

# O *Navigator* e a forma como os alunos de 10.º ano utilizam a calculadora gráfica

VANDA ROSA • ANTÓNIO DOMINGOS

A utilização da calculadora gráfica no ensino secundário, em Portugal, é uma realidade desde a década de 90, do século passado.

Poucos estudos têm sido feitos sobre a utilização desta ferramenta e o desenvolvimento do pensamento matemático. A prática profissional quotidiana mostra-nos que se vai construindo conhecimento e melhorando a efetiva utilização das calculadoras, independentemente da formação especializada que os docentes venham a frequentar. A calculadora na sala de aula tem vindo a constituir-se numa preocupação constante associada a um entusiasmo em fazer deste instrumento uma ferramenta que facilite e rentabilize o processo de ensino e aprendizagem.

Se atendermos a que nos últimos anos surgiram no mercado modelos diferentes de calculadoras gráficas, com novas potencialidades, considera-se que é pertinente fazer estudos sobre os benefícios que estas novas máquinas podem trazer para a aprendizagem da Matemática. Para tal, é necessário conhecermos melhor a forma como lidam os alunos com as potencialidades da calculadora, que uso lhe dão, que esquemas desenvolvem com vista a executar uma determinada tarefa e qual a qualidade das aprendizagens realizadas.

Neste artigo damos conta de alguns resultados de um estudo realizado com recurso à calculadora gráfica TI-Inspire apoiada pelo sistema TI\_Navigator que permitiu gravar, em vídeo, os procedimentos utilizados pelos alunos na resolução de um conjunto de tarefas. A Texas lançou um sistema de rede sem fios — TI\_Navigator — (Figura 1) formado por um *software* próprio que se instala num computador, um *router* e adaptadores *wireless* que se encaixam nas calculadoras dos alunos.

Este sistema possibilita a professores e alunos trabalharem num ambiente comum partilhado, permitindo assim acompanhar e avaliar melhor o progresso dos alunos. É pos-

sível visualizar no computador do professor os ecrãs das unidades portáteis dos alunos e verificar o desempenho de um aluno em particular ou da turma em geral. Os alunos podem mostrar os seus trabalhos ou passos da resolução de um problema projetando o ecrã da sua máquina para a turma. É possível fazer uma avaliação dos conhecimentos dos alunos, em qualquer momento da aula, enviando para as calculadoras destes perguntas de resposta aberta ou de escolha múltipla. O professor pode guardar, no computador ou na calculadora, as resoluções dos alunos, sob a forma de vídeos ou numa base de dados própria criada pelo *software*. Estamos perante uma tecnologia avançada que poderá rentabilizar muito mais as aulas e melhorar a aprendizagem, mas, de momento, as escolas ainda tardam em possuir este equipamento o que torna difícil a sua utilização generalizada.

Como referido acima, pretende-se apresentar alguns resultados de uma investigação que teve por base a realização de tarefas diversificadas com recurso à calculadora ligada a uma rede sem fios do TI\_Navigator. Visto este sistema possibilitar a gravação em vídeo dos ecrãs das calculadoras



