

A ESTRUTURA DE UM ARTIGO CIENTÍFICO EM ENGENHARIA ¹

Paulo César da Costa Pinheiro e Ricardo Nicolau Nassar Koury

Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG

Av. Antônio Carlos 6627

Fone: (031) 448-5240, 448-5451. Fax: (031) 443-3783

31270-901 Belo Horizonte, MG

RESUMO

Este artigo apresenta uma metodologia para a redação de um trabalho científico. Procuramos aqui apresentar de forma sucinta o delineamento da comunicação científica, de modo que o estudante de engenharia tenha num único texto os fundamentos básicos da sua redação. Este artigo pode servir de guia para a redação dos relatórios de pesquisa e aulas práticas, bem como de revisões bibliográficas.

Este guia de redação tem sido introduzido com sucesso aos alunos da disciplina "Introdução à Engenharia Mecânica" (EMA015), do 1º Período do Curso de Engenharia Mecânica da UFMG. A partir da sua introdução pode-se notar uma grande melhoria na qualidade dos trabalhos apresentados no decorrer do Curso. Esta prática, desde o início, auxilia o aluno a organizar a suas idéias, e melhora o seu desempenho acadêmico ao longo do curso.

ABSTRACT

This paper describes the guidelines for structuring the text of scientific papers. The objective is to present in a concise way the outlines used in scientific communication, enabling the engineering student to gain access in a single text to the fundamentals of technical text writing. This text should prove to be helpful in providing the guidelines for writing research or laboratory classes reports and bibliographic reviews.

The writing guide described here has been tried successfully with students taking the "*Introduction to Mechanical Engineering*" course, which is normally taught during the first semester at the UFMG Mechanical Engineering course. After its introduction a major improvement in the quality of the student's text writing has been noticed. This practice helps the student to organize ideas in a better way, thereby improving academic performance along the engineering course.

PALAVRA-CHAVE: METODOLOGIA

¹PINHEIRO, Paulo César da Costa e KOURY, Ricardo Nicolau Nassar. A Estrutura de um Artigo Científico em Engenharia. In: XXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE-94), 24-27 Outubro 1994, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: ABENGE, Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 1994, p.464-469.

INTRODUÇÃO

O Engenheiro Civil não constrói prédios, o Engenheiro Mecânico não constrói aviões, o Engenheiro Químico não opera uma indústria. Todas estas atividades são realizadas pelos operários. O Engenheiro produz projetos e relatórios. Assim, é de vital importância que o estudante de engenharia aprenda desde o princípio a redigir corretamente um relatório de engenharia.

O artigo científico ideal deve ser claro, preciso, conciso, direto, usar corretamente a linguagem técnica e conter algumas seções essenciais, dispostas na ordem lógica. O leitor deve rapidamente ter uma visão global e clara do propósito, método utilizado e das conclusões. A organização deve ser tal que ele possa, rapidamente, localizar qualquer seção para maiores detalhes.

Existem muitos esquemas de organização de trabalhos científicos [1-14]. Entretanto, muitas vezes o método não atinge os objetivos iniciais. Talvez o principal erro seja a falta de seqüência lógica. O resultado deste erro é que o leitor fica confuso e perde a visão global do trabalho. Muitos artigos são uma coleção aleatória de conclusões, problemas, dados, objetivos, procedimentos e discussão. Outro erro grave é um tamanho excessivo. Muitos artigos estão cheios de detalhes e repetições desnecessárias, provocadas pela falta de organização, fazendo com que o leitor perca a compreensão do trabalho. Alguns artigos omitem seções essenciais, tais como a definição e apresentação do problema. Os dados muitas vezes são apresentados por gráficos pobres ou por um emaranhado de tabelas, figuras e descrições gerais.

A redação de um artigo científico pode ser melhorada de vários meios. É essencial que o autor saiba pensar e planejar de modo lógico. Ele deve ter uma boa ortografia e redação. Assim, o autor deve estudar a técnica de redação técnica e praticar extensivamente, a redação. Ele deve analisar, cuidadosamente, o público alvo, e se o artigo for submetido à publicação, a política de onde será publicado. Ele deve relacionar as idéias básicas, arranjá-las na ordem lógica e então detalhar o texto. O uso de um processador de textos é utilitário muito poderoso nesse ponto [3,4]. É recomendável submeter o esquema e o texto definitivo à apreciação de especialistas do assunto.

