

A ARTE DA ESCRITA CIENTÍFICA

Armando Vieira
Instituto Superior de Engenharia do Porto

“As palavras são a única moeda de troca das ideias e conosco mesmos. Quanto mais rigorosos formos no seu uso, melhor definimos as nossas ideias e melhor treinamos a nossa mente para pensar de uma forma clara.”

On the Art of Writing, Sir Arthur Quiller-Couch (1916)

Introdução

Escrever bem é difícil mas necessário. Não é raro a escrita de um relatório ser a parte mais morosa de um trabalho. Einstein escrevia bem mais lentamente do que pensava – pouco mais de uma página por semana, quando estava inspirado!

A escrita é uma tarefa mal amada, senão mesmo menosprezada, por muitos cientistas e engenheiros que preferem aplicar o seu tempo noutras actividades consideradas mais úteis. É errado pensar assim. Escrever é o meio mais eficaz de organizar ideias e de as comunicar aos outros, ajuda a ordenar o raciocínio e a construir modelos consistentes. A qualidade da escrita é pois um factor determinante no impacto do trabalho realizado. Depois de escrever é mais fácil falar e expor o tema perante qualquer audiência.

Escrever bem, mais do que um exercício de português, é a *melhor* forma de :

- i) ajudar a compreender e a sistematizar a matéria aprendida.
- ii) tornar os argumentos mais convincentes.

A escrita serve sobretudo para comunicar os resultados do seu trabalho: pode ser relatório técnico, um texto de revisão, ou um artigo onde expõe as suas descobertas. Você pode ter tido uma ideia brilhante, ou realizado um trabalho excelente, mas se o apresentar de uma forma atabalhoada, numa escrita confusa e sem encadeamento lógico, não só poucos o vão ler até ao fim como vão ainda ficar com suspeitas sobre a qualidade e veracidade do que leram.

Todo o esforço dispendido na escrita de um bom artigo ou relatório é sempre bem empregue. Escrever pode, no entanto, ser muito frustrante. Para evitar a frustração ao corrigir o seu artigo pela milésima vez, encare, logo à partida, esta tarefa como uma parte integrante de todo o trabalho e dedique-lhe pelo menos 10 a 20 % do tempo total do projecto.

Foi com tristeza que verifiquei que a maioria dos relatórios de trabalhos laboratoriais realizados pelos meus alunos mostravam deficiências graves, não só no aspecto técnico, mas sobretudo na clareza da escrita. Escrevi este pequeno guião na esperança de ajudar quem necessite de redigir um trabalho escrito, sobretudo a nível universitário.

I PARTE: Considerações sobre a escrita

2. Os mandamentos da escrita técnica

*Simplex sigillum veri*¹

2.1 Seja simples sem ser simplista.

Este é o segredo da escrita técnica. É forte o apelo ao uso de um estilo de escrita rebuscado recorrendo a termos complicados e expressões elaboradas. Fazemo-lo inconscientemente, para impressionar, com a esperança de conseguir com isso obter mais seriedade e importância. É um erro grave! Um texto pomposo é difícil de ler, aborrece o leitor e turva a mensagem.

A escrita deve ser simples, objectiva e concisa; sem palavras a mais, expressões irrelevantes, à partes, divagações. Contudo não deve omitir detalhes importantes. Entre diversas possibilidades para expor uma ideia escolha sempre a mais simples. Elimine *todos* os traços de pomposidade - infelizmente muito comuns na nossa cultura. Resista à tentação de impressionar o leitor com o seu saber enciclopédico. Se quiser mostrar as suas habilidades literárias, então escreva um romance.

Exemplo:

Incorrecto

Como é sabido, hoje em dia, o problema da humanidade continua a ser, tal o foi na antiguidade, o de encontrar novas formas de energia que sirvam as suas necessidades. Os combustíveis tradicionais, além de muito poluentes, possuem reservas limitadas. Neste contexto o gás natural afigura-se como uma das mais promissoras fontes de energia.

Melhor

Pelas reservas disponíveis, baixo preço e diminuta poluição, o gás natural é hoje a principal fonte de energia alternativa ao petróleo.

2.2 Pense primeiro nas necessidades do leitor e depois nas suas

Ao escrever pense em quem será o seu leitor típico. Identifique o que ele já sabe sobre o tema e que explicações adicionais são necessárias. O objectivo na escrita técnica é explicar o que é, como e porque funciona, o que descobriu ou porque os resultados foram ou não os previstos. Adapte o grau de profundidade e o nível do seu texto ao tipo de audiência que espera ter.

A não ser que esteja perante especialistas, nunca assuma que o leitor está a par de todos os conceitos que são para si básicos. Se está na dúvida, use a bitola mais baixa. Para um leitor generalista evite termos técnicos e expressões matemáticas. Apresente somente o que ele precisa de saber e não tudo aquilo que você sabe. Recorra a analogias que apresentem a sua mensagem num contexto familiar para o leitor.

Se está a escrever para uma revista científica da sua especialidade o mais importante são os métodos e os resultados detalhados. Mas se escrever para uma revista menos especializada deve dar mais explicações sobre o seu trabalho e explorar todas as consequências. Se escrever para um jornal de grande circulação, deve ser capaz de despertar o interesse em pessoas sem conhecimentos científicos. Para isso precisa não

¹ A simplicidade é o selo da verdade.

só de referir aplicações e o impacto social, como ainda recorrer a certos estratagemas como histórias, humor, analogias com fenómenos do dia-a-dia, *cartoons* ou figuras atractivas. Aqui a imagem e a apresentação gráfica é muito importante.

Por exemplo, dizer que o Sol possui uma potência de 10^{26} W, significa pouco, mesmo para quem tenha bons conhecimentos técnicos, para já não falar da maioria da população que nem saberá o significado de um número escrito na forma de uma potência de dez. Não há mal nenhum em escrever este número, até o deve fazer por uma questão de rigor. Mas, logo de seguida, deve-o pôr em perspectiva, por exemplo, explicando que este valor é tão elevado que apenas num segundo o Sol produz tanta energia como a que seria necessária por satisfazer toda a humanidade durante dez mil anos. Mesmo em apresentações técnicas é sempre conveniente contextualizar os valores, sobretudo se estes forem difíceis de assimilar.

Duas regras de ouro:

Não subestime a inteligência dos leitores mas também não sobrestime a informação que eles possuem sobre o tema.

e

Uma ideia é sempre melhor assimilada quando apresentada e integrada em conceitos que o leitor já conhece bem.

2.3 Crie o seu próprio estilo.

Só se pode avaliar a profundidade do conhecimento dum tema depois de ser capaz de o descrever pelas nossas próprias palavras. É um erro tentar copiar o estilo de algum autor favorito, mesmo que este lhe pareça muito bom. Não tenha medo de escrever com as suas próprias palavras. Escrever bem é uma arte que leva tempo a aperfeiçoar; se não experimentar nunca poderá melhorar. Use palavras que conhece bem, que se encaixem no espírito da mensagem e que respeitem as necessidades dos leitores.

