

UMA APRENDIZAGEM DA FÍSICA QUATRO DÉCADAS ATRÁS

A PROPÓSITO DE RÓMULO DE CARVALHO

CÂNDIDO MARCIANO DA SILVA

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Impressionou-me bastante a recente observação de Rómulo de Carvalho de que o ensino "foi sempre mau" e "talvez, até, cada vez pior".

Talvez este fatalismo da relação professor/aluno tenha sido grandemente amplificado pela explosão escolar que entretanto se verificou, e se tenha tornado hoje mais fácil encontrar maus alunos e maus professores do que ocorria há quatro décadas atrás, altura em que o "direito" ao ensino não encontrava expressão em largos estratos da sociedade. Felizmente inúmeros exemplos mostraram que a aptidão para a aprendizagem e a própria capacidade intelectual não estão relacionadas com a origem social, embora, como em tudo o resto, os privilégios sociais contribuam claramente para o bom sucesso do aluno.

Diz-se que um bom aluno o será sempre, independentemente dos professores que tenha. Mas não acredito. Talvez no caso de um aluno brilhante isso aconteça, mas certamente o papel do professor é determinante, sobretudo no despertar das suas percepções do mundo que o rodeia (físico, intelectual, social ou artístico) e, eventualmente, das suas vocações.

É difícil ser-se professor numa tão grande e diversificada variedade de situações, como as que se apresentam hoje no sistema de ensino, o que leva, naturalmente, a que haja professores que só funcionam bem com turmas de bons alunos e que são incapazes de transmitir a sua mensagem e influência noutros grupos. As atitudes têm, naturalmente, que ser diferentes, e guiadas por pressupostos bem claros, isto é, por objectivos bem definidos para o ensino das matérias.

Claramente, o ensino das ciências não pode (no nível básico e secundário)

ser dirigido para a produção de bons cientistas, tal como o ensino da língua não se destina a produzir escritores, ou o de educação física a produzir atletas de competição.

Cada vez mais se torna claro que, na sociedade presente, é necessária uma boa compreensão da ciência e, sobretudo, da maneira como se constrói o conhecimento científico e dele se tira partido. E está igualmente claro que essa compreensão não pode ser conseguida pela simples acumulação de factos.

Um ensino de natureza puramente informativa, refúgio fácil do sistema (desde a definição dos currícula à formação dos professores), não é garantia de uma formação que desenvolva a compreensão da natureza e dos aspectos da sua relação com a sociedade. Pode parecer preferível insistir num número reduzido de conceitos, pela sua natureza estruturante, e deixar que a parte informativa seja guiada externamente, como já o é, quer pelos média, quer pelos produtos cada vez mais disponíveis (livros/computadores/Internet, etc.).

Como tive oportunidade de dizer pessoalmente a Rómulo de Carvalho, lamento profundamente não ter memórias de vivências comuns para relembrar nesta altura festiva. Mas gostaria de recordar alguns aspectos da vivência de um aluno do tempo em que Rómulo de Carvalho era Professor Metodólogo.

Parece que sempre fui considerado um bom aluno (pelo menos pelos nossos padrões) embora as minhas notas de todo o período liceal sejam as de um aluno regular. No entanto, é um facto que a Física que aprendi no período pré-universitário não me foi ensinada na sala de aula. Tive aí três professores: um que era bem mau (a minha primeira nota de

$$\left\{ \begin{array}{l} i = \frac{af}{p-f} \\ p' = \frac{pf}{p-f} \\ LA = \frac{i(p'-oc)}{p'+f'-oc} \\ c = i - LA \\ t = \frac{if' - cf'}{i} \\ x = p + co + t \\ F = \frac{acx}{(a+c)^2} \end{array} \right.$$

Física foi negativa), um que ensinava bem a matéria e tinha uma habilidade específica para lidar com os espíritos menos hábeis confrontando-os com a sua ignorância e estimulando-os fisicamente para as aventuras do conhecimento, e um terceiro, neste caso uma professora, que, sendo muito dedicada à turma e ao currículo, frequentemente procurava, nas suas afirmações mais ousadas, o consentimento de um pequeno grupo de alunos da turma, no qual eu me incluía.

A minha aprendizagem da Física foi feita fora da sala da aula, fora até do texto oficial do livro adoptado, principalmente em livros diversos da Biblioteca do Liceu, mas também nalguns livros (escritos em espanhol) que o meu irmão já tinha usado nos seus estudos no Instituto Industrial (hoje ISEL).

