



Prof. Paulo Sérgio Moscon

Como Desenvolver um Artigo Científico

Objetivo deste material

Este material apresenta princípios gerais para a elaboração de um artigo científico, com ênfase na organização lógica da investigação, na comunicação dos resultados e na construção de uma argumentação sustentada por evidências. Mais do que estabelecer um formato rígido, pretende-se mostrar a função desempenhada por cada parte do artigo e como essas partes se articulam para responder a uma questão científica.

Embora diferentes áreas do conhecimento e periódicos adotem estruturas e normas próprias, artigos de pesquisa experimental compartilham uma lógica fundamental: parte-se de um problema relevante e devidamente contextualizado, estabelece-se uma questão ou objetivo, descreve-se uma estratégia experimental capaz de investigá-lo, apresentam-se os resultados obtidos e discutem-se suas implicações à luz do conhecimento existente.

Nos relatórios de Física Experimental, essa estrutura pode ser adotada também para experimentos envolvendo fenômenos já bem estabelecidos. Nesses casos, o objetivo não é produzir conhecimento científico inédito, mas utilizar problemas clássicos como exercício de investigação e, principalmente, como treinamento para a redação de trabalhos científicos.

1. O Artigo Científico

Um artigo científico é uma forma estruturada de comunicar uma investigação. Seu propósito não é simplesmente apresentar informações sobre determinado assunto, mas construir uma narrativa científica que permita ao leitor compreender qual problema foi investigado, por que ele é relevante, como foi estudado, quais evidências foram obtidas e quais conclusões podem ser sustentadas por essas evidências.

Um bom artigo deve permitir que um leitor com formação na área geral, ainda que não seja especialista no problema específico, compreenda a motivação do estudo, acompanhe o raciocínio empregado e avalie criticamente os resultados e as conclusões apresentadas.

A redação científica deve, portanto, privilegiar clareza, precisão, objetividade e coerência. Afirmativas científicas devem ser sustentadas por referências, fundamentos teóricos ou evidências experimentais. Resultados devem ser apresentados de maneira quantitativa sempre que possível, incluindo incertezas e limitações pertinentes. Divergências entre experimento e teoria não devem ser ocultadas: fazem parte da análise científica e devem ser discutidas.

2. A Lógica de uma Investigação Científica

Antes da redação do artigo, deve estar claro qual é a questão científica que orienta o trabalho. Uma investigação pode, por exemplo, buscar determinar uma grandeza física, testar uma previsão teórica, estabelecer uma relação entre variáveis, caracterizar um fenômeno, comparar modelos ou métodos, investigar a influência de determinado parâmetro ou explorar um comportamento ainda não suficientemente compreendido.

Em trabalhos de pesquisa original, essa questão geralmente emerge do conhecimento acumulado sobre o tema. A literatura científica permite identificar o que já se conhece, quais resultados permanecem controversos, quais limitações existem nos estudos anteriores e quais aspectos ainda precisam ser investigados. A contribuição do novo trabalho deve ser compreendida nesse contexto.

Em atividades experimentais de graduação, entretanto, muitos dos fenômenos investigados são clássicos e suas explicações já estão estabelecidas. Nesses casos, não existe necessariamente uma lacuna real no conhecimento científico. Para fins de formação, o experimento pode ser tratado como uma questão científica a ser investigada a partir das evidências produzidas pelo próprio estudante. Essa abordagem permite reproduzir a lógica de uma pesquisa original sem atribuir artificialmente novidade científica ao fenômeno estudado – a mesma adaptação discutida nos materiais *Como Escrever um Resumo* e *Como Escrever uma Introdução*.

3. Estrutura Geral

A estrutura exata de um artigo depende da área de conhecimento e das normas do periódico ao qual será submetido. Em trabalhos experimentais, entretanto, é comum encontrar os elementos descritos a seguir.

Título

Deve identificar com precisão o conteúdo principal do trabalho. Um bom título é informativo, específico e suficientemente conciso para que o leitor reconheça imediatamente o tema investigado.