2.4 Seja específico.

Use, sempre que possível, números para precisar o seu raciocínio: medidas, estimativas, estatísticas, etc. Os números apresentam informação e tornam o texto mais claro. Tente evitar termos como *muito*, *substancial*, *considerável*. Embora eles se adequem a malabarismos de linguagem, devem ser usados com parcimónia na escrita científica.

Evite generalidades e lugares comuns, como por exemplo, “a poluição é uma ameaça ao planeta provocada pela humanidade”. Especifique o tipo de poluição que se está a referir, apresente valores e compare-os com dados de outros estudos. Cuidado com as conclusões. Em matérias complexas, como o impacto da poluição num ecossistema, é quase sempre difícil provar as relações de causa e efeito, mesmo quando nos parecem óbvias. Não caia na tentação de tirar conclusões sem que as possa comprovar empiricamente. Na dúvida seja menos ambicioso assumindo conclusões mais específicas.

Aqui todo o cuidado é pouco. Evite opiniões extremas ou tendenciosas. Se tem dúvidas em vez de “todos” escreva “quase todos”, ou “a maioria”. Por exemplo, em vez

de dizer “a poluição dos afluentes danificou o ecossistema do rio Tejo”, diga antes “nos últimos 3 anos o nível de poluição do rio Tejo quase que triplicou registando-se, durante o mesmo período, um decréscimo acentuado nas populações, das espécies de peixe que habitam este ecossistema. Algumas destas espécies, como o Sável, terão sido eventualmente extintas, não sendo por nós identificado um único exemplar.”

Apresente sempre definições claras dos termos usados, dos símbolos que aparecem nas equações, bem como a precisão com que obteve os valores, ou então as fontes de onde foram transcritos. Esclareça ainda quais são os pressupostos dos seus argumentos. Se eles são incorrectos, as conclusões não podem ser suportadas. Indique como e em que condições obteve os seus dados e explique as limitações do seu trabalho.

Especifique as prováveis fontes de erro. Sempre que possível *quantifique-as*. Por exemplo, não se limite a dizer: “a sala tinha muito ruído que perturbou a experiência da medição da intensidade sonora de um altifalante”. Diga antes: “como verificámos haver ruído de fundo no laboratório fizemos uma medida do nível sonoro com o altifalante desligado. Verificámos que havia um nível médio de ruído de cerca de 50 dB, embora fosse algo irregular, podendo atingir por vezes 60 dB a 65 dB”.

5. Diga algo relevante

Não comece a escrever logo que sinta a mínima vontade de transmitir qualquer ideia. Pense bem se tem algo importante para dizer: uma ideia, uma experiência bem sucedida, um relatório de actividades, uma opinião. Escreva após ter adquirido conhecimentos suficientes sobre o tema e alguma ideia bem formulada sobre o que vai expor. Na escrita, deve uma mensagem importante a ser exposta. Prepare-se para múltiplas revisões. É ao escrever que vai finalmente aperceber-se de todos os aspectos do problema. Pratique a escrita sempre que puder pois ela é um poderoso instrumento para estruturar o pensamento.

Lembre-se que deve focar a atenção do leitor sobre alguns aspectos relevantes e não adormecer o leitor com uma colecção enciclopédica de dados técnicos. Evite a todo o custo apresentar mais informação do que a estritamente necessária para justificar o seu argumento. O restante deve ser remetido para uma bibliografia adequada.

Em particular, numa apresentação oral, a sua missão não é dizer tudo o que sabe, mas captar o interesse da audiência. Deixe que detalhes serem revelados pelas perguntas ou pela leitura de um artigo escrito que poderá disponibilizar na internet.

2.5 Respeite os seguintes pontos

- *Clareza*: a clareza de exposição é dos melhores critérios para avaliar se um tema foi bem compreendido pelo autor.
- *Objectividade*: sempre que possível use números para quantificar um conceito ou reforçar um argumento (em vez de “muitos” diga exactamente quantos ou apresente uma estimativa).
- *Completo*: o texto deve transmitir uma mensagem de uma forma completa, ou seja conter o necessário para ser compreendido. Cada frase deve ser completa; os argumentos devem seguir uma ordem que conduza à conclusão anunciada. Não exagere nos detalhes.
- *Coerência*: qualquer pressuposto, extrapolação ou generalização deve ser baseada com evidência suficiente. Evite palavras que assumam como provado algo que não o é, como “obviamente”, “com certeza”, “claro”, etc.

- *Honestidade*: ninguém pode saber sobre tudo, mas verifique se compreende aquilo que afirma. Não escreva algo que não percebe só porque lhe parece importante ou bonito. Se copiou de um texto, refira-o explicitamente.
- *Ordem*: o leitor vai perceber melhor a sua mensagem se ela for apresentada numa sequência lógica.
- *Rigor*: evite erros de natureza técnica e muito menos ortográfica.
- *Versatilidade*: não fique condicionado àquilo que estava à espera de obter na experiência. Os pressupostos do modelo teórico podem não ser válidos. Nunca deixe de tentar explicar, ou pelo menos reparar, numa discrepância entre a teoria e a experiência. Se possível fundamente-a com novas medições.

6. Respeite ainda as regras:

Forma:

- Use a voz activa. Em vez de: “A leitura do termómetro deve ser registada”, prefira “Registe a leitura do termómetro”.
- Escreva no presente. Evite sobretudo o condicional. Em vez de “foi feito”, diga “fizemos” ou “fez-se”. Em vez de “podemos concluir”, diga “concluímos”.
- Escreva pela positiva. Em vez de “Não é de esperar que o aumento da temperatura tenha algum efeito nas medições efectuadas”, fica melhor “As medidas obtidas não dependem da temperatura”.
- Use linguagem específica. Em vez de “instalou-se um período de mau tempo”, prefira “choveu toda a semana”.
- Mantenha próximas palavras relacionadas.
- Seja conservador: *use um estilo de letra comum*, como o “times new roman”, não use cor, não abuse dos sublinhados e carregados. Não use maiúsculas nem fontes de letra “engraçadas”. Nomes e expressões estrangeiros aparecem em itálico ou entre aspas.
- Evite o uso dos parêntesis.
- Use frases curtas mas não exagere.
- Independentemente das palavras intermédias, o modo verbal deve conjugar com o sujeito.

Conteúdo:

- Evite a aliteração.
- Evite jargão técnico e seja parcimonioso nas abreviaturas ou siglas. É irritante encontrar referências a siglas ou conceitos desconhecidos do leitor. Existem algumas excepções, como *email* ou *world wide web*.
- Evite termos estrangeiros se puder usar uma expressão portuguesa comum. Por exemplo, em vez de *mutatis mutantis* use “de forma análoga”.
- Defina e explique o significado de *todos* os símbolos usados bem como a origem de todas as equações. Faça-o imediatamente após eles serem introduzidos no texto.
- Evite usar mais palavras que as necessárias e não seja redudante.
- Evite expressões idiomáticas, frases feitas, clichés (trate-os como se fossem uma praga!), citações, generalizações, coloquialismos e questões retóricas.
- Finalmente, lembre-se que o exagero é mais grave que a modéstia.