A Biblioteca era nessa altura um ponto privilegiado de encontro dos alunos do Liceu, indistintamente dos seus desempenhos escolares, e era provavelmente a única sala onde coexistiam rapazes e raparigas antes do 6.º ano do "Complementar" (hoje 10.º ano).

Foi assim que, ainda no Liceu aprendi a radioactividade no livro do Prof. Manuel Valadares (cujo conflito que o havia exilado em França eu então ignorava), li livros de Louis de Broglie sobre a dualidade onda/corpusculo, e o meu espírito foi desperto para as geometrias não euclidianas. Curiosamente a Relatividade foi sempre uma fonte de fascínio não propriamente compreendida. Mas foi sobretudo o acesso, na Biblioteca do Liceu, a bons livros sobre os aspectos clássicos da Física curricular, que me facilitaram a consolidação desse conhecimento. Foi também a altura em que percebi que a ciência podia ser contestada e sugeridas interpretações alternativas, mas o livro "Comentários à Física Teórica Oficial", com a sua visão do Universo constituído por matéria imersa num mar de partículas, que também li nessa altura, não me inspirou nenhuma confiança.

Desde a escola primária, a Geometria tinha-me dado um quadro de referência para a compreensão do mundo envolvente e consolidado bem a noção de infinito (consequentemente uma primeira perspectiva cosmológica) e por isso não é de admirar que tenha desenvolvido motivos de interesse e de entretenimento quer na óptica, quer na compreensão da trigonometria esférica que regula a superfície da terra, com o seu impacto nos mapas para a navegação no mar, e que regula também a esfera celeste e a sua constante alteração com os fenómenos do dia a dia.

A passagem dum cometa importante (Pajdusakova-1953h), nessa altura anunciada nos jornais, levou-me a escrever ao Observatório da Universidade de Coimbra, que estava na origem da notícia, e solicitar as coordenadas do dito. Pensava eu que seria um exercício simples encontrar o objecto no céu nocturno, uma vez armado com essa preciosa informação. Não tendo sido assim, perduraram, no entanto, várias coisas desse acontecimento: recebi do Prof. Manuel dos Reis, então director do Observatório, uma carta manuscrita em que me dava conta dos aspectos observacionais relacionados com a passagem do cometa e, ao mesmo tempo, um

exemplar das Efemérides Astronómicas do Observatório para esse ano. Não sei se o Prof. Manuel dos Reis se apercebeu de que se tratava dum jovem no início do 6.º ano (hoje 10.º) do Liceu (é possível que eu não o tenha referido na carta), mas tive oportunidade de lhe agradecer pessoalmente, mais tarde, quando já licenciado, e ele jubilado, o encontrei regularmente nos Seminários de Física que o Prof. Silveira organizou durante alguns anos.

Este contacto deixou marcas indeléveis. Aquele exemplar das Efemérides marcou o início dum continuado interesse pela Astronomia. Ainda hoje recebo anualmente essa publicação do Observatório, o que tem sido um precioso auxílio em muitas incursões amadorísticas neste domínio, mas sobretudo forneceu-me páginas e páginas de números que necessitavam de adquirir sentido na minha cabeça. Esta necessidade de lidar com as coordenadas celestes do dito cometa, e por causa dele, também do Sol, da Lua, dos Planetas e das Estrelas, no seu dia-a-dia, obrigou-me a imaginar a esfera celeste vista do meu lugar, à latitude 37º N, e a tentar relacionar as ditas coordenadas com o que hoje sei chamar altura e azimute. Essas conjecturas e os desenhos geométricos que geraram para determinar o arco semidiurno dum astro conforme a sua declinação (exercício baseado todo ele, mais uma vez, na geometria da esfera e das suas projecções) só vieram a fazer sentido pleno quando aprendi a trigonometria esférica, mas até lá proporcionaram um sólido empirismo de que ainda hoje benefico, mesmo fora deste domínio.

Sempre achei que a menor ênfase dada actualmente no ensino à Geometria, e em particular à Óptica, resulta numa quebra de desenvolvimento de capacidades, quer de pensamento abstracto, quer de atitude observacional, que de outro modo seriam essenciais do ponto de vista formativo. Julgo que não há argumento para a Óptica desaparecer do currículo escolar, a não ser pela actual ausência do ensino experimental.