Autores e afiliações

Identificam os responsáveis pelo trabalho e as instituições às quais estão vinculados. A ordem dos autores e os critérios de autoria seguem convenções próprias de cada área e devem refletir adequadamente as contribuições realizadas.

Resumo

Apresenta, em um único texto conciso e autossuficiente, o que foi realizado, os métodos essenciais empregados, os principais resultados quantitativos e as conclusões decorrentes do estudo. Deve permitir que o leitor compreenda os aspectos fundamentais do trabalho sem consultar inicialmente o restante do artigo (veja o material *Como Escrever um Resumo*).

Palavras-chave

Identificam os principais conceitos, fenômenos, métodos ou sistemas abordados e auxiliam na indexação e recuperação do artigo em bases de dados.

Introdução

Conduz o leitor do contexto mais amplo até o problema específico investigado. Deve apresentar a relevância científica ou tecnológica do tema, os fundamentos necessários à compreensão do trabalho, o conhecimento já existente, as questões ainda pertinentes e, ao final, o problema e os objetivos da investigação. Quando apropriado, aspectos históricos e aplicações podem ser utilizados para estabelecer a importância do tema e construir a narrativa científica (veja o material *Como Escrever uma Introdução*).

Metodologia ou Procedimento Experimental

Descreve como a investigação foi realizada. Deve fornecer informação suficiente para que o leitor compreenda a origem dos dados e, idealmente, possa reproduzir o experimento. Devem ser apresentados os equipamentos e materiais relevantes, configurações experimentais, procedimentos de medida, condições utilizadas e métodos de tratamento e análise dos dados.

Resultados

Apresenta as evidências produzidas pelo trabalho. Dados devem ser organizados de maneira clara por meio de texto, tabelas, gráficos ou figuras, evitando repetição desnecessária da mesma informação. Grandezas experimentais devem ser acompanhadas das respectivas unidades e, quando pertinente, de suas incertezas.

Discussão

Interpreta os resultados. É nessa seção que se confrontam experimento e teoria, analisam-se tendências, compatibilidades e divergências, comparam-se os resultados com trabalhos anteriores e discutem-se limitações experimentais e possíveis explicações físicas. A discussão deve distinguir claramente aquilo que os dados demonstram daquilo que constitui interpretação ou hipótese.

Conclusões

Respondem de maneira sintética à questão que motivou o trabalho. Devem decorrer diretamente dos resultados apresentados e discutidos, destacando os principais achados, sua relevância e suas limitações. Quando pertinente, podem indicar questões que permanecem abertas ou possibilidades de continuidade da investigação.

Referências

Reúnem as fontes efetivamente utilizadas na construção e discussão do trabalho. As referências permitem identificar a origem das informações, reconhecer trabalhos anteriores e situar a investigação no conhecimento científico existente.

Dependendo da área ou do periódico, **Resultados** e **Discussão** podem constituir uma única seção.

4. O Artigo como uma Argumentação Científica

As diferentes seções de um artigo não devem ser entendidas como partes independentes preenchidas sucessivamente. Elas constituem uma única argumentação.

- **A Introdução** estabelece: por que este problema deve ser investigado e o que se pretende descobrir?
- **A Metodologia** estabelece: como foram produzidas evidências capazes de responder a essa pergunta?
- **Os Resultados** mostram: o que foi observado ou medido?
- **A Discussão** pergunta: o que essas observações significam e em que medida respondem ao problema inicialmente proposto?
- **A Conclusão** estabelece: o que pode efetivamente ser afirmado a partir das evidências obtidas?

Essa continuidade é uma das características fundamentais de um bom artigo científico. Objetivos apresentados na Introdução devem encontrar correspondência nos métodos empregados; os métodos devem produzir os resultados necessários para responder aos objetivos; e as conclusões devem ser sustentadas por esses resultados.

5. Princípios de Redação Científica

A qualidade científica de um trabalho não depende de uma linguagem excessivamente complexa. Ao contrário, deve-se buscar a forma mais clara e precisa de comunicar cada ideia. Termos técnicos são necessários quando possuem significado específico, mas construções rebuscadas que não acrescentam precisão devem ser evitadas.