A simplicidade da escrita é melhor sinal do bom entendimento que o autor tem da matéria, assim como da transparência do seu raciocínio.

2 Ajude o leitor

A simplicidade da escrita é melhor sinal do bom entendimento que o autor tem da matéria, assim como da transparência do seu raciocínio.

um público mais generalista deve despendar boa parte da apresentação numa introdução abrangente para enquadrar o seu trabalho. Por vezes isso exige uma mudança radical do texto.

Considere-se o seguinte exemplo que, para um especialista em astrofísica, poderia ser apresentado da seguinte forma:

“Neste trabalho mostrámos que, ao remover a restrição da velocidade da luz ser constante, somos conduzidos a uma nova representação do invariante de Lorentz que implica a discretização do espaço-tempo no quadro das equações de Einstein.”

Vejamos como esta frase extremamente hermética, poderia ser reescrita para ser lida por um leigo:

“A teoria da relatividade de Einstein supõe que um raio de luz nos atinge sempre à mesma velocidade, independentemente da nossa velocidade. Embora tenha tido muito sucesso, esta teoria levanta algumas dificuldades importantes. Uma delas é explicar porque é o universo tão uniforme sabendo que existiram regiões que, desde a sua origem, nunca puderam interagir entre si.

Neste trabalho explicamos como a hipótese de a velocidade da luz ter sido mais elevada aquando da origem do universo pode explicar esta observação. Mostramos como isso conduz a uma nova teoria, mais geral que a teoria da relatividade, e estudamos algumas das suas surpreendentes implicações.”

Ajuste também o nível de detalhe a incluir na exposição. Por vezes é necessário uma explicação exaustiva de tudo, mas, na maioria dos casos, o essencial da escrita é centrado na fundamentação de algo novo, na interpretação dos resultados e nas conclusões e implicações do trabalho realizado. Não deixe sem justificação afirmações que não sejam óbvias, tendo o cuidado de definir termo ou conceito novo. Ajude o leitor a estabelecer uma relação lógica entre todas as frases, parágrafos e secções do seu texto.

Embora a escrita deva ser concisa, a inteligibilidade do texto deve ser o critério supremo. Para explicar um conceito difícil não receie acrescentar um parágrafo, uma secção ou um exemplo concreto. Se acha que algo pode parecer inaceitável ao leitor, apresente provas ou resultados suficientes para o justificar. Nunca assumo que o seu ponto de vista é óbvio aos outros.

2.2 Como começar

As primeiras frases são as mais importantes do texto, quer para orientar o leitor no resto da leitura, quer para prender a sua atenção. Diga logo no início o que fez e a que conclusões chegou.

Um truque comum é o da inversão, ou seja apresentar as conclusões logo no início. Não desperdice as primeiras linhas: use-as para elucidar o leitor sobre a sua mensagem mais importante, a sua ideia central, ou aquilo que descobriu de novo, mesmo que já o tenha feito num sumário - *abstract* em inglês. Dificilmente será capaz

de captar a atenção do leitor começando a escrever generalidades, seguindo uma mera sequência cronológica dos acontecimentos, ou deambulando em considerações já bem estabelecidas.

Tabela 1: Evite as seguintes frases que podem ter uma interpretação como a que se segue.

Frases introdutórias	Possível interpretação
Como é bem conhecido	Eu penso
É evidente que	Eu penso
Talvez seja verdade que	Não sei o que pensar
Toda a gente sabe que	Algumas pessoas pensam que
Por razões óbvias	Não tenho provas
Não existe dúvida que	Estou convencido que
Como foi dito anteriormente	Isto é supérfluo
O exemplo típico	O exemplo que melhor se adequa
Tanto quanto sabemos	Podemos estar errados
Como sabemos	Provavelmente não sabe

2.3 Capte a atenção do leitor

Um erro comum ao escrever um trabalho técnico é o autor assumir que o leitor está interessado em ler tudo o que ele tem para dizer. Não caia neste erro! Esforce-se por captar a atenção, e o mais rápido possível!

O princípio e o final são os pontos mais importantes para por ênfase num texto. O primeiro e o último parágrafo (a introdução e as conclusões), são os que mais provavelmente serão lidos. Dentro de cada parágrafo a primeira e a última frase são as mais importantes. Por isso, não inicie um parágrafo com expressões, palavras ou interjeições desnecessárias. Acabe-o com a conclusão da ideia que nele foi exposta, mesmo correndo o risco de se repetir.

Dentro de cada frase, as primeiras e as últimas palavras são as que ganham mais ênfase. Por exemplo, se quer dar relevo a “automático”, em vez de escrever “Propomos um método para a análise automática de diversas amostras”, escreva antes “É proposto um método para análise de diversas amostras de uma forma automática”, ou então “Um método de análise automático é proposto para análise de diversas amostras”.

Escolha uma linguagem mais intensa, recorrendo a adjectivação ou expressões mais pronunciadas para apoiar os seus pontos fortes. Não disperse o leitor com detalhes irrelevantes, informação que os leitores já conheçam, ou aspectos demasiado técnicos ou formais – por exemplo análise de incertezas. Neste último caso remeta esses tópicos para um apêndice. Centre-se somente na mensagem fazendo os possíveis para manter o leitor atento.

2.4 Estilo e Ritmo

Alguns cientistas pensam que o estilo não é importante na escrita técnica. Tal não é verdade. O estilo não é um complemento mas faz parte integrante do texto. Vejamos algumas tópicos importantes.

Use de preferência frases curtas. Uma frase não deve ter muito mais que 20 palavras. Frases longas dificultam a leitura. Porém não abuse sob o risco de quebrar o ritmo da leitura. Por vezes uma frase longa, mas bem construída, é superior a várias frases curtas. Por exemplo, não escreva:

“Cultivamos uma cultura de bactérias. Esperamos 20 h. Após esse tempo o número de bactérias duplicou. Todas as células morreram no dia seguinte. A cultura bacteriana tornou-se castanha.”

O sujeito da frase deve vir perto do verbo, sem interjeições ou outras considerações pelo meio. Se quer dizer mais qualquer coisa escreva uma outra frase. Use poucos verbos na mesma frase.

Mude de parágrafo quando muda de ideia. Não é a estética do texto que dita a inclusão de um parágrafo mas sim a necessidade de separação de ideias.

Use a pontuação para ditar o ritmo da escrita. Não abuse das vírgulas ao distribuí-las uniformemente pelo texto como se tratasse de uma sementeira! Para verificar o ritmo da sua escrita leia-a em voz alta.

Cuidado com as repetições e o excesso de adjectivação: não reforça a ideia que quer transmitir, antes aborrece e confunde o leitor.

Seja consistente nos tempos verbais. Se começar o relatório num tempo verbal deve mantê-lo até ao final. Da mesma forma deve ser consistente na forma verbal; se começa a escrever na primeira pessoa do plural (“nós”) não deve passar para a primeira pessoa do singular (“eu”). Há alguns anos era regra os textos técnicos serem escritos na primeira pessoa do plural, mesmo que a única pessoa que realizou o trabalho fosse apenas o autor. Hoje em dia essa regra está a cair em desuso, sendo já comum o uso do “eu” .

