

8 Conclusões

*Será esta viagem feita pelo vento
Será feita por nós, amor e pensamento
O sonho é sempre sonho se nos enganamos
Mas cabe perguntar: **Como é que aqui chegámos?**³⁶*

José Mário Branco, A noite, 1985³⁷

Procuramos ao longo da tese clarificar, através de diversos exemplos, os cuidados que uma utilização adequada e correcta da calculadora gráfica requer, assim como as conclusões erróneas que poderão surgir. Neste capítulo, para além de apresentarmos as considerações finais deste estudo, referiremos as suas limitações mais relevantes, bem como algumas recomendações que consideramos pertinentes.

Como foi mencionado no capítulo 2, foi a partir do ano lectivo de 1997/1998, que o uso da calculadora gráfica passou a ser obrigatório para a disciplina de Matemática do Ensino Secundário. Foi igualmente nesse ano que teve início a nossa actividade profissional. Nessa altura, os objectivos da maioria das formações que se realizavam estavam relacionadas sobretudo com o modo de funcionamento das calculadoras gráficas e com as actividades que poderiam ser realizadas nos diversos temas constantes do

³⁶ A negrito no original.

³⁷ Poema completo encontra-se no anexo F.

programa oficial ([14]). Um dos objectivos centrais de todas estas formações relacionadas com as calculadoras gráficas, era demonstrar a grande contribuição deste tipo de tecnologia gráfica para a melhoria do ensino/aprendizagem da Matemática³⁸. A partir destes conhecimentos, outras questões se colocam ao professor, nomeadamente a de saber até onde poderá ir a calculadora gráfica no estudo dos diversos conceitos matemáticos? A ambição em realizar esta investigação nasceu do interesse e do desejo em compreender melhor o modo de funcionamento das máquinas gráficas, as suas limitações e aqueles exemplos que conduzem a resultados “estranhos” e/ou “surpreendentes”.

Pretendia-se com este trabalho clarificar, através de um estudo sistemático, as variadas implicações para o ensino das funções reais de variável real do tratamento do conjunto dos números reais como conjunto finito, discreto e limitado que a calculadora gráfica nos oferece, esperando deste modo auxiliar os professores do Ensino Secundário a fazer um melhor e mais eficaz uso da máquina calculadora nas salas de aula. De facto, como o programa oficial ([14] p. 10) refere “o aluno deve ser confrontado, através de exemplos concretos, com os limites da tecnologia.” Neste sentido, torna-se pois imprescindível que o professor tenha a capacidade de apresentar exemplos ilustrativos das limitações da calculadora gráfica, sabendo igualmente apresentar as respectivas justificações. É claro que o professor deverá ter cuidado na escolha dos exemplos a apresentar aos alunos para evitar complicações desnecessárias. Alguns dos exemplos que foram estudados ao longo deste trabalho poderão perfeitamente ser apresentados aos alunos no contexto de aula. Cabe ao professor saber seleccionar os mais adequados aos objectivos que pretender atingir. Não devemos esquecer a importância das brochuras, editadas pelo Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação ([64], [65] e [66]), na divulgação deste tipo de exemplos. Na introdução de um destes textos ([65] p. 4), D. Fernandes escreve

³⁸ No Anexo G encontra-se o certificado da primeira acção de formação relacionada com as calculadoras gráficas frequentada pela autora aquando da realização do seu estágio pedagógico no ano lectivo 1997/1998.

espero que as professoras e os professores de Matemática do Ensino Secundário possam reconhecer utilidade nos materiais agora disponibilizados, quer na planificação das suas actividades de ensino quer ainda como referências e instrumentos de reflexão, de auto-formação e de desenvolvimento profissional.

Relativamente aos manuais escolares³⁹, como já foi mencionado no capítulo anterior, estes, apesar das melhorias que evidenciaram nos últimos tempos, deverão apostar na exposição de breves justificações, necessariamente simples, dos problemas ocorridos nos exemplos apresentados.