A ORGANIZAÇÃO DE UM ARTIGO CIENTÍFICO

É apresentado a seguir um esquema que pode ser usado na maioria dos relatórios de trabalhos experimentais. Ele contém as seções essenciais, arranjadas de tal maneira que o leitor possa seguir a seqüência de ideias facilmente. Em função dos objetivos do artigo, algumas seções podem ser reduzidas ou mesmo omitidas. Deve ser lembrado que esta não é uma receita infalível. Este esquema deve ser um guia e não uma fórmula mágica. Se a iniciativa pessoal do autor for tolhida, o resultado será um artigo mecanizado e sem atrativos.

O Sumário permite o leitor potencial verificar se o artigo é de seu interesse e se deve ler o artigo ou não. Caso decida ler, o sumário apresenta a seqüência global do artigo. Ele deve definir o problema estudado, mostrar a essência do trabalho experimental ou teórico e apresentar as conclusões mais importantes. O autor deve ter em mente que o sumário poderá ser a única parte do texto lida.

Na introdução, deve ser clara a apresentação do problema. A supressão deste ponto, ou a falta de clareza na sua apresentação, é muito comum e um sério erro de redação técnica. Ele deve realçar os objetivos do trabalho e preparar o leitor para o resto do trabalho.

- I - Sumário.
- II - Introdução.
 - A - Apresentação do problema.
 - B - Análise do problema.
 - C - Revisão bibliográfica.
 - D - Objetivos deste trabalho.
- III - Materiais e Métodos (Trabalho experimental).
 - A - Aparelhos e equipamentos.
 - B - Materiais.
 - C - Procedimento.
 - D - Resultados.
- IV - Discussão.
 - A - Análise teórica.
 - B - Modelamento matemático.
 - C - Análise do trabalho experimental.
 - D - Análise dos resultados.
 - E - Análise de erros (possíveis e conhecidos).
 - F - Deficiências do trabalho.
 - G - Sugestões para trabalhos futuros.
- V - Conclusões.
- VI - Referências.
- VII- Apêndices.

A análise do problema explica a existência do problema e mostra as vantagens que a solução adotada apresenta. Esta análise é bastante flexível e pode conter tanto dados descritivos quanto revisão bibliográfica.

A Revisão Bibliográfica pode ser omitida em muitos artigos. Entretanto é desejável situar o trabalho em relação ao "estado da arte" do assunto em análise. Na maioria das vezes é recomendável apresentar somente uma pesquisa bibliográfica básica. Só ocasionalmente é necessário apresentar uma longa pesquisa bibliográfica. A decisão do que incluir deve ser feita por uma avaliação cuidadosa dos objetivos de publicação.

Os Objetivos do Trabalho são muitas vezes omitidos nos artigos curtos, mas usualmente um breve item descrevendo as perspectivas da seção trabalho experimental torna mais fácil a sua compreensão.

A seção Materiais e Métodos é normalmente bastante minuciosa. Ela deve ser escrita de forma que o leitor possa reproduzir o trabalho realizado e obter os mesmos resultados do autor, seguindo passo a passo o procedimento apresentado. Aparelhos e equipamentos utilizados e fluxogramas de processo, são muitas vezes melhor descritos por fotografias e desenhos do que por texto. Os materiais, os métodos de preparação e a característica dos materiais e produtos devem ser descritas cuidadosamente. Entretanto, os procedimentos não devem ser discutidos muito minuciosamente, com detalhes supérfluos, pois gastará muito espaço, e custará a omissão de outros

pontos mais essenciais.