Quando se está a dirigir a um público mais vasto use frases originais e com imaginação. Estabeleça analogias curiosas e tempere o texto com algum humor.

3. O uso correcto das palavras

“Talvez apenas os poderosos e os que não têm nada a perder se possam dar ao luxo de dizer exactamente aquilo que pensam e arcar com as consequências disso.”

Lieutenant Bones, Edgar Wallace (1918)

A escrita é um poderoso instrumento de persuação. Uma mensagem coerente apresentada num texto bem redigido pode ter um forte impacto nos leitores. Tão importante como as ideias é a forma como elas são apresentadas. A escolha das palavras deve ser criteriosa com um sentido o mais próximo possível do usual. Clareza é o critério supremo da escrita.

3.1 Escrever não é o mesmo que falar

Se tentasse transcrever uma conversa oral, mesmo entre pessoas eruditas, raramente obteria uma boa prosa. Embora o objectivo seja o mesmo, escrever falar é muito diferente de falar, a linguagem coloquial é abundante.

Na linguagem oral pode-se enfatizar uma ideias através da repetição ou introduzindo mais palavras que as necessárias. Isto porque a pessoa com quem comunicamos está à nossa frente; podemos sempre aferir se está a acompanhar o que lhe comunicamos. Na escrita estas estratégias são interditas. Aqui a ênfase é feita à custa do uso de palavras adequadas, da pontuação e da construção dos parágrafos.

3.2 Palavras a mais

O uso de palavras supérfluas é um erro mais comum que o uso de palavras erradas. Frases curtas e concisas elucidam o leitor enquanto que palavras desnecessárias apenas o confundem, distraem e aborrecem. Uma frase correcta deve conter apenas as palavras estritamente necessárias; cada uma delas com um objectivo claro. (Veja as tabelas em apêndice.)

Use bom português. Não confunda “bom português” com português erudito. Escrever bem não é sinónimo de palavras complexas e frases rebuscadas. Desde que não comprometa a clareza do texto, recorra a expressões vernacular para substituir termos demasiado técnicos. O uso excessivo de jargão técnico esconde, quase sempre, uma incapacidade de comunicar ou ignorância. Usar um termo técnico para substituir uma explicação não passa de uma falsa impressão de sabedoria.

No entanto, use termos específicos e com significado bem definido em detrimento de outros mais vagos. Por exemplo, *instinto* ou *libido* embora possuam um significado complexo, foram de tal forma usadas e abusadas que hoje estão corrompidas e gastas; o seu uso deve ser evitado. Os termos vagos, usados para quase todos os contextos, criam a ilusão de se compreender algo de que, realmente, não fazemos a mínima ideia.

3.3 Verborreia

Infelizmente o uso de palavras supérfluas, expressões pomposas, termos complicados, e outros floreios desnecessários, é um hábito muito enraizado na nossa cultura. Paradoxalmente, ele afecta sobretudo pessoas com níveis de educação mais elevados. Embora mais comum em áreas como o Direito ou a economia, este hábito tão nefasto contagia igualmente um grande número de engenheiros e cientistas.

Existem várias razões para as pessoas escreverem desta forma. Uma é a sua ignorância do significado exacto das palavras; outra resulta de uma confusão de ideias, ou a mera incapacidade de escrever correctamente. Mas existem outras razões mais profundas se embrulhar um texto de palavras vãs. Alguns pensam que escrever muitas palavras é explicar uma ideia, outros receiam dizer exactamente aquilo que pensam e não se querem comprometer, outros não têm simplesmente nada a dizer.

A “verborreia” resulta de um esforço inconsciente, inacto entre os povos latinos, para se evitar a simplicidade como se isso retirasse ao autor mérito ou rebaixasse o estatuto do seu conhecimento. Está ainda muito enraizada a crença de que o uso de termos em latim, palavras longas e rebuscadas e frases elaboradas podem conferir uma maior autoridade e sabedoria ao autor. Palavras, ou expressões, estrangeiras são pretenciosamente inseridas para conferir ao texto a desejada erudição, no intuito de assim compensar a falta de originalidade do autor. Algumas dessas palavras usadas para

dar um ar de sabedoria são: elementar, fenómeno, elemento, efectivo, virtual, primário, categórico, impreterível.

A verborreia é uma praga que obscurece a mensagem e cria um distanciamento desnecessário com o leitor, mostrando assim uma falta de respeito para com ele. Ao invés de conferir autoridade ao autor, pode facilmente ter o efeito contrário.

A vantagem da escrita é a possibilidade de se fazerem infinitas revisões. Esta revisão deve ser criteriosa e a entrega efectuada apenas quando estiverem plenamente satisfeitos com o resultado.

Conselhos:

- Escreva pela positiva (em vez de pouco improvável use provável).
- Evite usar uma metáfora ou outra figura de estilo.
- Nunca use uma palavra grande quando uma pequena serve.
- Se achar que pode cortar uma palavra do texto faça-o sem clemência.
- Evite excesso de adjectivação, como “muito grande”, “notável e admirável”, “extremamente interessante”.
- Evite palavras com “mente”, como *realmente*, *obviamente*, *claramente*, *evidentemente*, *naturalmente* ; evite também expressões como “é lógico”, “é natural”.
- Seja sensato, evitando posições muito fortes ou extremas.

II PARTE: Como escrever um relatório

1. Descrição do trabalho

Ao elaborar um relatório deve apresentar os seguintes tópicos:

- Introdução, onde esclarecer muito sucintamente os objectivos do trabalho.
- Exposição dos conceitos teóricos ou modelos que serão testados.
- Descrição do arranjo experimental usado: o tipo de equipamento usado referindo apenas os aspectos técnicos mais importantes - precisão, sensibilidade, qualidade e pureza dos materiais, etc.
- Apresentação em gráficos ou tabelas dos valores obtidos.
- Incertezas.
- Análise crítica dos resultados e comentários.
- Conclusões.

2. Gráficos, Figuras e Tabelas

“Uma imagem vale por mil palavras”
Provérbio chinês

As tabelas ajudam a resumir a informação. Elas devem ser explícitas, se possível poderem ser interpretadas sem recurso ao texto. A informação contida nas tabelas e nos gráficos não deve ser repetida no texto. Tabelas muito longas devem vir em apêndice.

Sempre que necessário inclua figuras que ilustrem algum aspecto do trabalho como, por exemplo, o dispositivo experimental usado. Preocupe-se mais com a clareza do que a fidelidade: um esquema simplificado com as principais componentes bem ilustradas é quase sempre mais elucidativo que uma fotografia a cores.

Os gráficos são uma forma condensada de apresentar inúmeros resultados. Além disso ajudam o leitor a compreender melhor os conceitos. Pense bem na melhor forma de apresentar os seus dados e tente condensar os seus valores no menor número possível de figuras – o que nem sempre é fácil. Tenha porém cuidado nos casos onde pretende focar um aspecto particularmente relevante – nestes casos deve apresentar um gráfico separado.

