; *Los Nuevos Círculos del Aprendizaje: La Cooperación en el Aula y la Escuela*, Aique: Virginia, 1999.
53. Teodoro, D. L.; Pagotto, J. F.; Motheo, A. J.; Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2011**, *34*, 714; Massi, L.; Cerrutti, B. M.; Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2013**, *36*, 897.
54. Choe, S. W. T.; Drennan, P.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2001**, *30*, 328.
55. Mangurian, L.; Feldman, S.; Clements, J.; Boucher, L.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2001**, *30*, 440.
56. Meyer, G. M.; *J. Chem. Educ.* **2003**, *80*, 1174.
57. Gragson, D. E.; Hagen, J. P.; *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 61.
58. Koprowski, J. L.; *J. Coll. Sci. Teach.* **1997**, *27*, 133.
59. Stukus, P.; Lennox, J. E.; *J. Coll. Sci. Teach.* **1995**, *25*, 135.
60. Wimpfheimer, T.; *J. Chem. Educ.* **2004**, *81*, 1775.
61. Dunstan, M.; Bassinger, P.; *J. Chem. Educ.* **1997**, *74*, 1067.
62. Zucco, C.; *Quim. Nova* **2005**, *28*, S11.
63. Roecker, L.; *J. Chem. Educ.* **2007**, *84*, 1380.
64. Carlson, C.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2007**, *36*, 48.
65. Janick-Buckner, D.; *J. Coll. Sci. Teach.* **1997**, *27*, 29.
66. Beal, H.; Trimbur, J.; *A Short Guide to Writing about Chemistry*, Pearson: New York, 2001.
67. Anholt, R. R. H.; *Dazzle 'em with Style: the Art of Oral Scientific Presentation*, W. H. Freeman and Company: New York, 1994.
68. *The ACS Style Guide*, Dodd, J. S., ed.; American Chemical Society: Washington, 1997.
69. National Science Foundation; *On Being a Scientist: Responsible Conduct in Research*, National Academy Press: Washington, 1995.
70. Rosenberg, S. A.; Barry, J. M.; *The Transformed Cell: Unlocking the Mysteries of Cancer*, G. P. Putnam and Sons: New York, 1992.
71. Zucco, C.; Pessine, F. B. P.; Andrade, J.; *Quim. Nova* **1999**, *22*, 454.
72. Ferzli, M.; Carter, M.; Wiebe, E.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2005**, *35*, 31.
73. Almeida, C. A.; Liotta, L.; *J. Chem. Educ.* **2005**, *82*, 1794.
74. Moran, T.; Hook, S. J.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2006**, *36*, 45.
75. Foote, L. C.; Fitzpatrick, K. A.; *J. Coll. Sci. Teach.* **2004**, *34*, 35.
76. Lombardi, G.; Caballero, C.; *Investigações em Ensino de Ciências* **2007**, *12*, 383.
77. Moraes, R.; Ramos, M. G.; Galiazzi, M. C. Em *Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*; Zanon, L. B.; Maldaner, O. A., eds.; Ed. Unijuí: Ijuí, 2007, p. 191-209.