A apresentação dos Resultados envolve alguns problemas e dificuldades. Resultados devem ser apresentados de forma clara, padronizada e em detalhes suficientes para justificar as conclusões. Os dados podem ser inseridos imediatamente após a descrição do trabalho experimental usado para obtê-los, ou agrupados no fim da seção procedimento. A melhor posição depende da natureza e objetivos do artigo. A forma dos dados (tabelas, gráficos, figuras e fotografias) deve ser cuidadosamente analisada. Normalmente os gráficos facilitam comparações e economizam espaço. Tabelas longas e complexas tendem a ser confusas, mas auxiliam a reprodução dos resultados. Fotografias são muitas vezes melhores que uma descrição literal. Se a utilização dos gráficos for deficitária, e os dados não serão corretamente valorizados. O título do gráfico deve descrever de modo preciso o seu conteúdo, os eixos deve ser descritos, indicando as unidades utilizadas. Linhas de "grid" podem ser usadas, mas finas e com cuidado para não confundir. As curvas devem ser mais grossas que as linhas do "grid", e a abscissa deve ser sempre usada para a variável independente. A menos que os dados sejam contínuos, nas curvas devem apresentar os pontos dos resultados experimentais, sendo permitida linhas de correlação e interpolação.

A Discussão é a parte mais difícil de se escrever em um artigo. Uma análise cuidadosa deve ser realizada, para evitar que a discussão se torne demasiadamente longa. A análise teórica pode ser curta, e a matemática, se aplicável, deve ser valorizada. As referências bibliográficas são fundamentais nesta seção.

O Trabalho Experimental, suas diversas etapas, conseqüências e partes obscuras, são melhor analisadas nesta seção. Isto é preferível a quebrar a continuidade da descrição do procedimento. Contudo, em muitos artigos não é necessário esta parte da discussão.

A Análise dos Resultados é uma das seções mais importantes. Ela serve como elo de ligação entre as conclusões e os dados brutos. O autor interpreta os resultados baseado na análise teórica, e em resultados de outros autores e mostra a relação entre os resultados e o problema.

A Incerteza está sempre presente num trabalho experimental, mas é totalmente ignorada pela grande maioria dos autores. Muitos artigos são quase inúteis porque não apresentam a precisão obtida, sendo assim necessária a repetição do trabalho. As incertezas devem ser sempre analisadas, ou pelo menos mencionadas, tanto as incertezas conhecidas e limites de precisão, quanto as incertezas avaliadas. A omissão da análise de incertezas é grave, e fonte de críticas.

Deficiências e limitações do trabalho. As deficiências oriundas dos erros presentes nos dados devem ser analisadas: deficiências de objetivos, de metodologia ou de resultados, bem como a menção do que deixou de ser abordado. Cabe ao autor detectar as deficiências de seu próprio trabalho, antes dos seus leitores.

Sugestões de trabalhos futuros. Se planos para futuros trabalhos são derivados diretamente deste estudo, tais sugestões e propostas devem ser apresentadas e são úteis para outros pesquisadores.

As Conclusões são a parte mais importante do artigo, e um extremo cuidado deve ser tomado. As conclusões devem procurar solucionar o problema estabelecido na introdução. Elas devem ser completamente validadas pelos dados obtidos, talvez suplementadas pelas referencias de outros trabalhos. Elas devem ser apresentadas de tal modo que possam ser isoladas do corpo do artigo e, ainda assim, permanecer válidas. É só esta seção do artigo que é normalmente publicada nos "reviews" e "abstracts".

Referências bibliográficas são apresentadas no fim do artigo, e servem como guia para pesquisadores interessados em usa-las, ao fazer um estudo mais aprofundado do assunto. As referências podem ser listadas na ordem de citação no artigo ou em ordem alfabética dos autores. O último método é mais utilizado, mas o outro tem sido muito utilizado atualmente. A apresentação das referências deve seguir o padrão ABNT (Brasil) ou outro (internacional) [12].

Os Apêndices devem incluir informações importantes que suportam o corpo do trabalho: folhas de cálculo, tabelas e gráficos usados nos cálculos, listagens etc.

O mais importante predicado de qualquer artigo científico é a precisão. Uma revisão efetuada por várias pessoas é útil para reduzir o número de erros nos dados numéricos, ortografia e gramática. O autor deve, cuidadosamente, se prevenir de falhas na organização, coerência e perspectivas. O artigo deve ser inteligível, de modo a levar precisamente as idéias do autor para o leitor. Somente com uma organização e redação cuidadosa pode-se atingir este objetivo.