Deve ter acesso a um programa de gráficos científicos com razoável qualidade. Embora algumas folhas de cálculo, como o *Excel*, permitam fazer gráficos, a sua qualidade e facilidade de uso deixa muito a desejar. Para quem trabalha em ambiente *Windows* pode usar o programa *Origin* e em Unix existe o programa gratuito *xmgr* ou então o *gnuplot* – uma versão mais difícil de trabalhar mas eficaz. Para ambiente *Windows* e *DOS* existe um programa simples e muito prático, designado *Easyplot*.

Os eixos do gráfico onde são apresentados os dados devem ter *sempre* unidades. Se não puder apresentar unidades, ou elas forem irrelevantes diga-o na legenda. Deve explicar o significado de *todas* as curvas, ou no próprio gráfico ou então na legenda. Para distinguir várias linhas use um tracejado ou uma espessura de linha diferente – evite a cor pois muitas pessoas não possuem impressoras a cores.

Existem várias formas de apresentar pontos experimentais num gráfico. O mais simples é um gráfico linear tipo “xy”. Se está a apresentar medidas, então cada registo corresponde a um ponto que deve ficar bem legível. Deve fazer os possíveis para obter a medida do erro associado a cada medição. Normalmente os programas gráficos

apresentam esses erros como linhas verticais à volta do ponto com um comprimento total igual ao dobro do erro de cada valor.

Existem programas que desenham automaticamente linhas suaves que passam por todos os pontos do gráfico - *splines*. Cuidado, ao incluir estas linhas, normalmente elas não têm qualquer significado. Caso queira traçar uma linha suave deve fazer um ajuste dos pontos, ou *fitting*. Por exemplo, o ajuste a uma recta consiste em determinar os parâmetros a e b tal que $y(x) = ax + b$. Explique na figura que essa linha se trata de um ajuste escrevendo na legenda quais os coeficientes desse ajuste. Se essa curva corresponder a uma função analítica, então deve explicitar a sua expressão matemática no texto ou na legenda.

Os gráficos com escala semi-logarítmica são usados quando se está a representar grandezas cujos valores apresentam variações de várias ordens de grandeza. Por exemplo, o número de bactérias numa colónia N pode crescer de uma forma exponencial:

$$N(t) = N_0 e^{at}$$

em que a é a taxa de crescimento e t o tempo. Se aplicarmos o logaritmo em ambos os termos da equação ficamos com

$$\ln(N / N_0) = at.$$

Se o eixo da ordenadas for logarítmico iremos obter gráfico com uma relação linear com o tempo. Quando em ambos os eixos as variáveis podem variar em várias ordens de grandeza, então usa-se um gráfico com ambas as escalas logarítmicas.

Existem ainda os gráficos paramétricos onde x e y são função de um único parâmetro. Por exemplo as equações paramétricas de uma elipse são

$$x = a \sin(t), y = b \cos(t).$$

Para representar uma função de duas variáveis $f(x,y)$ é necessário um programa com possibilidade de gráficos tridimensionais. Pode optar-se por várias hipóteses:

- construção de uma superfície tridimensional com polígonos que se ajustam continuamente.
- Representação bidimensional por curvas de nível: gráfico de contornos.
- Sequência de linhas yz para vários valores de x .

Note que, para passar de um conjunto de pontos xyz para um gráfico 3D, o programa precisa de efectuar um pré-processamento para construir uma curva contínua que passe suavemente por todos os pontos.

Notas:

1. Prefira gráficos bidimensionais: são mais fáceis de ler e interpretar. Os gráficos a três dimensões são úteis apenas quando se quer apresentar uma visualização mais *qualitativa* que *quantitativa*.
2. Prefira um gráfico a preto e branco, pois o uso de cores levanta muitos problemas: ao tirar uma fotocópia o leitor deixa de poder interpretá-los, as cores esbatem-se com o tempo e são mais dispendiosas.
3. Os gráficos de barras ou tipo queijo (*pie*) são raramente usados nas comunicações científicas e técnicas. Evite-os.
4. Numerar e legendar todas as figuras (por baixo) e tabelas (por cima). Deve ser feito um esforço para que o leitor possa interpretar a figura ou a tabela sem recorrer ao texto.

4.3 Incertezas

Qualquer medição tem um erro associado. Os números exactos são uma abstracção que apenas existe nos manuais. A realidade é sempre conhecida com mais ou menos “qualquer coisa” que traduz a nossa incapacidade de obter maior rigor na medição. Este “qualquer coisa” pode significar uma precisão apenas na primeira casa décima ou ser uma precisão com mais de 10 casas decimais. Casos há para os quais os valores são tão difíceis de obter que apenas nos é possível uma estimativa.

Uma quantidade deve ser escrita com o número de casas decimais igual à sua precisão, *nunca em número maior*. Por exemplo, escrever 3,983 significa que temos uma precisão em quatro dígitos. Note que escrever 1,00 é diferente de escrever 1, pois indica que temos uma precisão de mais duas casas decimais no primeiro caso.

Na soma, subtracção, divisão e multiplicação de dois números o resultado tem a precisão da parcela que tiver a precisão mais baixa. Por exemplo, se tivermos a seguinte divisão: 1,2345/0,1 o resultado não deve ser apresentado como 12,345 mas antes como 12,3.

Existem várias fontes que conduzem à incerteza de uma medida. Erros de leitura de escala, erros aleatórios e sistemáticos. O erro de leitura de escala está associado à capacidade de medição do aparelho: é metade da menor divisão da escala do instrumento de medida.

O erro sistemático tem a ver com defeitos do equipamento ou com procedimentos incorrectos do experimentador. Este tipo de erro pode e deve ser eliminado verificando atenciosamente todo o dispositivo experimental.

O erro aleatório deve-se ao facto de existirem diversos factores sobre os quais não temos controlo e que influenciam as medições. A sua medida é estimada pela variância:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N-1}}$$

em que y_i são as medidas efectuadas, \bar{y} é o valor médio dessas medidas, e N é o número de medições. Podemos diminuir o erro aumentando o número de medições N : para reduzir σ a metade temos de quadruplicar N . Quando temos um valor pequeno de medições (menor que 30) é comum usar no denominador $N-1$ em vez de N .