Figura 1. Sistema TI\_Navigator



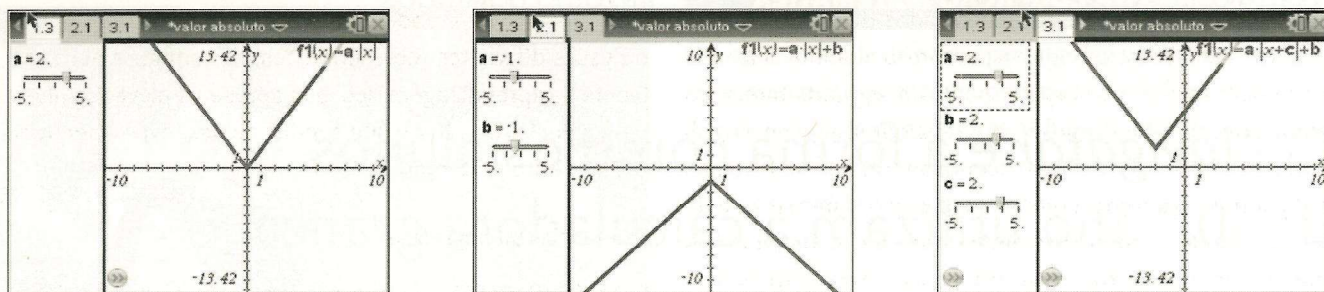


Figura 2. Documento da tarefa: Transformações da função módulo

dos alunos, considerou-se que seria uma ferramenta fundamental para a concretização do estudo. Todos os procedimentos realizados pelos alunos com a calculadora gráfica foram gravados em vídeo, pelo próprio sistema. Como só é possível gravar a atividade de um aluno de cada vez, as tarefas foram resolvidas em aulas diferentes, assumindo a sua realização um carácter de entrevista semiestruturada. A metodologia usada no estudo é de natureza qualitativa, configurando um estudo de caso (Rosa, 2013).

O estudo incidia na aprendizagem das funções, no 10.º ano de escolaridade e envolvia quatro tarefas diversificadas e dirigidas para o uso da calculadora gráfica. As duas tarefas aqui analisadas procuram evidenciar o papel desempenhado pela tecnologia em uso e os seus objetivos eram os que a seguir se descrevem. Uma tarefa centrava-se nas transformações da função módulo. Passou-se para as calculadoras dos alunos um documento dinâmico que permitia analisar, em páginas diferentes, os gráficos de três famílias de funções:  $f_1(x) = a|x|$ ;  $f_2(x) = a|x| + b$  e  $f_3(x) = a|x + c| + b$  (Figura 2). Com o cursor os alunos variaram o valor dos parâmetros a fim de perceberem a sua influência.

A outra tarefa envolvia questões diversas sobre funções (ver anexo). Adaptou-se um problema apresentado pelo GAVE em 2010 (itens de preparação para o teste intermédio). Criou-se um documento dinâmico para a calculadora (em substituição da figura da versão original) que foi passado para as calculadoras dos alunos (Figura 3).

Todas as questões dependiam das coordenadas de um ponto móvel  $P$ , como tal, os alunos exploravam o documento movimentando o ponto e depois efectuavam a resolução analítica, utilizando o parâmetro «a» como abcissa do ponto.

Após uma análise pormenorizada dos vídeos, constatou-se que as tarefas foram bastante facilitadas pela apresentação dos documentos dinâmicos. Foi a primeira vez que os alunos resolveram tarefas com a ajuda de uma aplicação dinâmica nas suas calculadoras. Trabalharam no próprio documento, pois criaram páginas novas para efectuar

cálculos ou para visualizar gráficos e em qualquer página abriam a linha de entrada das funções para introduzir uma nova. Os documentos dinâmicos fornecidos aos alunos foram artefactos usados de forma integrada para potenciar a aprendizagem — sistemas de artefactos (Rabardel, 1995).

Constatou-se que os alunos com a calculadora tiravam conclusões sobre o estudo das funções, demonstrando uma compreensão acrescida, nomeadamente associada à variação dos parâmetros. Difícilmente resolveriam algumas das tarefas propostas sem a calculadora gráfica, como por exemplo, a determinação de  $a$ ,  $b$  e  $c$  de modo a que  $a|x + b| + c > 0 \Leftrightarrow x \in ]2, 4]$ . A utilização do documento em que era possível conhecer o gráfico de  $y = a|x + b| + c$  variando os parâmetros, foi suficiente para os alunos obterem o resultado pedido. Por outro lado, quando resolverem qualquer inequação terão consciência de que não se trata de um exercício meramente de cálculo, mas associado a uma função e à sua representação gráfica.

Foi interessante constatar que os alunos se aperceberam de que a segunda tarefa não era de fácil resolução, no entanto, foram resolvendo as alíneas e, quando terminaram, sentiram satisfação e entusiasmo. O Rui pediu para levar a ficha para casa e a Joana quando resolveu a última questão disse «Oh, já acabou? Posso ficar com o documento na calculadora?». O Pedro quando chegou ao fim disse: «Achava que não ia conseguir resolver esta ficha.» Perante estes factos, partilha-se a opinião de Stein & Smith (1998) quando referem que as tarefas apresentadas para estimular o pen-