Um dos grandes obstáculos que sistematicamente impediu um melhor entendimento da nossa parte da forma de funcionamento das calculadoras gráficas, diz respeito ao modo de arredondamento nelas implementado. De facto, para se perceberem melhor os erros de arredondamento seria importante que os fabricantes das máquinas divulgassem nos respectivos manuais de utilização ou nos seus “sites”, o sistema de representação dos números utilizado e o modo de arredondamento implementado. Por exemplo, na Texas TI - 83, um número $x \in [1,1 + 10^{-13}]$ é arredondado para que valor? Por outro lado, quais os algoritmos utilizados por esta máquina na determinação dos zeros e dos extremos de uma função? Os manuais de utilização das calculadoras gráficas utilizadas neste trabalho ([11] e [67]) são absolutamente omissos no que diz respeito à representação de números e aos algoritmos das funções (excepto no caso da derivada da função num ponto, como já tivemos oportunidade de referir na secção 6.7). No sentido de tentar tomar conhecimento destes aspectos, um dos orientadores desta tese enviou um email aos representantes da Texas Instruments em Portugal. No entanto não obteve qualquer resposta. Espera-se que num futuro próximo, os fabricantes procedam a uma divulgação destas informações, uma vez que são de importância vital na compreensão detalhada dos resultados obtidos. No que diz respeito ao conhecimento dos erros de arredondamento por parte

³⁹ É claro que por limitações de tempo não puderam ser analisados todos os manuais de Matemática do Ensino Secundário.

dos professores, estes deverão estar cientes das razões dos problemas surgidos e estar preparados para eventuais questões que os alunos venham a colocar. As respostas a essas questões deverão ser adequadas aos alunos, mas para se atingir essa adequação os professores, mesmo não entrando em detalhes sobre os problemas da Análise Numérica, têm necessariamente que os conhecer/compreender. Como afirmava G. Polya, o primeiro mandamento do professor de Matemática é “saber (ele próprio) a matéria” ([51]).

Contrariamente ao que se passa com as calculadoras gráficas, as máquinas que adoptam a norma IEEE 754, não apresentam quaisquer surpresas ou situações omissas. De facto, como se pode constatar em [49], existe uma representação consistente dos números no sistema de ponto flutuante em todas as máquinas que a adoptem, os resultados das operações em ponto flutuante são correctamente arredondados utilizando diversos modos de arredondamento e existe um tratamento consistente de situações excepcionais.

De uma forma geral, é nosso entendimento que os objectivos propostos para a realização deste trabalho foram concretizados. Porém, como é comum neste tipo de estudo, muitas outras questões se nos levantaram: uma das investigações que se pode agora realizar consistirá em inquirir alguns alunos do Ensino Secundário sobre as suas percepções no âmbito das limitações das calculadoras gráficas, assim como a prática pedagógica dos professores na leccionação do tema “Funções” e “Sucessões”. Esperamos que, em breve, este objectivo possa ser alcançado⁴⁰. Apesar de não possuímos dados que suportem esta opinião, acreditamos que os professores de Matemática, de uma forma mais ou menos explícita, apresentam nas suas aulas alguns exemplos que permitem ao aluno ter consciência das limitações da tecnologia que estão a utilizar.

⁴⁰ A partir do próximo ano a autora deste trabalho leccionará Matemática A a uma turma do 10º ano que acompanhará até ao 12º.

Apesar de todas as dificuldades sentidas ao longo deste trabalho, que foi pautado por momentos de algum desânimo, a sua realização foi uma experiência extremamente enriquecedora.

É nosso objectivo, futuramente, continuar o estudo já iniciado neste trabalho pois ainda há muito a “descobrir”, o assunto não se encontra esgotado. Há mais. Muito mais.

Terminamos com um pensamento que deverá acompanhar sempre um professor na sua vida profissional, uma vez que o seu papel principal como agente educativo é o de conduzir o aluno a pensar, a raciocinar, a investigar, a conjecturar, a experimentar e a criticar:

O que ouço, esqueço

O que vejo, recordo

O que faço, aprendo.

Confúcio ⁴¹

⁴¹ Filósofo chinês (c.551 a.C. – c. 479 a.C.).