Também devem ser evitadas afirmações mais fortes do que aquelas permitidas pelos dados. Um resultado experimental raramente “prova definitivamente” uma teoria. Os dados podem ser compatíveis ou incompatíveis com determinada previsão dentro das condições e incertezas do experimento.

A incerteza não representa uma falha da medida, mas uma característica inerente ao processo experimental. Por isso, valores experimentais, comparações quantitativas, análise de incertezas e discussão das limitações do método constituem partes essenciais da comunicação científica.

Finalmente, um artigo científico não deve ser escrito como uma sequência cronológica das atividades realizadas. Sua organização deve seguir a **lógica científica da investigação**, selecionando e ordenando as informações necessárias para que o leitor compreenda o problema, avalie as evidências e acompanhe o caminho que conduz às conclusões.

6. Práticas de Redação a Evitar

Algumas construções frequentes em textos acadêmicos dificultam a avaliação científica do trabalho. As orientações abaixo não devem ser entendidas como uma lista mecânica de “palavras proibidas”, mas como exemplos de problemas de precisão, sustentação e clareza.

Afirmações vagas ou sem sustentação

Expressões como “sabe-se que”, “é bem conhecido que”, “como todos sabem”, “está comprovado que” ou “é evidente que” não substituem fundamentação científica. Quando uma afirmação depende de conhecimento estabelecido na literatura, devem ser fornecidas referências adequadas. Quando decorre dos resultados do próprio trabalho, devem ser indicadas as evidências que a sustentam.

Evitar: “Sabe-se que o atrito interfere significativamente no movimento.”

Preferir: “A presença de forças de atrito produz desvios em relação ao movimento previsto pelo modelo ideal [ref].”

Generalizações absolutas

Termos como “sempre”, “nunca”, “todos”, “nenhum”, “completamente” e “sem dúvida” devem ser empregados apenas quando a afirmação realmente puder ser sustentada nesses termos. Resultados científicos são normalmente válidos sob determinadas condições e dentro dos limites do método empregado.

Evitar: “O modelo descreve perfeitamente os resultados experimentais.”

Preferir: “Os resultados experimentais são compatíveis com o modelo dentro das incertezas determinadas.”

Afirmações de prova excessivamente fortes

Em ciência experimental, verbos como “provar”, “comprovar definitivamente” ou “demonstrar sem dúvida” frequentemente atribuem aos resultados um grau de certeza maior do que aquele que o experimento permite.

Evitar: “O experimento provou a validade da segunda lei de Newton.”

Preferir: “Os resultados obtidos são consistentes com a previsão da segunda lei de Newton nas condições investigadas.”

Expressões subjetivas

Avaliações como “resultado excelente”, “valor muito bom”, “erro pequeno”, “grande diferença” ou “forte concordância” devem, sempre que possível, ser substituídas por critérios quantitativos.

Evitar: “O valor experimental ficou muito próximo do valor teórico.”

Preferir: “O valor experimental difere do valor teórico em 1,8% e é compatível com ele dentro da incerteza experimental.”

Explicações baseadas apenas em expectativa

O fato de determinado resultado ser esperado não constitui evidência de que ele tenha sido obtido. A expressão “como esperado” pode ser utilizada quando a expectativa foi previamente fundamentada e o resultado foi efetivamente demonstrado pelos dados, mas não deve substituir a análise.

Evitar: “Como esperado, a aceleração permaneceu constante.”

Preferir: “A aceleração permaneceu constante, dentro das incertezas experimentais, no intervalo investigado.”

Atribuição automática de divergências a “erro experimental”

A expressão “erro experimental” não deve ser empregada como explicação genérica para qualquer diferença entre teoria e experimento. Divergências devem ser analisadas considerando possíveis origens: incertezas instrumentais, limitações do modelo, calibração, resolução dos instrumentos, condições experimentais, efeitos sistemáticos ou outras variáveis relevantes.

Evitar: “A diferença encontrada ocorreu devido a erros experimentais.”