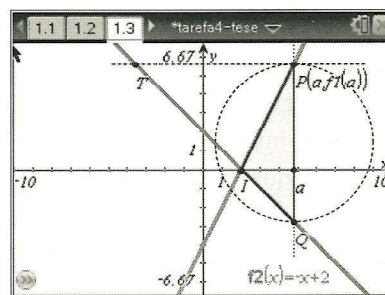


Figura 3. Documento da tarefa: Estudo de funções



samento dos alunos em níveis elevados de exigência cognitiva mudam drasticamente de natureza quando os alunos trabalham realmente sobre elas. Nesta segunda tarefa, os alunos tiveram oportunidade de trabalhar num nível cognitivo elevado, de uma forma incentivadora, que se traduziu em ganhos na aprendizagem. A utilização sistemática e diversificada de documentos dinâmicos na sala de aula, tornam a interação entre os alunos e a calculadora mais rica, dando origem a uma aprendizagem mais profunda, aperfeiçoando os esquemas de compreensão algébrica. Se a tarefa for bem conduzida e com um bom documento de apoio gráfico, o aluno vai melhorando o conhecimento matemático, para além do esperado, desenvolvendo um sentido de satisfação pessoal e confiança nas suas capacidades.

Parece-nos assim que o uso integrado da tecnologia onde as diferentes representações dos conceitos estão efetiva-

mente presentes e onde é possível fazer uma tradução entre essas diferentes representações, se configura num ambiente de aprendizagem rico, que apresenta elevados níveis de exigência cognitiva e que conduz ao desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

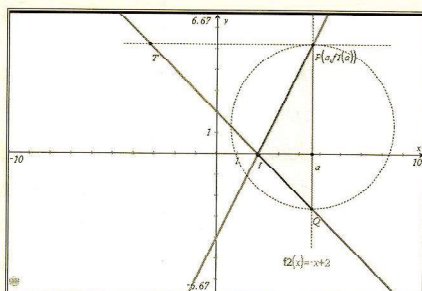
### Referências bibliográficas

- Rabardel, P. (1995), *Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.
- Rosa, V. (2013), *A utilização da calculadora gráfica no estudo de funções do 10.º ano*. Tese de mestrado. Monte da Caparica: Universidade Nova de Lisboa.
- Stein, M & Smith, M. (1998), Tarefas matemáticas como quadro para a reflexão. *Educação e Matemática* n.º 105.

## Anexo

### Estudo de Funções

Na figura, estão representadas, num referencial o.n.  $xOy$ , as retas de equações  $y=2x-4$  e  $y=-x+2$ . Estas duas retas intersectam-se no ponto I.



Um ponto P desloca-se sobre a reta  $r$  e um ponto Q desloca-se sobre a reta  $s$ , acompanhando o movimento do ponto P, de forma que P e Q tenham sempre abcissas iguais. Designemos por  $a$  a abscissa do ponto P.

- 1.1. Para  $a=4$ , determine:
  - 1.1.1. As coordenadas de P e de Q.
  - 1.1.2. A distância de P a Q.
- 1.2. Considere  $a$  a abscissa de P.
  - 1.2.1. Determine, em, função de  $a$ , as coordenadas de P e de Q.
  - 1.2.2. Mostre que a distância de P a Q é dada, em função de  $a$ , por  $d(a) = |3a-6|$ .

- 1.3. Criando uma nova página na calculadora, represente graficamente a função  $d$  e explique o significado do seu zero no contexto do problema.
- 1.4. Determine o valor positivo de  $a$ , para o qual se tem  $\overline{PQ} = 3$ .
- 1.5. Determine os valores de  $a$  para os quais o perímetro da circunferência de diâmetro  $[PQ]$  é igual a  $12\pi$ .
- 1.6. Determine as coordenadas do ponto I.
- 1.7. Determine uma expressão que defina a área  $A$  do triângulo  $[PQI]$ , em função de  $a$ , ( $a > 2$ ).
- 1.8. Considere um outro ponto, T, que se desloca sobre a reta  $s$ , acompanhando também o movimento do ponto P, de forma que P e T tenham sempre ordenadas iguais.
  - 1.8.1. Se as coordenadas de P forem (4,4), quais serão as coordenadas de T?
  - 1.8.2. Exprima as coordenadas do ponto T, em função de  $a$ .

Adaptado de «Matemática A – Itens 10.º ano de escolaridade. GAVE-2010.

**VANDA ROSA**

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ALMEIRIM

**ANTÓNIO DOMINGOS**

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNL

TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

António Domingos

MAIO :: JUNHO

#123

39