Devido ao imenso volume de literatura técnica, é desejável que os artigos sejam o mais concisos possível. Esta necessidade muitas vezes, demanda grande concisão e, muitas vezes omissão de algumas seções do esquema apresentado. Entretanto, a continuidade é importante. A apresentação adequada do problema, dos dados e das conclusões nunca deve ser sacrificada. Com um treinamento apropriado, uso da lógica e organização, e cuidado na redação, pode-se transformar um emaranhado de fatos, dados e conclusões em um artigo que reflita o método científico usado pelo autor.

A AVALIAÇÃO

A fim de mostrar aos alunos que os relatórios em si são tão importantes quando as informações que eles contêm, a avaliação deve ser tanto baseada na forma quanto ao conteúdo técnico. Clareza e lógica são tão importantes quanto gramática e vocabulário. Para a avaliação dos relatórios, temos usado os critérios abaixo, adaptados da proposta de Katz e Warner [9]:

Forma (5 pontos)		Conteúdo (5 pontos)	
Apresentação		Procedimento	
Redação		Profundidade	
Clareza e coerência		Originalidade	
Recursos Gráficos		Precisão	
Pontualidade		Esforço	

CONCLUSÕES

Este guia de redação tem sido introduzido com sucesso aos alunos da disciplina "Introdução à Engenharia Mecânica" (EMA015), do 1º Período do Curso de Engenharia Mecânica da UFMG. A partir da sua introdução notou-se que os alunos tiveram mais segurança e uma grande melhoria na qualidade dos trabalhos apresentados. Além de ensinar as técnicas básicas da redação técnica, procurou-se ensinar como registrar, organizar e interpretar os dados objetivamente, como usar e interpretar gráficos gerados por dados empíricos, e a pensar de modo lógico, objetivo e científico, não somente ao realizar a pesquisa mas também ao redigir o relatório. Esta prática, desde o início, auxilia o aluno a organizar as suas idéias, e melhora o seu desempenho acadêmico ao longo do curso.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AZEVEDO NETTO José. Como Preparar um Relatório. Revista DAE, v.33, n.93, Dezembro 1973, p.70-83.
- [2] BAZZO W.A. PEREIRA L.T.V. Introdução à Engenharia. Editora da UFSC, 3ªed, 198p.
- [3] DIGREGORIO K. Pick Up The Page of Your Writing. Chemical Engineering, v.98, n.12, p.117,8, 20, 22, Dezembro 1991.
- [4] DOBEAR G.G. The Expandable Page. Use a Word Processor to Improve Your Report Writing. Chemical Engineering v.97, n.5, p.157,8,60, Maio 1990.
- [5] GREENE R. You Can Write for Publication. Chemical Engineering, v.87, n.17, p.99-100, 102, 25 Agosto 1985.
- [6] HISSONG D.W. Write and Presents Persuasive Reports. Chemical Engineering, v.84, n.14, p.131-132, 134, 4 Julho 1977.
- [7] HOLMAN J.P. Report Writing and Presentations. Experimental Methods for Engineers. Singapura, McGraw-Hill International Ed, 1989, p. 511-529.
- [8] HUDGINS R.R. Tips on Teaching Report Writing. Chemical Engineering Education, v.21, n.3, p.130-132, Summer 87.
- [9] KATZ P.S. WARNER T.E. Writing as a Tool for Learning. IEEE Trans. on Education, v.31, n.3, Agosto 1988.
- [10] KUJAWSKI R.A. Follow These Rules To Write Good Instructions. Chemical Engineering, v. , n. , p.107-110, 15 Abril 1985.
- [11] SPECTOR T. Writing a Scientific Manuscript. Journal of Chemical Education, v.71, n.6. p.47-50, Janeiro 1994.
- [12] UNESCO. Guia Para Redação de Artigos Científicos Destinados à Publicação. Belo Horizonte, Escola de Biblioteconomia da UFMG, 1969, 19p.
- [13] VASCONCELOS A.C. et alii. Manual para Normalização de Publicações Técnicas-Científicas. Editora UFMG, 2ªed, 1992, 167p.
- [14] ZAKON A. Instruções para Apresentação de Textos Técnicos. Revista Brasileira de Engenharia Química, v.10, n.3, p.26-28, Dezembro 1987.