Nessa, altura, a Óptica Geométrica elementar era ensinada no antigo 2.º ciclo, que actualmente corresponde ao 7.º, 8.º e 9.º anos, e aí se aprendiam não só as leis da reflexão e refração mas também a maneira como determinavam o comportamento dos meios ópticos limitados por superfícies, quer as lentes quer os espelhos, quer os casos particulares das lâminas de faces paralelas e dos prismas.

Tal como era ensinada era um exercício de Geometria em que, sem nos apercebermos da profundidade subjacente, se discutia a correspondência de dois espaços, i.e., a transformação do espaço objecto no espaço imagem e se estabelecia, teórica e experimentalmente, a respectiva correspondência com a realidade numa forma precisa e construtiva. Essa relação entre o teórico e o real e o domínio dos conceitos de base não só me permitiram resolver mais tarde todos os problemas da Geometria Descritiva (do 7.º ano — hoje 11.º ano) como viriam a permitir-me resolver muitos dos problemas que na Universidade afligiam os meus colegas de Matemática na disciplina de Geometria Projectiva.

Por outro lado, a capacidade de abstracção, que resulta da necessidade de vislumbrar uma solução, por puro exercício mental, muitas vezes fechando os olhos para melhor "ver" os elementos geométricos envolvidos, foi determinante para a mais fácil compreensão da Cristalografia, desde os seus 32 grupos de simetria às projecções estereográfica e gnomónica. Esta compreensão viria por sua vez a ser importante para perceber o papel da simetria na Natureza e, mais tarde, para um melhor entendimento da estrutura e das propriedades das partículas elementares constituintes da matéria (Física Nuclear, etc.).

Além disso, sendo a Geometria uma disciplina de rigor, a Óptica ensinou-me logo nessa altura que, em geral, tudo o que usamos é de natureza aproximada. Embora a Óptica Geométrica elementar só trate superfícies esféricas foi fácil perceber, quer geométrica quer experimentalmente, que estas superfícies não são boas para formar imagens de qualidade a não ser que se aproveite apenas uma fracção muito pequena da superfície da calote esférica. Então, só para estas é que são válidas, como aproximação, as equações simples que relacionam os raios de curvatura e as distâncias focais. E, no caso das lentes, a correspondente aproximação das lentes de pequena espessura.

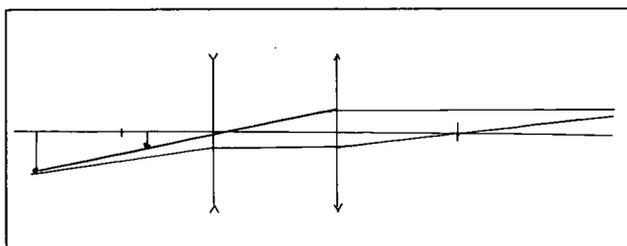
Na ausência de material adequado tinha desenvolvido, já nessa altura, uma técnica de utilização de lâmpadas eléctricas fundidas, para fins ópticos, que consistia em extrair pelo topo do casquilho o suporte interior do filamento, o que deixava uma boa aproximação de uma esfera oca e transparente. Esta, cheia de água, fornecia uma boa lente que, infelizmente (ou felizmente), contrariava todas as aproximações em que se baseava a Óptica Geométrica aprendida; mas o ter que lidar, empiricamente, com este objecto, por exemplo, para projectar fitas¹ (um projector de diapositivos com uma lente completamente esférica), foi determinante para a compreensão global e exacta da Óptica Geométrica como modelo aproximado da realidade, da medida exacta dessa aproximação, mas sobretudo da noção da validade do modelo como limite da realidade no sentido infinitesimal, que consolidou nessa altura. O mesmo aconteceu, aliás também com a câmara clara, particularmente no que se refere ao balanço entre a intensidade e a definição da imagem que se projecta numa parede interior através de um orifício pequeno. Por isso, nunca tive dificuldade sempre que, posteriormente, foi necessário estudar uma realidade complexa fazendo hipóteses simplificadoras, fornecedoras de modelos de referência, ou analisando os compromissos entre várias alternativas.