Preferir: “A diferença observada pode estar associada ao desalinhamento do sistema e à resolução temporal dos sensores, efeitos não considerados no modelo ideal.”

Confusão entre erro e incerteza

Erro e incerteza não são sinônimos. A incerteza expressa quantitativamente a limitação associada à determinação de uma grandeza; não significa que a medida esteja “errada”.

Evitar: “A medida apresentou um erro de $\pm 0,04 \text{ m/s}^2$.”

Preferir: “A aceleração determinada foi $a = (1,62 \pm 0,04) \text{ m/s}^2$.”

Repetição desnecessária dos dados

O texto não deve simplesmente reproduzir todos os valores já apresentados em uma tabela ou descrever ponto a ponto aquilo que o leitor pode observar em um gráfico. Deve destacar tendências, comportamentos e resultados relevantes para a argumentação.

Evitar: “Na primeira medida obteve-se..., na segunda..., na terceira...”

Preferir: “Observou-se crescimento aproximadamente linear da velocidade com o tempo, conforme mostrado na Fig. 2.”

Figuras e tabelas sem discussão

Não basta inserir uma figura e escrever “o resultado pode ser observado na Fig. 2”. O texto deve indicar ao leitor qual informação científica relevante deve ser extraída dela.

Evitar: “A Fig. 2 mostra o gráfico de posição em função do tempo.”

Preferir: “A dependência linear entre posição e tempo observada na Fig. 2 é consistente com velocidade aproximadamente constante durante o intervalo analisado.”

Linguagem excessivamente pessoal ou narrativa

Um artigo científico não deve ser escrito como um diário das atividades realizadas. A ordem do texto deve seguir a lógica científica da investigação, e não necessariamente a ordem cronológica em que as atividades ocorreram.

Evitar: “Primeiramente montamos o equipamento. Depois fizemos cinco medidas e então construímos o gráfico.”

Preferir: “Foram realizadas cinco medidas independentes para cada configuração, a partir das quais se determinou a dependência temporal da posição.”

Redundâncias e expressões que não acrescentam informação

Construções como “é importante ressaltar que”, “vale a pena mencionar que”, “cabe destacar que” ou “é interessante observar que” são frequentemente dispensáveis. Se a informação é relevante, ela pode ser apresentada diretamente.

Evitar: “É importante ressaltar que a aceleração aumentou com o ângulo.”

Preferir: “A aceleração aumentou com o ângulo de inclinação.”

Linguagem artificialmente rebuscada

A escrita científica não deve buscar complexidade estilística. Palavras incomuns, períodos excessivamente longos e construções formais desnecessárias podem reduzir a precisão em vez de aumentá-la.

Evitar: “Mediante a consecução dos procedimentos supracitados, procedeu-se à obtenção dos valores concernentes à grandeza em análise.”

Preferir: “A aceleração foi determinada a partir do ajuste dos dados experimentais.”

Princípio geral

Clareza não significa informalidade. Um texto científico de alto nível utiliza a terminologia técnica necessária, mas expressa as ideias da maneira mais direta e precisa possível.

7. Revisão Final do Manuscrito

Antes de considerar o texto concluído, é recomendável verificar se existe continuidade lógica entre todas as seções e se cada afirmação importante pode ser rastreada até uma referência, um fundamento teórico ou uma evidência produzida no próprio trabalho.

Checklist de revisão

- O título representa efetivamente o conteúdo do trabalho?
- O resumo apresenta os principais resultados e conclusões, e não apenas intenções?
- A introdução conduz do contexto geral ao problema específico e termina deixando claro o que será investigado?
- O método contém informação suficiente para compreender e reproduzir a investigação?
- Figuras, tabelas e equações são necessárias, identificadas e discutidas no texto?
- Os resultados são apresentados com unidades, incertezas e critérios quantitativos adequados?
- A discussão distingue dados, interpretação e hipótese?
- As conclusões decorrem diretamente das evidências apresentadas?
- As limitações do estudo foram reconhecidas quando relevantes?
- Todas as referências citadas no texto estão identificadas corretamente e todas as fontes relevantes foram citadas?