Na maior parte das vezes temos medidas x e y e queremos saber a incerteza associada ao valor de uma quantidade que é função dessas medidas: $f(x,y)$. O seu cálculo é feito com base na regra da derivada de uma função a várias variáveis. Assim, se tivermos medidas x_0 , e y_0 com uma incerteza Δx e Δy , a incerteza da grandeza é dada por:

$$\Delta f(x, y) = \sqrt{\left(\left.\frac{\partial f}{\partial x}\right|_{x_0} \Delta x\right)^2 + \left(\left.\frac{\partial f}{\partial y}\right|_{y_0} \Delta y\right)^2}$$

Por exemplo, se quisermos saber qual é a incerteza associada ao valor da função $f(x, y) = x / y^2$ no ponto $(x_0 = 1,75, y_0 = 2,3)$, quando temos uma incerteza nas medidas $\Delta x = 0,02$ e $\Delta y = 0,01$, fazemos:

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{1}{2,3^2} 0,02\right)^2 + \left(\frac{2 \times 1,75}{2,3^3} 0,01\right)^2} = 0,01$$

4.4 Análise de Resultados

Pontos a considerar:

- Apresente os resultados numa sequência lógica, que não é necessariamente aquela que foi seguida no laboratório.
- Os valores relevantes não devem vir dispersos no meio do texto mas surgir num gráfico ou tabela.
- Comente os resultados:
 - Verifique se os valores obtidos são aqueles esperados pela teoria - dentro das margens de erro.
 - Não invente valores: se quiser inventar escolha a pintura ou a música!
 - Lembre-se que a experiência é soberana. Se os valores são diferentes dos esperados pela teoria uma das seguintes situações deve verificar-se (por ordem de probabilidade): ou você está a fazer um (ou vários) erro na experiência; ou existe um aparelho defeituoso; ou a teoria não é adequada; ou você descobriu um fenómeno novo!
 - Faça referência a resultados negativos: se alguma experiência não deu o que se esperava, apresente na mesma os resultados e tente encontrar uma explicação para esse facto.
- Se possível compare os valores com outras medidas para avaliar a consistência dos seus resultados.
- Diferenças que não são estatisticamente relevantes não devem ser descritas como insignificantes. Improvável não é sinónimo de impossível.

4.5 Conclusões

Escreva as conclusões de forma que um leitor possa perceber o que de mais importante foi feito sem precisar de ler mais nada do seu trabalho. Ou seja, as conclusões devem conter o que obteve de significativo neste trabalho. Diga o que se conseguiu medir e que resultado se conseguiu ou não provar com base nas medições efectuadas. Se os resultados não são conclusivos ou contrariam o que era esperado *diga-o explicitamente*. Nunca tente forçar a experiência a encaixar na teoria, mas antes o contrário².

Ouse mas não abuse. Invente, proponha novas explicações, novos modelos. Mas não o faça no ar: fundamente as suas afirmações com base em argumentos plausíveis. Embora se possa ser poético, “inventar” ciência não é o mesmo que inventar poesia.

4.6 Bibliografia

A bibliografia aparece no fim do trabalho e deve vir numerada pela ordem com que é referida no texto. Existem algumas normas que diferem ligeiramente. A mais comum é a seguinte:

² Ver *Arte do Pensamento Científico*, www.defi.isep.ipp.pt/~asv/arte_pensamento.pdf.

- Livro: Autor, título (itálico), editora, cidade, ano de edição. Exemplo: C. Bishop, *Neural Networks*, Oxford University Press, Oxford (1998).
- Artigo: Autor(es), nome revista, volume (“bold”), número de página do início do artigo, ano (entre parêntesis). Exemplo: A. Vieira e C. Fiolhais, **Phys. Rev. B**, **34**, 1134 (1998).
- Página da web: endereço completo. Exemplo: <http://cfc.fis.uc.pt/roteiro>

4.7 Pontos a rever antes da entrega o relatório

- *Imprima* e leia todo o relatório, se possível em voz alta.
- Existem erros ortográficos; números, fórmulas ou gráficos errados; esqueceu-se de referir alguma coisa importante?
- Percebeu tudo o que escreveu?
- A introdução explica correctamente o que foi feito no trabalho?
- Corte sem clemência frases e palavras supérfluas - verifique isso imaginando como seria a inteligibilidade do texto sem elas.
- Cada secção e cada parágrafo são relevantes e estão na posição correcta?
- Os assuntos estão apresentados numa sequência ordenada e com clareza?
- Os resultados que obteve fazem sentido? Comentou-os?
- As conclusões estão fundamentadas pelos resultados?
- Não faltam referências? Estão todas correctas?

Anexo I: Relatório Modelo

Disciplina: Física III

Trabalho nº 4: Interferómetro de Michelson

Ano: 2

Curso: EC

Autores: Manuel das Iscas, António Grosso, Serafim Saudade

Objectivos

Este trabalho consiste em usar o interferómetro de Michelson para determinar o comprimento de onda da luz de um laser de He-Ne e o índice de refração do ar.

O Interferómetro de Michelson

O interferómetro de Michelson é um dispositivo para criar interferência entre dois feixes coerentes, como mostra a figura 1. Sucessivas franjas de interferência surgem no alvo quando a diferença do caminho óptico, nl , entre os feixes é um múltiplo de $\pi\lambda$, ou seja:

$$\left| \frac{n(l_1 - l_2)}{\lambda} \right| = m\pi,$$

em que m é um número inteiro, l_1 e l_2 são as distâncias percorridas pelos dois raios e λ o comprimento de onda da luz laser. Pode-se alterar o padrão de franjas de interferência quer alterando a distância percorrida por cada feixe (l_1 ou l_2), quer variando o índice de refração n por onde passa um dos feixes. Na primeira parte do trabalho iremos usar a primeira opção para determinar o comprimento de onda do laser e na segunda parte usaremos a outra possibilidade para obter o índice de refração do ar.

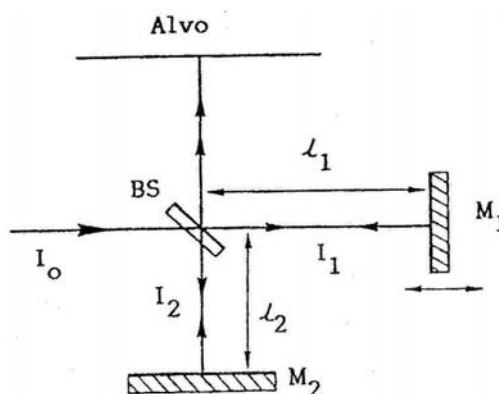


Figura 1: Interferómetro de Michelson. BS: vidro semi-reflector, M1: espelho móvel, M2: espelho fixo.

I parte: Determinação do comprimento de onda de luz de um laser de He-Ne.

Para esta experiência usámos a montagem esquematizada na figura 1. Um feixe de luz laser I_0 é dividido em dois por um vidro semi-transparente (BS). Um dos feixes é reflectido num espelho fixo (I_2) e o outro é reflectido num espelho móvel (I_1). Ambos

reúnem-se num alvo onde são observadas as franjas de interferência. Contando o número de franjas de interferência Δm que vão surgindo quando deslocamos o espelho de uma distância d , podemos medir o comprimento de onda da luz emitida pelo laser:

$$\lambda = \frac{2d}{\Delta m}.$$

Notas: O factor 2 resulta do facto de, ao deslocarmos o espelho M_1 uma distância d , o raio 1 percorrer uma distância suplementar $2d$. Considerámos $n = 1$.

Procedimento experimental.