Porém, nunca fiquei satisfeito com o facto de ser tratada na Óptica Geométrica apenas a situação em que duas lentes finas, de distâncias focais f_1 e f_2 , são combinadas no caso particular de contacto, para produzir um conjunto com distância focal F , e não ser sequer feita referência ao caso frequente em que as duas lentes não estão em contacto e se encontram separadas por uma distância "d" diferente de zero.

A equação dos focos conjugados, expressão correspondente à primeira situação, tem nesse caso a forma:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \text{ou} \quad F = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$$

Essa insatisfação era reforçada pela constatação de diversas situações em que se verificavam combinações com distâncias significativas, como, por exemplo, objectivas de algumas máquinas fotográficas e elementos ópticos de projectores de diapositivos e de opacos que na altura eram usados nas aulas.



Na minha simples imaginação o problema deveria ser resolúvel com os conhecimentos já adquiridos e não percebi porque não era tratado na matéria. Criou-se, assim, um desafio implícito que me deixou inquieto durante todo o 3.º período.

Sentindo que dominava os instrumentos necessários para atacar o problema, pois tinha compreendido bem toda a teoria associada à semelhança de triângulos e ao Teorema de Thales, por um lado, e executava bem todas as manipulações algébricas de simplificação de expressões e de fracções explorando simetrias dos termos intervenientes, por outro, não foi difícil estabelecer as relações necessárias para a solução pretendida. Só que, por mais voltas que a álgebra me permitisse dar, não consegui obter uma fórmula simples que relacionasse os três parâmetros essenciais f_1 , f_2 e d para obter a distância focal F do conjunto das duas lentes.

A beleza e a simplicidade da expressão dos focos conjugados tinha-se perdido, dando lugar a uma expressão atemorizadora e complexa, de aplicação laboriosa e susceptível de erro na prática, de tal modo que me parecia mais simples manter a solução na forma de um sistema de equações, usando variáveis intermédias, do que incorporar todas as equações numa única expressão por eliminação dessas variáveis.

O desafio inicial tinha dado lugar agora a um impasse, em que a primeira coisa a fazer consistia em saber se a solução estava correcta. O mais simples era saber se este resultado geral (para $d \neq 0$) continha a solução correcta no caso particular de distância nula ($d = 0$) e, de facto, fazendo $d = 0$ em toda aquela com-

¹ Fitas – imagens provenientes de fragmentos de película cinematográfica, que constituíam o pequeno comércio numa velhota que vendia pacotinhos de 10 por um tostão; obviamente mais caras quando se tratava de fitas puras, isto é, que envolviam acção.

plicação, de lá saiu novamente e de forma natural a expressão dos focos conjugados em toda a sua harmoniosa simplicidade. Mas este teste, embora satisfatório do ponto de vista formal, era efectivamente derrotista no sentido do objectivo procurado, pois não garantia a correcção da solução no caso que interessava, isto é, de $d \neq 0$. No enleio em que fiquei só vi duas alternativas: ou testava experimentalmente, nalguns casos, para verificar se os resultados das medidas se conformavam com os valores calculados (por exemplo, escolhendo duas lentes f_1 e f_2 e ensaiando várias distâncias d entre elas tentando em cada caso posicionar o objecto em posições diversas e medindo a posição da imagem) ou mostrava ao professor, para que ele validasse a correcção da solução encontrada.

Como estávamos já a terminar o ciclo (hoje 9.º ano) e tinha bem assegurada a nota para ir a exame final, atrevi-me a abordar o professor para lhe pedir as duas coisas. Esperei uma boa oportunidade em que todos já tinham saído da aula prática e em que já não estava mais ninguém para presenciar o meu embaraço e pedi-lhe para me autorizar a usar o banco de óptica fora de horas, e entreguei-lhe também meia dúzia de páginas com as deduções que gostaria que ele comentasse. Estava-se no final do ano lectivo, e não havia nenhum problema formal que impedisse o uso do laboratório. Porém nunca cheguei a realizar mais do que um ensaio ou dois, porque interiormente sentia que este não era o processo de realizar a prova. Isto é, mesmo que verificasse, em meia dúzia de casos, que havia acordo razoável, o que é que isso provava? Na prática, depois, verifiquei que não sendo de precisão o banco de óptica, os erros associados às medidas não permitiam o rigor necessário para uma confiança satisfatória, mesmo nos casos isolados que se experimentassem.

$$F = \frac{2f_1 f_2}{f_1 + f_2} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \right)$$

$$F = \frac{2f_1 f_2}{f_1 + f_2} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \right)$$