Para deslocar o espelho móvel usámos um parafuso micrométrico, com uma precisão de $0.1 \mu\text{m}$. Deslocámos o espelho a distância necessária para serem observadas 20 franjas. Para minimizar o erro estatístico efectuámos 6 medições. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: medições da distância necessária para criar 20 franjas de interferência

# medição	d (μm)
1	10.7
2	11.2
3	10.8
4	11.5
5	11.3
6	10.7

O valor médio para d é de $10,6 \mu\text{m}$ e o desvio padrão é de $0,8\mu\text{m}$. O valor médio para o comprimento de onda é portanto $0,53 \mu\text{m}$ e o erro associado de $0,04 \mu\text{m}$. Portanto o resultado será.

$$\lambda = 0,53 \pm 0,04 \mu\text{m}$$

Análise de resultados

O valor obtido para o comprimento de onda está incorrecto, pois o comprimento de onda da luz do laser de Ne-He no ar é $0,634 \mu\text{m}$: um valor que encontra fora das margem de erro daquele por nós obtido.

Para averiguar da presença de algum erro na medição repetimos a experiência com vinte observações em vez de seis. Além disso aumentamos o número de franjas contadas de 20 para 50 a fim de diminuir o erro. Ambos os procedimentos foram porém infrutíferos. O valor do comprimento de onda obtido foi praticamente o mesmo.

Dada a simplicidade da experiência, a última hipótese que considerámos foi a de existir um erro sistemático no equipamento de medida (paquímetro) ou no dispositivo mecânico que controlava o movimento do espelho.

De facto, após verificação, constatámos que o carril onde se deslocava o espelho não estava totalmente livre e que ao chegar a um certo ponto o suporte do espelho ficava impedido de se deslocar livremente. Após corrigir este defeito repetimos a experiência, e obtivemos o seguinte valor

$$\lambda = 0,64 \pm 0,03 \mu\text{m}$$

Este valor está em excelente acordo com o valor tabelado e dentro das margens de erro.

II parte: Determinação do índice de refração do ar

Nesta experiência pretende-se medir a variação do índice de refração do ar n com a pressão. Para um gás, com n próximo da unidade, esta variação é linear com a sua densidade, ou seja com a sua pressão a que está sujeito, P . De uma forma matemática

$$n = 1 + aP,$$

em que a é uma constante característica de cada substância, e que pode depender de outras variáveis, como a temperatura. Iremos determinar esta constante para o ar à temperatura ambiente. Para isso vamos diminuir a pressão do ar contido dentro de uma câmara transparente, desde a pressão atmosférica até um valor de cerca de 26 cm Hg.

A câmara, com ar a pressão variável, é introduzida no caminho de um dos feixes do interferómetro. As franjas de interferência são produzidas pelo facto de o feixe que passa pela câmara se propagar a uma velocidade variável com a pressão do gás no seu interior.

Procedimento experimental

Usando uma bomba manual de vácuo podemos variar a pressão na câmara entre a pressão atmosférica, ou seja 76 cm Hg, e cerca de 25 cm de Hg. O procedimento consiste em se registar a variação de pressão para a qual vão ocorrendo cada três franjas de interferência. De notar que o valor lido no manómetro corresponde à diferença de pressão entre a pressão atmosférica e a pressão na câmara.

A variação do índice é dada por

$$\Delta n = \Delta m \frac{\lambda}{l}$$

em que l é a espessura da câmara.

Tabela 2: medidas da variação do índice de refração com a variação da pressão

Δm	ΔP (cm Hg)	$\Delta n (\times 10^{-5})$
3	3	2,2
6	5	4,3
9	10	6,4
12	20	8,7
15	30	11,6
18	40	14,5
21	50	18,3

Este resultado compara razoavelmente com o valor real $n = 1.00029$.

O erro associado a estas medições tem origem no erro da medição da pressão. Como a divisão mínima da escala do manómetro é de 2 cm Hg, considerámos o erro $\Delta P = 1$ cm Hg. O erro no valor de n será portanto:

$$\Delta n = |a\Delta P| = 3,6 \times 10^{-6}$$

Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 2. Desta figura concluímos que, com a exceção de um caso, todos pontos se distribuem sobre uma linha recta. Mas que se encontra dentro do erro experimental.

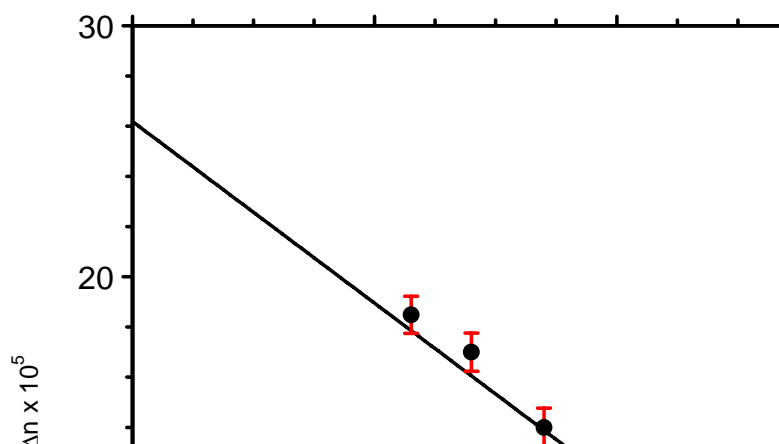


Figura 1: variação do índice de refração com a pressão. A curva a cheio mostra uma regressão linear com coeficiente -3.6×10^{-6} e ordenada na origem 26.2×10^{-5} .

Conclusões

Usámos o interferómetro de Michelson para determinar o comprimento de onda da luz de um laser. O valor inicialmente obtido foi cerca de 10% inferior ao valor tabelado. Constatou-se contudo, que tal se devia a uma falha no sistema mecânico que deslocava o espelho. Após essa correcção o valor obtido está em excelente acordo com o valor tabelado para o laser de He-Ne.

Verificámos que existe uma relação linear entre o índice de refração e a densidade do ar. A partir desta relação obtivemos o coeficiente de regressão linear e determinámos o índice de refração para o ar à temperatura ambiente. O valor obtido está em bom acordo com a valor tabelado.

Anexo II

Notas Diversas

1. Escrita de unidades e equações:

- Deixe um espaço entre o valor numérico e a unidade correspondente (50 W).
- Não use um ponto depois da unidade a não ser que seja parágrafo.
- No sistema português e francês a vírgula separa as unidades das décimas, enquanto no sistema anglo-saxónico é o ponto. Note que neste último caso a vírgula serve para separar unidades de milhares!
- Nunca acrescente *s* a um símbolo (m significa metro ou metros)
- Não deixe um espaço entre um prefixo e o símbolo (ms = milissegundo)
- Quantidades vectoriais são representadas a itálico carregado (força = \vec{F}), ou com uma seta por cima (\vec{F}).
- Símbolos e expressões matemáticas devem ser escritas em itálico, excepto as funções: $\sin(x)$.
- Os números e as unidades são escritas em estilo normal.
- Centre e numere à direita as equações.
- Se possível apresente todos os números com a mesma precisão.