Mentalmente já tinha, efectivamente, abandonado esta solução e ficado dependente da opinião do professor. Este, ao receber os papéis, e o meu pedido, tinha ficado com um "sorriso amarelo" que, na altura, não consegui interpretar bem mas que, *a posteriori*, me parece que se pode atribuir a um embaraço maior do que o meu. Julgo que não estava preparado para uma situação destas e ficou sem saber o que me havia de dizer, apesar de, como já disse, sempre ter mantido com energia um nível de ensino e exigência que estimulava a turma. No entanto, lá levou os papéis e prometeu olhar para eles. Passado tempo que julguei conveniente, tornei a

procura-lo e finalmente obtive de volta os papéis, mas não uma resposta que correspondesse ao que necessitava: — Que sim, que tinha feito um trabalho interessante, etc., mas nenhum comentário que funcionasse no sentido da coerência e rigor da solução. Não discutiu, efectivamente, comigo o problema. Entretanto, as férias de Verão que se seguiram encarregaram-se de fazer esquecer este problema e os desafios dos anos seguintes deram novos rumos à imaginação. Porém, aquele problema lá ficou, guardado numa capa amarela dos cadernos que se usavam nas aulas do liceu e, sobretudo guardado num recanto da minha mente como uma situação insatisfatoriamente resolvida.

Passados anos de uma vida profissional em torno da Física, e da Ciência em geral, sinto ainda hoje uma atracção pelas coisas simples que decorrem da Geometria. O "hobby" da Astronomia e um certo fascínio pelo ensino elementar das ciências tem-me mantido atento a todas as pequenas actividades que, de um modo ou de outro, podem ser utilmente usadas pelos professores no sentido do contacto experimental com a Natureza. A Astronomia funciona actualmente como um grande atractivo. Com um grande potencial de interacção com todas as outras disciplinas, contém um ingrediente básico para estimular a atitude experimental pois torna inevitável uma atitude de observação da Natureza. E cada vez mais se sente, nos nossos clubes de amadores, um grande interesse em observar, de alguma forma, acontecimentos celestes. Os eclipses, em particular do Sol, mobilizam um interesse generalizado de alunos e professores e podem, nalguns casos, motivar projectos escolares, incluídos nas actividades curriculares. Por isso aparecem com alguma regularidade sugestões de observação do Sol que pretendem evitar o problema da tentação, dos jovens, da observação directa (nunca é demais recomendar que não se deve olhar directamente para o Sol sob o risco de queimar irremediavelmente a retina). Recentemente a revista *Sky & Telescope* (Jul. 1991), divulgou um processo de projecção da imagem do Sol numa sala de aula, engenhosamente baseado num sistema óptico em que a distância focal é variável, adaptando-se assim às mais diversas situações. Examinado em detalhe, o processo consiste em utilizar duas lentes: uma com distância focal f e a outra $-f$ e variar a distância d entre elas, para variar a distância focal F do conjunto. Solução engenhosa, não só porque as distâncias focais f e $-f$ permitem o cancelamento de vários termos, como também, fazendo $d = 0$, se obtém uma solução em que não há convergência nem divergência.

Naturalmente esta notícia reacendeu, como todo o seu vigor, a chama adormecida daquelas páginas guardadas na capa amarela. O próprio exame quer da referida revista, quer do artigo original², mostra a existência

² *Applied Optics*, Vol. 28, nr 20 (1989), pp. 4293-7, "Solar eclipse observations: some simple devices".

duma expressão, de novo, harmoniosamente simples entre as variáveis envolvidas; aquela expressão que tinha, sem sucesso, tão intensamente procurado:

$$F = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2 - d}$$

Como era possível que me tivesse escapado esta solução? Como era possível deduzir uma expressão tão equilibrada e simétrica? Obviamente não tive outra alternativa senão pegar no problema novamente e deduzir a expressão que estes artigos apresentavam, só para constatar que toda esta beleza e simplicidade decorre, muito simplesmente, de uma circunstância igualmente muito simples, isto é, do que se entende por distância focal do conjunto ou da maneira como se lhe atribui significado no caso composto, em que temos um conjunto de duas lentes.