2. Seja directo e evite redundâncias:

Incorrecto	Correcto
Absolutamente perfeito	Perfeito
Não é completamente verdade	Falso
Quase único	Não é único
Quase perfeito	Imperfeito
Uma negação categórica	Uma negação
De cor verde	Verde
Pequeno de tamanho	Pequeno
Problemas reais	Problemas
Quase impossível	Impossível
Justificação realista	Justificação
Muito importante	Importante
O menor mínimo possível	O mínimo
Em pequeno número	Poucos
Uma condição essencial	Uma condição

Prefira palavras simples a palavras mais complicadas

Prefira	a
Quase	Virtualmente
Sinal	Indicação
É	Representa

Mostra	Revela
Usa	Utiliza
De facto	Efectivamente
Muito	Substancialmente

3. Evite circunloquções: prefira expressões com o menor número de palavras, devendo estas ser as mais simples e directas.

Incorrecto	Correcto
A um nível teórico	Em teoria
No ambiente escolar	Na escola
Numa base regular	Regularmente
Em virtualmente todos os sectores	Em todo o lado
Num período da ordem de uma década	Em cerca de 10 anos
Consiste essencialmente de duas partes	Tem duas partes
Notou-se um apetite acrescido por parte de todos os ratos	Todos os ratos comeram mais
Trabalhámos no sentido de alcançar uma situação de unanimidade	Tentámos chegar a acordo
A forma como falamos depende do tipo de comunidades com as quais estamos a lidar num dado momento.	Devemos falar em função de com quem estamos.
Existe sobre nós uma obrigação ...	Devemos ...
Foi observado durante a demonstração ...	Observámos ...
Estamos num processo de desenvolvimento	Estamos a desenvolver
Estão a ser feitos estudos no sentido de estudar a possibilidade de usar ...	Estamos a tentar usar ...
Quando a turma está envolvida em actividades de leitura e escrita	Quando as crianças estão a ler e a escrever
Temos estado empenhados com grande sucesso no desenvolvimento de soluções cabais para os problemas da escassez de água que actualmente afecta a maioria dos municípios do nosso concelho.	Temos resolvido o problema da falta de água no concelho.

E ainda

Evitar	Preferível	Evitar	Preferível
Apesar do facto de	Embora	Chegar a uma decisão	Decidir
Se for assumido que	Se	Mais tarde	Depois
Durante o tempo que	Enquanto	Chegar a uma conclusão	Concluir
No momento presente	Agora	Dar encorajamento positivo	Encorajar
Até a altura de	Até	Tomar em consideração	Considerar
No caso de	Se	Em todos os casos	Sempre
Em todos os casos	Sempre	Com a excepção de	Excepto
Concluimos que	Concordavam	Em dois momentos	Duas vezes

estavam de acordo com		diferentes	
Foi mostrado ser	É	Fazer um ajustamento	Ajustar

4. Símbolos e unidades do Sistema Internacional (SI):

Unidades fundamentais: distância (l) = metro (m), tempo (t) = segundo (s), massa (M) = quilograma (kg), corrente eléctrica (I) = ampere (A)

<i>Grandeza</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidades SI</i>
Velocidade	v	m/s
Aceleração	A	m/s ²
Força	F	newton (N)
Momento linear	P	kg m/s
Energia, Trabalho	E, W, U	Joule (J), electrão-volt (eV)
Potência	P	Watt (W)
Densidade massa	ρ	kg/m ³
Carga eléctrica	q, e	Coulomb (C); $1e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Campo eléctrico	E	Volt / metro (V/m)
Campo magnético	B	Tesla (T)
Fluxo magnético	ϕ_B	Weber (wb)
Potência luminosa		Candela (Cd) ~ 1.5 W
Fluxo luminoso	I	Lumen (Lm) = 1 Cd / estéreo-radiano Lux = 1 Lumen / m ²
Intensidade luminosa		
Intensidade radiação	I	W/m ²
Dose de radiação	D	Gray (Gy)
Temperatura	T	Kelvin (K) ou grau Célsius. (°C)

Notas:

Aceleração – aceleração da gravidade na Terra é cerca de 10 m/s².

Força – a força que uma pessoa de 70 kg exerce no solo é de 700 N.

Energia – a energia necessária para aquecer uma grama de água um grau é 4.16 J. Um electrão volt (eV) é a energia típica que é libertada por cada molécula de combustível ao ser queimado – por exemplo uma grama de gasolina tem cerca de 10²³ moléculas, e é capaz de fornecer uma energia de 32 000 J.

Potência – a potência de um homem é de cerca de 1 Cavalo (Cv), ou seja 746 W.

Corrente eléctrica – uma televisão média consome uma potência de 100 W, ou seja uma corrente eléctrica de 0,45 A. Um aquecedor de 2000 W já consome cerca de 9 A. A corrente máxima suportada pelo ser humano antes de induzir danos graves é cerca de 50 mA.

Intensidade luminosa – uma candela é a potência luminosa emitida por uma superfície de platina com uma área de $1/(600000) \text{ m}^2$ a uma temperatura de 1773 °C. Uma lâmpada de iluminação cerca de 5000 Lm. As câmaras de filmar são sensíveis até 0,1 Lux. A luz do sol que chega à Terra tem uma intensidade da ordem de 1000 W/m^2 .

Temperatura – $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1+273 \text{ K}$. O Kélvim é a unidade de temperatura absoluta: não pode haver temperaturas inferiores a 0 K.

Radiação – o ser humano tolera uma dose de radiação máxima de cerca de 10 Gy.

5. Prefixos de potências:

Designação	Notação científica	Tamanho do objecto (m)
Femto (f)	10^{-15}	Núcleo atómico
Pico (p)	10^{-12}	Segundos que a luz leva a percorrer 1 mm
Nano (n)	10^{-9}	Átomo
Micron (μ)	10^{-6}	Célula, elementos de um circuito integrado
Mili (m)	10^{-3}	1/10 da espessura de um cabelo
Unidade	1	Homem
Kilo (k)	10^3	Cidade
Mega (M)	10^6	Portugal
Giga (G)	10^9	Distância Terra-Lua
Tera (T)	10^{12}	Sistema solar
Penta (P)	10^{15}	Distância à estrela Sirius ~ 10 anos luz

6. Exemplo de má escrita

Exemplo 1:

Os últimos anos viram mudanças no ensino numa escala impar em qualquer período anterior da história da nossa educação. Tais avanços precisaram de um dispêndio monumental de dinheiro e recursos, e é interessante notar que noutros países, como os Estados Unidos ...

Erros:

1. os anos não vêm

2. “Numa escala ímpar” significa ímpar.
3. “...em qualquer período anterior da história da nossa educação” é uma tautologia. Deve ler-se “na história da educação”.
4. Mudanças são mais tarde referidas como avanços.
5. Os avanços não precisam.
6. As despesas não podem ser monumentais.
7. “é interessante notar” é supérfluo.
8. Existe mais algum país como os Estados Unidos?
9. Não é referido o período de tempo a que o autor se refere.

Bibliografia

1. W. I. Beveridge, *The Art of Scientific Investigation*, Vintage Books, New York (1950).
2. R. Barrass, *Scientists Must Write*, Chapman and Hall, London (1978).
3. Sinclair Goodlad, *Speaking Technically*, London (1990).
4. W. Strunk e E. B. White, *The Elements of Style*, Allyn & Bacon (1979).
5. A. Raimes, *Keys for Writers*, Houghton Mifflin Company (1999).