No tratamento inicial a pesquisa da solução tinha consistido na construção geométrica da imagem de um objecto colocado a uma dada distância do sistema de lentes, e na suposição de que a mesma relação entre objecto e imagem (tamanhos e distância) podia ser obtida a partir de uma única lente (equivalente) com distância focal F colocada numa posição conveniente. De forma implícita e subconsciente tinha também assumido que esse valor F e a posição seriam os mesmos qualquer que fosse a localização escolhida para o objecto. Esta era, na sua essência, a definição da distância focal do conjunto, e a construção geométrica serviria apenas para materializar a relação com os parâmetros de base.

A atitude tomada no artigo da revista *Applied Optics* foi completamente distinta, e consistiu em usar a definição básica de foco do conjunto como o ponto onde convergem os raios luminosos paralelos incidentes, isto é, provenientes de um objecto colocado no infinito, estendendo assim para o sistema composto a definição habitual de distância focal para a lente simples.

Pode imaginar-se a pressa e a ansiedade com que procurei os papéis já amarelecidos guardados numa capa amarela dos cadernos do Liceu, e naquele complexo sistema de equações introduzi a condição que coloca o objecto no infinito. E a satisfação e o deleite de verificar a emergência desta nova solução simples e harmoniosa daquela complexidade quase intratável, onde tinha permanecido adormecida durante anos.

Dir-se-á que esta solução corresponde a uma particularização do problema. E é verdade! Mas sabemos também, na nossa compreensão da Natureza, que se trata de uma solução com grande generalidade em que todos os parâmetros f_1 , f_2 e d permanecem livres, e apenas o objecto é colocado no infinito para significar um feixe luminoso incidente de raios paralelos. Nada garante, nos outros casos, em que o objecto não está no infinito, que a posição do foco da lente "equivalente" seja independente da posição do objecto. Neste caso nunca se

obterá uma expressão simples em que as distâncias do objecto e da imagem sejam eliminadas.

O problema inicial, de tratamento complexo, foi de repente substituído por outro problema praticamente equivalente, mas de tratamento mais fácil, por simples mudança de ponto de vista. A Natureza, na sua complexidade, ficou representada por um modelo simplificado, por um caso particular, sem aparente perda de generalidade.

É esta capacidade de mudança de ponto de vista que faz a diferença na ciência, constituindo a essência do acto criativo, e que faz também a diferença entre um bom aluno e um aluno brilhante. Era este ponto de vista crítico, de procura de solução, que, provavelmente, esperava do professor, e que certamente teria contribuído para que eu aluno, tivesse, a partir daí, uma nova atitude em relação ao estudo da Natureza.

É este ponto de vista que, a meu ver, faz diferença entre um professor e um simples transmissor de factos.

Julgo que não se esperaria (nem se esperará actualmente) que o professor tivesse necessariamente o conhecimento técnico para indicar a solução, mas é um facto que, no meu íntimo, sempre me ficou a insatisfação da falta de discussão do trabalho que tinha feito. E, quem sabe, talvez a análise crítica conjunta tivesse feito surgir, logo nessa altura, para surpresa e satisfação de ambos aquela famigerada solução. Teria então podido, compreender, mais cedo, que a ciência é um empreendimento de natureza cooperativa que envolve a discussão aprofundada de tudo o que se faz, e que a procura do conhecimento é mais uma das aventuras fascinantes que pode ocupar a imaginação dos jovens. Faltar-me-ia ainda compreender que é o rigor da obediência aos critérios do método científico o ingrediente fundamental que torna a Ciência um poderoso instrumento de progresso e de cultura.

Quero acreditar que este espírito de trabalho em conjunto esteve presente em Rómulo de Carvalho, quer como professor, quer como metodólogo, mas sei, ainda do tempo do Liceu, através dos comentários aqui e ali, ouvidos dos professores que se tinham de deslocar a Lisboa para fazer o exame de Estado, do grau de rigor que exigia aos seus estagiários e que assim lhes incutia este ingrediente fundamental da natureza da actividade científica.

Certamente incutiu-o nos seus alunos como pude constatar nalguns, com quem tive a oportunidade e o privilégio de trabalhar no domínio da ciência.

Andreas, 30 de Novembro de 1996

Cândido Marciano da Silva é Professor de Informática na Universidade Nova de Lisboa, onde ingressou em 1975, transferindo para esse domínio a sua experiência como investigador em Física Nuclear Experimental, em que se havia doutorado em 1967, na Universidade de Manchester.